



<http://www.volgatech.net/>

ВЕСТНИК

4(20)
2013

октябрь – декабрь

ПОВОЛЖСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

Научный журнал

Издаётся с ноября 2007 года

Выходит четыре раза в год

СЕРИЯ «Лес. Экология. Природопользование»

Журнал включен в **ПЕРЕЧЕНЬ** ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук

Учредитель и издатель:

ФГБОУ ВПО «Поволжский государственный технологический университет»

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (свидетельство о регистрации ПИ № ФС77-51790 от 23 ноября 2012 г.)

Полное или частичное воспроизведение материалов, содержащихся в настоящем издании, допускается только с письменного разрешения редакции.

Адрес редакции:

424006, Йошкар-Ола, ул. Панфилова, 17

Тел. (8362) 68-78-46, 68-28-41

Факс (8362) 41-08-72

E-mail: vestnik@volgatech.net

Редактор *Т. А. Рыбалка*

Дизайн обложки *Л. Г. Маланкина*

Компьютерная верстка

А. А. Кислицын

Перевод на английский язык

М. А. Шалагина

Подписано в печать 26.12.13.

Формат 60×84 1/8. Усл. п. л. 12,32.

Тираж 500 экз. Заказ

Дата выхода в свет: 30.12.13.

Цена свободная

Поволжский государственный технологический университет
424000, Йошкар-Ола, пл. Ленина, 3

Отпечатано с готового оригинал-макета
в ООО «Стринг»
424002, Йошкар-Ола,
ул. Кремлевская, 31

Главный редактор **Е. М. Романов**

Первый зам. главного редактора

Д. В. Иванов, д-р физ.-мат. наук, профессор

Ответственный секретарь

А. В. Артамонова, канд. филос. наук

Редакционный совет серии:

Е. М. Романов, д-р с.-х. наук, профессор

А. Х. Газизуллин, д-р с.-х. наук, профессор (Казань)

Ioannis Gitas, д-р философии в области геоинформационных систем и дистанционного зондирования (Университет Кембриджа, Великобритания), ассоциат-профессор Университета Аристотеля (Салоники, Греция)

А. С. Исаев, д-р биол. наук, профессор, академик РАН (Москва)

Cecil S. Konijnendijk, д-р наук в области лесной политики и экономики (Университет Йюенсуу, Финляндия), профессор (Шведский университет сельскохозяйственных наук)

А. И. Писаренко, д-р с.-х. наук, профессор, академик РАН (Москва)

В. С. Сяно́в, д-р техн. наук, профессор (Петрозаводск)

Редакционная коллегия серии:

С. А. Денисов, д-р с.-х. наук, профессор

(зам. гл. редактора – редактор серии)

В. П. Бессчетнов, д-р биол. наук, профессор

(Нижний Новгород)

О. Н. Бурмистрова, д-р техн. наук, профессор (Ухта)

П. Ф. Войтко, д-р техн. наук, профессор

А. Б. Голованчиков, д-р техн. наук, профессор (Волгоград)

Ю. П. Демаков, д-р биол. наук, профессор

Э. А. Курбанов, д-р с.-х. наук, профессор

А. М. Носов, д-р биол. наук, профессор (Москва)

А. Г. Поздеев, д-р техн. наук, профессор

М. Г. Салихов, д-р техн. наук, профессор

С. А. Угрюмов, д-р техн. наук, профессор (Кострома)

Е. М. Царев, д-р техн. наук, профессор

В. Л. Черных, д-р с.-х. наук, профессор

Ю. А. Ширнин, д-р техн. наук, профессор

VESTNIK

4(20)

2013

october – december

VOLGA STATE UNIVERSITY
OF TECHNOLOGY

Academic Periodical

Has been published since 11, 2007

Is issued 4 times a year

Series «Forest. Ecology. Nature Management»

The journal is included in the list of leading peer-reviewed journals and publications that publish the main research outcomes of Doctoral and Candidate Theses

Founder and Publisher:

Federal Budget State Educational Institution of Higher Vocational Training «Volga State University of Technology»

The journal is included in the register of Federal Service for Supervision in the Sphere of Communications, Information Technology and Mass Communications (Certificate of registration ПИ № ФС77-51790 dated 23 November, 2012)

Any use of articles without the written consent of the editorial board is strictly prohibited.

Address:

424006, Yoshkar-Ola, 17, Panfilova St.,

Tel. (8362) 68-78-46, 68-28-41

Fax (8362) 41-08-72

E-mail: vestnik@volgatech.net

Editor *T. A. Rybalka*

Cover design *L. G. Malankina*

Computer assisted make up

A. A. Kislitsyn

Translation

M. A. Shalagina

Passed for printing 26.12.13.

format 60×84¹/₈. No. of press sheets 12,32.

Printing run 500 copies. Order No

Release date: 30.12.13.

Open price

Volga State University of Technology
424000, Yoshkar-Ola, 3, Pl. Lenina

Printed from the layout original

At LLC «String»

424002, Yoshkar-Ola,

31, Kremlevskaya St.

Editor in Chief E. M. Romanov

Vice Editor in Chief

D. V. Ivanov, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor

Executive Secretary

A. V. Artamonova, Candidate of Philosophical Sciences

Editorial Board:

E. M. Romanov, Doctor of Agricultural Sciences, Professor

A. H. Gazizullin, Doctor of Agricultural Sciences, Professor (Kazan)

Ioannis Gitas, PhD in Geographical Information Systems (GIS) and Remote Sensing (Cambridge University – UK), Associate Professor (Saloniki, Greece)

A. S. Isaev, Doctor of Biological Sciences, Professor, Member of the Russian Academy of Sciences (Moscow)

Cecil C. Konijnendijk, van den Bosch Doctor in Science in forest policy and economics from the University of Joensuu (Finland), Professor (SLU, Sweden)

A. I. Pisarenko, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Member of the Russian Academy of Sciences (Moscow)

V. S. Syuney, Doctor of Technical Sciences, Professor (Petrozavodsk)

Editorial team:

S. A. Denisov, Doctor of Agricultural Sciences, Professor

(*Vice Editor in Chief – the Editor of Series*)

V. P. Besschetnov, Doctor of Biological Sciences, Professor (Nizhny Novgorod)

O. N. Burmistrova, Doctor of Technical Sciences, Professor (Ukhta)

P. F. Voytko, Doctor of Technical Sciences, Professor

A. B. Golovanchikov, Doctor of Technical Sciences, Professor (Volgograd)

Y. P. Demakov, Doctor of Biological Sciences, Professor

E. A. Kurbanov, Doctor of Agricultural Sciences, Professor

A. M. Nosov, Doctor of Biological Sciences, Professor (Moscow)

A. G. Pozdeev, Doctor of Technical Sciences, Professor

M. G. Salikhov, Doctor of Technical Sciences, Professor

S. A. Ugryumov, Doctor of Technical Sciences, Professor (Kostroma)

E. M. Tsarev, Doctor of Technical Sciences, Professor

V. L. Chernykh, Doctor of Agricultural Sciences, Professor

Yu. A. Shirnin, Doctor of Technical Sciences, Professor

© Vestnik of Volga Tech, 2013

СОДЕРЖАНИЕ

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

- И. В. Шутов, А. В. Жигунов.** Проблемы получения древесного сырья на неиспользуемых сельскохозяйственных землях 5
- С. А. Родин, Н. Е. Проказин.** Формирование базы объектов стационарных исследований лесовосстановительных процессов 18
- Т. А. Турчина.** Оптимальные технологии искусственного восстановления насаждений ольхи чёрной в поймах рек степной зоны России 30

ТЕХНОЛОГИИ И МАШИНЫ ЛЕСНОГО ДЕЛА

- Ю. В. Лоскутов.** Прямолинейный конечный элемент для расчёта композитных трубопроводов 42
- В. Ю. Лисов, В. Н. Язов.** Экспериментальное определение максимальной плотности, оптимальной влажности и осадки лесной почвы 50
- С. В. Шлычков, О. Г. Иванов.** Анализ влияния физико-механических свойств древесины на качество акустических панелей 57

ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ И РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ. БИОТЕХНОЛОГИИ

- А. В. Исаев, Ю. П. Демаков.** Динамика древостоев в пойменных лесах заповедника «Большая Кокшага» 64
- Е. А. Гончаров, Д. И. Пигалин.** Распределение техногенных и естественных радионуклидов в лесных экосистемах заповедника «Большая Кокшага» 76

ДАТЫ. СОБЫТИЯ. КОММЕНТАРИИ

- С. А. Денисов.** К 100-летию Александра Константиновича Денисова 88
- Выездное заседание бюро отделения мелиорации, водного и лесного хозяйства Российской сельскохозяйственной академии 98
- Указатель материалов, опубликованных в журнале в 2013 году** 102
- Информация для авторов* 105

CONTENTS

FORESTRY

- I. V. Shutov, A. V. Zhigunov.** Problems of wood raw material obtaining at the vacant agricultural lands 5
- S. A. Rodin, N. E. Prokazin.** Forming of experimental sites for stationary researches of forest regeneration processes 18
- T. A. Turchina.** Optimum technologies of artificial regeneration of black alder plantings in floodplains of Russian steppe zone 30

FORESTRY TECHNOLOGIES AND MACHINES

- Yu. V. Loskutov.** Composite pipelines analysis: one-linear finite element 42
- V. Yu. Lisov, V. N. Yazov.** Experimental determination of maximum density, optimum humidity and precipitation in forest soils 50
- S. V. Shlychkov, O. G. Ivanov.** Influence analysis of physical and mechanical properties of wood on the quality of acoustic panels 57

PROBLEMS IN ECOLOGY AND RATIONAL NATURE MANAGEMENT. BIOTECHNOLOGIES

- A. V. Isaev, Yu. P. Demakov.** Stands dynamics in floodplain forests of «Bolshaya Kokshaga» reserve 64
- E. A. Goncharov, D. I. Pigalin.** Distribution of antropogenic radionucleides and radionucleides of natural origin in forest ecosystems of «Bolshaya Kokshaga» reserve 76

DATES. EVENTS. COMMENTS

- S. A. Denisov.** On the occasion of the centenary of birth of Alexander Konstantinovich Denisov (5 december 1913 – 22 january 1991) 88
- Field meeting of division office of amelioration, water and forest management of the Russian academy of agricultural sciences 98
- List of materials published in the journal in 2013** 102
- Information for the authors* 105

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

УДК 630*93

И. В. Шутов, А. В. Жигунов

ПРОБЛЕМЫ ПОЛУЧЕНИЯ ДРЕВЕСНОГО СЫРЬЯ НА НЕИСПОЛЬЗУЕМЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЛЯХ

Рассматриваются проблемы возвращения неиспользуемых сельскохозяйственных земель в хозяйственный оборот. Показана эффективность выращивания на таких землях лесных плантаций по производству древесного сырья. Раскрываются причины отставания плантационного лесовыращивания в России от других стран. Предлагаются меры по устранению препятствий на пути широкого использования плантационных технологий лесным бизнесом.

Ключевые слова: сельскохозяйственные земли; лесные плантации; сосна обыкновенная; законодательство.

Введение. Перспективы использования земель России, выбывших из активного сельскохозяйственного оборота, не определены.

В настоящее время в России не используется и выведено из оборота, по оценкам ученых РАСХН, от 30 до 40 млн га пашен. По официальным данным, в 1965–1987 гг. на территории РСФСР пашни занимали 133–134 млн. га, из них сельскохозяйственными культурами ежегодно засеивали (за вычетом паров) 126 млн га. В недавнем прошлом в России было 115 млн. га пашен. Кроме них, в площади сельскохозяйственных угодий входят сенокосы, пастбища, а также площади садов, виноградников и иных многолетних насаждений. По данным на 2007 год, вся площадь используемых сельскохозяйственных угодий России оценивалась в

220 млн. га. С 1961 по 2003 гг. из хозяйственного оборота выведено 58,3 млн. га земель [1].

Исключённые из хозяйственного оборота земли в зависимости от условий произрастания зарастают древесно-кустарниковыми растениями, здесь развиваются процессы задернения, залужения, заболачивания. Быстрое сокращение площадей сельскохозяйственных земель, превращение этих земель в резерваты обычных и карантинных сорняков (42 вида), вредителей (115 видов) и возбудителей болезней (74 вида) – всё перечисленное создаёт угрозу и увеличивает риск распространения вредных организмов на смежные ныне засеваемые земли. Эти угрозы могут быть устранены только через адекватную реакцию со стороны государства.

Авторы книги [1] обращают внимание читателей на то, что процесс сокращения площади земель, предназначенных для выращивания традиционных сельскохозяйственных культур, получил развитие и во многих других странах. Названный в книге феномен представляется совершенно алогичным на фоне происходящего увеличения численности населения. Тем не менее, с 1961 по 2003 гг. в десятках стран из хозяйственного оборота было выведено 223 млн га сельскохозяйственных угодий: в Австралии – 40,8, в США – 35,6, в странах Западной и Центральной Европы – 25,1 млн га. В книге говорится и о причинах происходящего. Авторами книги [1] предложен комплекс мероприятий, для реализации которых необходима мощная финансовая поддержка со стороны государства.

По соображениям экономической безопасности систематическую финансовую поддержку сельскому хозяйству оказывают правительства практически всех стран, в том числе высокоразвитых. По известным причинам в большей финансовой поддержке нуждается сельское хозяйство нашей страны и уж, конечно, всё то, что имеет отношение к проблеме возвращения заброшенных сельскохозяйственных земель в состав продуцирующих. На это нужны большие деньги, которые – мы надеемся – в стране будут найдены.

Освоение таких средств, очевидно, будет происходить в русле модернизации сельскохозяйственного производства. Следуя здравому смыслу, она должна планироваться в экономически дифференцированном виде, при разных удельных величинах вкладываемых материальных ресурсов и при обоснованной ориентации на получение хотя бы приемлемой для земледельцев величины рентабельности, а также достигаемого уменьшения видов и объёма негативных экологических последствий, вызываемых фактом нахождения сельскохозяйственных земель в заброшенном состоянии.

Цель работы – обсуждение проблемы возвращения в хозяйственное пользование заброшенных сельхозугодий.

Там, где сегодня по экономическим и иным объективным причинам нельзя превратить заброшенные сельскохозяйственные земли в посевы и посадки традиционных пищевых, кормовых и технических культур, мы предлагаем практиковать закладку особых плантаций, на которых в качестве технических культур выращивать определённые виды лесных древесных растений, т. е. так называемых дикоросов. Это один из путей возвращения заброшенных сельскохозяйственных земель в сферу их хозяйственного использования. К сожалению, в России этот путь распространения не получил.

Обсуждение проблемы. В отечественной научной литературе выращивание древесных насаждений на сельскохозяйственных землях связывают в основном с достижением мелиоративно-защитных целей. В условиях дефицита влаги и водно-ветровой эрозии почвы такая «сухая» мелиорация сельхозугодий приносит значительный позитивный эффект.

Одним из *основных* путей возвращения пустующих земель в хозяйственное пользование, по нашему мнению, является создание на этих землях древесных плантаций.

Древесина таких плантаций – товарная продукция, переработкой которой создаются разные виды твёрдого, жидкого и газообразного биотоплива, а также целлюлоза, ткани, бумага, картон и многие другие изделия массового спроса. Востребованной товарной продукцией плантаций, кроме древесины, могут быть: пробка, живица, гутта, орехи, лекарственное сырьё, высококачественная лоза и т. д. Всё это уже имеет место в тех или иных странах.

Для условий России следует на пустующих сельскохозяйственных землях ориентироваться на получение древесины хвойных пород: ели европейской и сосны

обыкновенной. Основанием для такого выбора являются, по нашему мнению, следующие факторы:

1) по величине ареала и его протяжённости в нашей стране с севера на юг и с запада на восток оба вида лидируют среди древесных и кустарниковых видов, легко адаптируясь к широко варьирующим условиям климата и почвы;

2) по сравнению с другими растениями ель и сосна обладают высокой конкурентоспособностью и высокой устойчивостью к негативным биогенным и абиогенным факторам, что делает процесс их выращивания *многokrатно менее затратным* по сравнению с выращиванием окультуренных видов;

3) внутри своих популяций для обоих видов (особенно для сосны) уже в раннем возрасте ярко проявляется дифференциация деревьев по величине прироста в высоту и по диаметру, что позволяет путём проведения ранних и относительно нетрудоёмких селекционных разреживаний насаждений сосредоточить прирост древесины на деревьях-лидерах;

4) высокая товарность древостоев сосны и ели, превосходные физико-механические качества их древесины определяют стабильно высокий спрос и высокие цены на внутреннем и внешнем рынках. Так, в Финляндии, по данным, приведённым в справочнике *Finnish Statistical Yearbook of Forestry*, определённые в среднем для страны цены древесины на корню (*stumpage price*) равны (в евро за 1 м³): пиловочник и баланс сосны – соответственно 55,4 и 16,1; пиловочник и баланс ели – 56,8 и 18,9. Год от года цены варьировали. Однако в среднем за последние 8 лет цены первых трёх видов товарной продукции возросли на 18–28 % [2, с. 151].

Экспериментальные работы по проблеме ускоренного получения древесины ели и сосны на специальных плантациях были начаты более 50 лет назад в СПб-НИИЛХ. Это был поиск решения, позво-

ляющего перейти от «собираательства» древесины в лесах естественного происхождения к её целенаправленному производству. Уже первые результаты наших исследований дали основание для оптимистичных прогнозов.

В конце 1970-х годов эти исследования совпали по времени с двумя важными моментами. Во-первых, в экономически доступных лесах европейской части России началось истощение запасов хвойной древесины. Во вторых, VI и VII всемирные лесные конгрессы признали, что в современных условиях защитные функции лесов становятся главными, а леса являются глобальным экологическим фактором. При этом сохранение лесных ресурсов – главное требование к любому виду лесопользования. Для остановки деградации лесов Земли выращивание древесины должно базироваться на плантационных технологиях [3].

Названные обстоятельства способствовали энергичному развитию исследований. Их участниками в СССР стали шесть научно-исследовательских институтов, пять вузов и несколько других учреждений. Об объёме и уровне проведённого тогда комплекса экспериментов можно судить уже по тому, что по их результатам было подготовлено и защищено пять докторских диссертаций, опубликованы четыре монографии (по две в России и Белоруссии), многие статьи, практические рекомендации, а также разработано несколько технорабочих проектов по закладке плантаций.

В нескольких областях такие проекты начали осуществлять (в Нижегородской области было создано около 3 тыс. га). Однако очень быстро работа оказалась в заброшенном состоянии в связи с распадом СССР, разрушением системы управления народным хозяйством страны и его экономической дезорганизацией.

Наиболее ценным, что осталось от той работы, являются стационарные базовые опыты, сохранённые теми, кто их созда-

вал и наблюдал. В России такие объекты имеются в Псковской, Ленинградской, Нижегородской областях, южной части Карелии. Эта экспериментальная база позволила научно обосновать и разработать основные положения плантационного лесовыращивания [4–13].

Исследования В. И. Пчелина [14, 15] в Среднем Поволжье показали, что запасы в лесных культурах, созданных по плантационному типу, здесь могут достигать к спелому возрасту более 600 м³/га. Изучение возможности создания плантаций, например, в Республике Марий Эл, показало, что это вполне реально и экономически может быть оправдано [16–18]. Возраст плантаций в настоящее время около 40 лет. В оптимальных вариантах опытов средний прирост стволовой древесины на плантациях названного возраста равен 10 м³/га в год.

По величине полученного среднего прироста наши плантации превосходят окружающие их леса естественного происхождения примерно в 2,5–3 раза.

Во многих странах производство древесины на специальных плантациях уже получило статус крупномасштабной предпринимательской деятельности. В отличие от России, это стало возможным благодаря двум обстоятельствам: поддержке со стороны заинтересованных правительств и накопленной научно-технической информации, опирающейся на результаты экспериментов.

Количество публикаций по данной проблеме достигло в мире уже такого количества, что для их анализа и обобщения теперь нужны не статьи, а книги [19].

По сообщениям ряда авторов, в сфере практического производства древесины на плантациях имеют место не только успехи, но и неудачи, вызванные, очевидно, методическим несовершенством предшествовавших экспериментов или даже их отсутствием. Такие факты отмечаются в разных странах, тем не менее, объёмы производства древесины на плантациях

энергично увеличиваются. Так, по данным ФАО [20], в 2000 году на плантациях произведено около 35 % мирового объёма круглых сортиментов древесины для перерабатывающей промышленности, а к 2020 (2030) году эта цифра, как ожидают, возрастет до 44–45 %.

По очевидным причинам большинство древесных плантаций находится в странах экваториального пояса с жарким и влажным климатом. Однако не только. Энергично занимаются такой деятельностью в США, где уже в течение ряда лет в разных штатах функционируют ассоциации так называемых лесных фермеров (название и сайт одной из таких структур: Washington Farm Forestry Association, <http://www.wafarmforestry.com>). Примерно то же отмечено и в некоторых странах Старого Света. В Германии, например, в 2010 году древесные плантации занимали 4,5 млн га сельскохозяйственных земель, а к 2020 году их площадь планируют увеличить до 7,3 млн га [21].

Страны, расположенные в средних широтах, в том числе и Россия, не могут конкурировать по величине получаемых урожаев древесины на плантациях с территориями экваториального пояса, если, конечно, там выпадает достаточное количество осадков. Вместе с тем в данной сфере хозяйственной деятельности у России тоже имеются преимущества, к которым относятся:

- доказанная в экспериментах возможность обходиться при выращивании плантаций в условиях лесной зоны, как правило, без внесения минеральных удобрений. В странах с жарким климатом, обильными осадками и ярко выраженным промывным почвообразовательным процессом нельзя получать стабильно высокие урожаи древесины, если не проводить систематическую подкормку плантаций минеральными удобрениями. А это не может не сопровождаться весомыми расходами энергетических ресурсов и денежных средств на добычу, изготовление,

транспортировку и внесение удобрений, а также загрязнением поверхностных и грунтовых вод;

- установленные в многолетних экспериментах факты не ухудшения плодородия почвы под плантациями;

- наличие обширных территорий, пригодных для закладки и выращивания древесных плантаций. Это важно и потому, что цены земельных участков и налоговые сборы за их использование у нас в среднем должны быть значительно ниже, чем в других странах;

- возможность размещения плантаций на территории страны, главным образом, на ныне пустующих землях, при котором для доставки древесины к местам её переработки могут использоваться имеющиеся в прошлом дороги (после их ремонта или реконструкции) и дешёвый водный транспорт;

- возможность улучшить социально-экономические условия живущих в глубинке людей в результате увеличения там числа рабочих мест. Это может иметь место не только на самих плантационных предприятиях, организуемых – подчеркнём – на ныне заброшенных землях, но и путём постепенного превращения таких предприятий (по примеру США) в ассоциации лесных фермеров или в крупные комплексные агролесопромышленные холдинги. В период до 1917 года в России похожие позитивные примеры тоже были. Об одном из них проф. М. М. Орлов рассказал в книге «Лесное хозяйство в харьковских имениях Л.Е. Кениг – Наследники» [22].

В настоящее время по поводу плантационного выращивания леса возникает ряд крупных проблем, которые можно сформулировать следующими вопросами.

Почему сегодня в России – в отличие от многих других стран – деятельность государства и предпринимателей в сфере развития производства древесины на специальных плантациях не развивается?

Почему не срабатывает такой стимул, как наличие обширных пустующих

земель, пригодных для вышеназванной цели?

Почему вместо организации современного производства древесины на дендрополях наши предприниматели, правительство и парламент предпочитают идти по пути древней и малопроизводительной заготовки древесины всё в тех же экономически доступных и уже истощённых рубками лесах естественного происхождения?

Почему вместо организации целенаправленного производства древесины на плантациях предприниматели желают идти по пути: а) дальнейшего снижения уже заниженных ранее возрастов рубок в лесах естественного происхождения, б) к увеличению площади вырубаемых лесов (в связи с уже вызванным там уменьшением удельных запасов древесины), в) к ослаблению ограничений на проведение сплошных рубок в защитных лесах, где они ранее не разрешались?

В СССР эти и подобные вопросы внедрения в производство результатов проведённых НИОКР старались решать универсальным для всей страны административно-командным способом, т. е. жёстко заданными сверху планами. Сегодня, по очевидным причинам, России нужно другое: активная заинтересованность не только государства, но и предпринимателей, а также наличие у них твёрдой уверенности в отсутствии юридических и иных препятствий, в силу которых инвестиции в производство древесины на плантациях могут обернуться не доходом и прибылями, а убытками. К сожалению, такие препятствия имеют место и обусловлены наличием противоречий и сырых формулировок в некоторых статьях Гражданского, Земельного и Лесного кодексов.

Доход и прибыль должны быть стабильными и иметь ежегодные доходы. Это достижимо при плантационном выращивании. Сотрудники СПбНИИЛХа (И. В. Шутов, Е. Г. Гладков, Г. Н. Корвин и Е. В. Полянский) обосновали и

внесли следующее предложение: закладывать плантации в границах специально организуемых и достаточно крупных плантационных предприятий (ПП) с общим числом ежегодно создаваемых дендрополей, равным числу лет выращивания урожая древесины.

Указанное позволит:

- иметь на плантации всю возрастную гамму выращиваемых насаждений, что важно во многих отношениях;

- не прерывать работу предприятия при необходимости внесения изменений в видовой состав выращиваемых насаждений;

- ежегодно получать урожай древесины на одном дендрополе и закладывать новую плантацию тоже на одном дендрополе;

- параллельно на всех дендрополях осуществлять то, что лесоводы называют промежуточным использованием, и получать от этого доход;

- ежегодно сводить баланс расходов и доходов;

- создавать и улучшать инфраструктуру предприятия (например, дорожную и мелиоративную сеть, противопожарное обустройство, служебные помещения и пр.) не в единовременном порядке, а постепенно, последовательно увеличивая тем самым производственные фонды и саму капитализацию предприятия;

- создавать на территории ПП объекты и условия для развития здесь других параллельных видов доходной хозяйственной деятельности (например, пчеловодства, охоты, для выращивания пищевых и кормовых культур, лекарственных растений и т. д.), не оказывающих негативного влияния на продуктивность плантаций и на состояние окружающей среды.

Однако далеко не всё в Гражданском, Земельном и Лесном кодексах способствует развитию в нашей стране производства древесины на плантациях.

Так, в Гражданском кодексе РФ [23] в

п. 3 ст. 261 сказано: «Собственник земельного участка вправе использовать по своему усмотрению всё, что находится над и под поверхностью этого участка, **если** иное не предусмотрено... иными законами».

Названная статья имеет (должна иметь) в законе основополагающее значение. Наличие в ней указанной оговорки («если») представляется логичным и необходимым, когда нужные оговорки носят конкретный, а не общий характер. Если же это условие не выполнено, статья теряет свой позитивный смысл. Об этом говорит следующий пример.

В **п. 2 ст. 260** того же закона сказано: «...Пользование земельным участком, отнесённым к «землям сельскохозяйственного и иного назначения», может осуществляться в пределах, определяемых его *назначением*». Однако содержательный смысл очень важного в данном случае слова «*назначение*» остался в документе нераскрытым, поэтому тот, кто решит выращивать на своём участке заброшенной пашни не репу, а например, сосну, розы, элеутерококк, рискует оказаться в положении, при котором его действия могут быть оспорены чиновниками исполнительной власти в судебном порядке, а сам он обвинён в использовании земли не по назначению. Это, как понятно, не сулит предпринимателю ничего хорошего, поскольку опирающийся на данный закон судья может с равным успехом вынести не одно, а два противоречащих друг другу решения.

В Земельном кодексе РФ [24] в **п. 1 ст. 7** определено, что земли в Российской Федерации разделяются по их назначению на семь категорий. В их числе к первой категории отнесены земли сельскохозяйственного назначения, а к пятой – земли лесного фонда.

В **п. 2 ст. 7** сказано, что правовой режим земель определяется исходя из их принадлежности к той или иной категории. Однако в документе не названы те

события (виды хозяйственной деятельности), которые могут или не должны иметь место соответственно на землях первой категории – сельскохозяйственного назначения и землях пятой категории – лесного фонда. С нашей точки зрения, такое уточнение совершенно необходимо. Почему?

Ответ на этот вопрос присутствует всё в том же Земельном кодексе. В **ст. 42** говорится, что собственники земельных участков и лица, не являющиеся собственниками земельных участков, обязаны использовать земельные участки в соответствии с их целевым назначением (она указана в документе в неопределённом виде) и принадлежностью к той или иной категории земель.

Если же некое властью имущее лицо полагает, что названное выше требование не выполняется и это зафиксировано кем-то официальным образом, вступает в силу **п. 2¹⁾ ст. 45**. В нём совершенно чётко сказано, что право постоянного (бессрочного) пользования земельным участком, право пожизненного наследуемого владения участком прекращаются принудительно при использовании земельного участка не в соответствии с его целевым назначением и принадлежностью к той или иной категории земель, установленными настоящим Кодексом.

Вышесказанное дополняется ещё требованием, изложенным в **ст. 54** данного Кодекса, также предусматривающей принудительное прекращение прав на земельный участок в случае его ненадлежащего использования, что может быть двояко истолковано в суде.

Значимую и ненужную, по нашему мнению, сложность в организации не противоречащего закону рационального использования предпринимателями земель первой и пятой категорий мы видим ещё и в том, что в составе земель сельскохозяйственного назначения на официальном уровне присутствует значительная площадь лесных земель, а в составе земель

лесного фонда – сельскохозяйственные угодья [25]. К изложенному нельзя отнестись как к чему-то, что не имеет весомого значения для юристов и предпринимателей, потому что за такой чересполосицей стоят объявленные в законе разные категории земель, их разное целевое назначение, а следовательно, их разный юридический статус.

В **п. 2 ст. 77** приведён перечень того, что сегодня включено в состав земель сельскохозяйственного назначения. Кроме самих сельскохозяйственных угодий в нём присутствуют земли, занятые внутрихозяйственными дорогами, коммуникациями, древесно-кустарниковой растительностью, предназначенной для защиты земель от негативных явлений разного происхождения, и многое другое, что имеет отношение к производству продукции и первичной её переработке.

Самой важной частью земель сельскохозяйственного назначения является то, что определено в **ст. 79** Земельного кодекса как сельскохозяйственные угодья: это пашни, сенокосы, залежи, земли, занятые многолетними насаждениями (садами, виноградниками и *другими*).

Приведённое в данной формулировке слово «*другими*» можно трактовать двояко. Например, как «любые», т. е. те, которым хозяйствующий субъект отдаёт в данном случае предпочтение. Второй вариант трактовки: *только те* виды деревьев и кустарников, которые, согласно **ст. 77** Земельного кодекса, предназначены для защиты пашен и земель от водной и ветровой эрозии. За этой двойственностью формулировки нельзя не увидеть неопределённость, которая мешает развитию производства древесины как сырья и топлива на неиспользуемых сельскохозяйственных землях.

Что касается Лесного кодекса РФ [26], то это единственный имеющий ранг закона документ, **ст. 42** которого разрешает – при оговорённых условиях – вести предпринимательскую деятельность по

производству древесины на специальных плантациях.

П.1 гласит: «Создание лесных плантаций и их эксплуатация представляют собой предпринимательскую деятельность, связанную с выращиванием лесных насаждений определённых пород (целевых пород)».

Однако здесь: а) не указано, в чьей собственности могут находиться плантации, а также создаваемая там инфраструктура, продукция завершённого и незавершённого производства. В большинстве стран плантации, как правило, являются частновладельческими предприятиями. Однако не везде;

б) законодатели оставили нерасшифрованным смысл слова «создание». В тексте присутствуют слова «выращивание» и «эксплуатация», но нет слова «закладка» или «посадка». Это открывает лазейку для недобросовестных предпринимателей к созданию мнимых плантаций или псевдоплантаций. Таковые могут возникнуть там, где обнаружатся созданные ранее за государственные деньги насаждения (культуры) высших классов бонитетов (их мало, но они есть). Если таким, не достигшим возраста спелости, насаждениям присвоить статус «плантация», это позволит данному предпринимателю избежать необходимости вкладывать деньги во всё, что связано с закладкой плантации, а также свести к минимуму затраты на её выращивание. Кроме того, заметим, это даст возможность псевдоплантатору получить якобы законное право (согласно той же статье Лесного кодекса) на вырубку не созданных им насаждений без всяких ограничений по возрасту и другим характеристикам, а может, и без выплаты собственнику их рыночной стоимости.

П.2 и 3 этой же статьи гласят: «2. К лесным насаждениям определённых пород (целевых пород) относятся лесные насаждения искусственного происхождения, за счёт которых обеспечивается получение древесины с заданными характеристиками.

3. Лесные плантации могут создаваться на землях лесного фонда и землях иных категорий».

Приведённое словосочетание в п. 3: «на землях лесного фонда и землях иных категорий» нуждается в обязательной расшифровке, потому что можно назвать категории земель, на которых древесные плантации создавать не следует или уже нельзя по социально-экологическим обстоятельствам. Если с ними не посчитаться, неизбежны конфликты и споры в судах между хозяевами (владельцами) плантаций и местным населением, поскольку *древесные плантации не являются лесом (лесной экосистемой) в обычном смысле этого слова*. Они не способны к самовоспроизводству. У них другое предназначение, другая организация территории, другое биоразнообразие. Нередко на молодых плантациях наблюдается энергичное плодоношение ценнейших съедобных грибов. Это, с одной стороны, привлекает грибников, а с другой – обязывает заранее знать, чьей собственностью эти грибы являются. По сути, древесные плантации – что-то среднее между лесом и садом. Чтобы минимизировать число возможных ошибок и конфликтов с населением и местными структурами власти, в законе должно быть сказано, что закладке плантаций должна предшествовать разработка специальных проектов, которые должны проходить экологическую экспертизу и общественные слушания в муниципальных образованиях. В самих проектах должны присутствовать, с нашей точки зрения, не только технико-экономические решения, но и принципиальные положения и установки, т. е. то, что не должно противоречить статьям других действующих законов.

П.4 этой же статьи: «Гражданам, юридическим лицам для создания лесных плантаций и их эксплуатации лесные участки предоставляются в аренду в соответствии с настоящим Кодексом, земельные участки – в соответствии с земельным законодательством».

Кодекс разрешает передавать лесные земли в аренду на срок до 49 лет. Однако даже в том случае, если бы он был увеличен вдвое, у предпринимателя сохранился бы понимание того, что он должен будет работать в условиях, при которых могут возникнуть те или иные помехи со стороны арендодателя в части, касающейся работы предприятия, а также передачи его правопреемникам. Такая ситуация мешает предпринимателю вкладывать деньги в развитие самого предприятия и его инфраструктуру.

С нашей точки зрения, коренным образом изменить вышеназванную ситуацию можно при наличии двух условий: 1) если плантации закладывают, выращивают и эксплуатируют на землях, полученных от собственника в бессрочную аренду по договору посессионного права; 2) если плантации создают на землях, находящихся в частной собственности самого предпринимателя.

П.4 этой же статьи: «На лесных плантациях проведение рубок лесных насаждений и осуществление подсадки лесных насаждений допускаются без ограничений».

С нашей точки зрения, ограничения должны иметь место. В частности, на плантациях не должны использоваться тяжёлые технические средства, вызывающие переуплотнение почвы. По этому поводу отметим и напомним, что увеличение плотности тяжёлых по гранулометрическому составу почв до $1,2 \text{ г/см}^3$ и более ведёт к существенному уменьшению прироста древесных растений. Помимо сказанного, используемая на плантациях техника не должна выводить из строя ранее построенные дороги, трубопереезды, дренажные канавы, созданные микроповышения и пожарные водоёмы.

Выводы. Производство древесины в мире как сырья и топлива на разных пустующих землях сегодня широко распространённая хозяйственная деятельность.

Ускоренное развитие направления на

создание плантаций для производства древесины как сырья и топлива на пустующих землях разного назначения может решить многие задачи социально-экономического и экологического плана:

- остановить процесс накопления в стране площади неиспользуемых земель и превращения их в резерваты вредителей и болезней культурных растений;

- при относительно небольших вложениях денежных средств превратить пустующие земли в продуцирующие и приносящие доход тем, кто их возделывает;

- дать работу людям в умирающих деревнях;

- преодолеть вызванный деятельностью заготовителей дефицит древесины хвойных и других ценных пород на экономически доступных территориях;

- в пересчёте на 1 га плантаций утроить количество получаемой древесины (по сравнению с окрестными лесами естественного происхождения);

- в такое же число раз увеличить количество углерода, изымаемого плантациями из атмосферы.

Отечественное лесное хозяйство не может интенсивно развивать плантационное лесоводство из-за противоречий Законов.

Для того чтобы сделать создание плантаций для производства древесины как сырья и топлива на пустующих землях разного назначения реальностью, требуется:

- осознание (обществом) жизненной необходимости перехода к цивилизованному производству древесины на дендрополях взамен её малопродуктивного собирательства в лесах естественного происхождения, обязанных выполнять всё более важную теперь для биосферы Земли роль стабилизатора её характеристик, а также хранителя генетического и видового разнообразия мира живых существ;

- понимание правительством и парламентом того, что налаженное широкое производство древесины на плантациях, создаваемых на пригодных для этого, а

ныне пустующих или неэффективно используемых землях разных категорий, может дать стране примерно то же количество древесины, какое сегодня добывают лесозаготовители в оставшихся доступных по экономическим показателям лесах естественного происхождения;

- внести в Гражданский, Земельный

Список литературы

1. Агроэкологическое состояние и перспективы использования земель России, вышедших из активного сельскохозяйственного оборота / Под общей редакцией Г.А.Романенко. – М.: Росинформгротех, 2008. – 64 с.
2. Finnish Statistical Yearbook of Forestry 2012. <http://www.metla.fi/julkaisut/metsatilastollinen/index-en.htm> (Дата обращения: 15.10.2013).
3. <http://www.fao.org/forestry/wfc/en/> (Reference date: 15.10.2013).
4. Шутов, И.В. Лесные плантации (ускоренное выращивание ели и сосны) / И.В. Шутов, Е.Л. Маслаков, И.А. Маркова и др. – М.: Лесная промышленность, 1984. – 248 с.
5. Шутов, И. В. Лесосырьевые плантации ели и сосны / И. В. Шутов // Лесное хозяйство. – 1985. – № 3. – С. 34-37.
6. Закладка и выращивание лесосырьевых плантаций ели и сосны. Методические рекомендации / Под ред. И.В. Шутова. – Л.: ЛенНИИЛХ, 1986. – 106 с.
7. Обоснование территориально-производственной организации плантационного лесного предприятия: Методические рекомендации / ЛенНИИЛХ [сост. Г.Н. Коровин и др.]. – Л., 1986. – 54 с.
8. ОСТ 56-90-86. Культуры плантационные лесные и площади для их закладки. Оценка качества. – М.: ЦБНТИ Гослесхоза СССР, 1986. – 22 с.
9. Маркова, И.А. Стандартизация качества плантационных культур ели и сосны / И.А. Маркова // Лесное хозяйство. – 1990. – № 6. – С. 30-33.
10. Практические рекомендации «Ускоренное производство древесины ели и сосны на лесосырьевых плантациях» / Под редакцией И. В. Шутова. – С.-Петербург: ЛенНИИЛХ, 1991. – 67 с

и Лесной кодексы необходимые поправки, позволяющие предпринимателям заняться в России крупномасштабным и доходным плантационным бизнесом;

- привлечь деньги – в том числе в виде налоговых льгот, дотаций, а также льготных государственных и международных кредитов.

References

1. Agroekologicheskoye sostoyaniye i perspektivy ispolzovaniya zemel Rossii, vybyvshikh iz aktivnogo selskokhozyaystvennogo oborota. Pod obshchey redaktsiyey G.A.Romanenko [Agricultural State and Prospects of Use of Russian Lands Which Are No More Used in Active Agriculture. Under the general editorship of G.A.Romanenko]. Moscow: Rosinformagrotekh, 2008. 64 p.
2. Finnish Statistical Yearbook of Forestry 2012. URL: <http://www.metla.fi/julkaisut/metsatilastollinen/index-en.htm> (Reference date: 15.10.2013).
3. URL:<http://www.fao.org/forestry/wfc/en/> (Reference date: 15.10.2013).
4. Shutov I.V., Maslakov E.L., Markova I.A., etc. Lesnye plantatsii (uskorennoye vyrashchivaniye eli i sosny) [Forest Plantations (accelerated cultivation of Fir and Pine)]. Moscow: Lesnaya promyshlennost, 1984. 248 p.
5. Shutov I. V. Lesosyryevye plantatsii eli i sosny [Forest Plantations of Fir and Pine]. Lesnoe khozyaystvo [Forestry]. 1985. No 3. P. 34-37.
6. Zakladka i vyrashchivaniye lesosyryevykh plantatsiy eli i sosny. Metodicheskie rekomendatsii. Pod red. I.V. Shutova [Establishment and Cultivation of Fir and Pine Plantations. Methodical Recommendations. Under the editorship of I. V. Shutov]. Leningrad: LenNIILKh., 1986. 106 p.
7. Obosnovaniye territorialno-proizvodstvennoy organizatsii plantatsionnogo lesnogo predpriyatiya: metodicheskie rekomendatsii [Grounding of Territorial and Industrial Organization of a Planted-Forest Enterprise: methodic recommendations]. Leningrad: LenNIILKh., 1986. 54 p.
8. OST 56-90-86. Kultury plantatsionnyye lesnye i ploshchadi dlya ikh zakladki. Otsenka kachestva [Industrial Standard 56-90-86. Forest Plantations. Quality Control]. Moscow: TsBNTI Gosleskhoza SSSR, 1986. 22 p.
9. Markova I.A. Standartizatsiya kachestva plantatsionnykh kultur eli i sosny [Quality Standartization of Planted Fir and Pine]. Lesnoe khozyaystvo [Forestry]. 1990. No 6. P.30-33.
10. Prakticheskie rekomendatsii «Uskorennoye proizvodstvo drevesiny eli i sosny na lesosyryevykh plantatsiyakh». Pod redaktsiyey I. V. Shutova [Practical Recommendations «Accelerated Production of Fir and Pine Timber at the Forest plantations». Under the editorship of I. V. Shutov]. Saint - Petersburg: LenNIILKh, 1991. 67 p.

11. Маслаков, Е.Л. О выборе пород для лесосырьевых плантаций (сосна или ель?) / Е.Л. Маслаков, И.А. Маркова, Т.Г. Данилина, Н.В. Орлова // Технология создания и экологические аспекты выращивания высокопродуктивных лесных культур: Сб. науч. тр. / Редкол. В.А. Старостин (отв. ред.) и др. – СПб: ЛенНИИЛХ, 1992. – С. 3-9.

12. Выращивание плантационных культур сосны и ели // Технология создания и экологические аспекты выращивания высокопродуктивных лесных культур: Сб. науч. тр. / Редкол. В.А. Старостин (отв. ред.) и др. – СПб: ЛенНИИЛХ, 1992. – С.72-75.

13. Шутов, И. В. Лесосырьевые плантации: возможности и перспективы / И.В. Шутов, Е.Л. Маслаков, И.А. Маркова // Лесная промышленность. – 1995. – № 1. – С. 29.

14. Пчелин, В. И. Биологические основы выращивания высококачественной древесины целевого назначения (на примере ельников и осинников Среднего Поволжья: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. 06.03.03. –Л., 1990. – 38 с.

15. Пчелин, В. И. Ельники и осинники Среднего Поволжья (природные особенности, биоразнообразие и рост древостоев) / В. И. Пчелин. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2000. – 220 с.

16. Денисов, С. А. Возможность и перспективы плантационного выращивания ели в Республике Марий Эл / С. А. Денисов, Ю. П. Глушкова, Л.Е.Туева // Вестник Марийского государственного технического университета. Сер.: Лес. Экология. Природопользование. – 2008. – № 2(3). – С. 28-39.

17. Денисов, С. А. Особенности роста плантационных культур ели при выращивании балансовой древесины в связи с лесоводственными уходами / С. А. Денисов, Ю. П. Глушкова // Вестник Марийского государственного технического университета. Сер.: Лес. Экология. Природопользование. – 2011. – №1 (11). – С. 31-38.

18. Глушкова, Ю.П. Влияние лесоводственных уходов на рост ели в культурах плантационного

11. Maslakov E.L., Markova I.A., Danilina T.G., Orlova N.V. O vybore porod dlya lesosyrevykh plantatsiy (sosna ili el?) [Choice of Species for Forest Plantations: Fir or Pine?]. Tekhnologiya sozdaniya i ekologicheskie aspekty vyrashchivaniya vysokoproduktivnykh lesnykh kultur: sb. nauch. tr. Redkol. V.A. Starostin (otv. red.) i dr. [Development Technology and Ecological Aspects of Cultivation of High-Productive Stands: collection of scientific papers. Editorial board: V.A.Starostin (editor-in-chief)]. Saint - Petersburg: LenNIILKh, 1992. P. 3-9.

12. Vyrashchivanie plantatsionnykh kultur sosny i eli [Cultivation of Planted Fir and Pines]. Tekhnologiya sozdaniya i ekologicheskie aspekty vyrashchivaniya vysokoproduktivnykh lesnykh kultur: Sb. nauch. tr. Redkol. V.A. Starostin (otv. red.) i dr. [Development Technology and Ecological Aspects of Cultivation of High-Productive Stands: collection of scientific papers. Editorial board: V.A.Starostin (editor-in-chief)]. Saint - Petersburg: LenNIILKh, 1992. P.72-75.

13. Shutov I. V., Maslakov E. L., Markova I. A. Lesosyrevye plantatsii: vozmozhnosti i perspektivy [Forest Plantations: Opportunities and Prospects.]. Lesnaya promyshlennost. 1995. No 1. p. 29.

14. Pchelin V. I. Biologicheskie osnovy vyrashchivaniya vysokokachestvennoy drevesiny tselevogo naznacheniya (na primere elnikov i osinnikov Srednego Povolzhya: avtoref. dis. d-ra s.-kh. nauk. 06.03.03. [Biological Basics for Cultivation of High-Quality Purpose Wood (on the example of Fir and Aspen forests of the Middle Volga: Autoref.Dr. Agr.Sci.Diss. 06.03.03.]. Leningrad, 1990. 38 p.

15. Pchelin V. I. Elniki i osinniki Srednego Povolzhya (prirodnye osobennosti, bioraznootobrazie i rost drevostoev) [Fir and Aspen Forests of the Middle Volga (natural specifics, biodiversity, growth of stands)]. Yoshkar-Ola: MarGTU, 2000. 220 p.

16. Denisov S. A., Glushkova Yu. P., Tueva L.E. Vozmozhnost i perspektivy plantatsionnogo vyrashchivaniya eli v Respublike Mariy El [Opportunities and Prospects for Cultivation of Planted Fir and Pine in Mari El Republic]. Vestnik Mariyskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Ser.: Les. Ekologiya. Prirodopolzovanie. [Vestnik of Mari State Technical University. Series: Forest. Ecology. Nature Management]. No 2(3).2008. P. 28-39.

17. Denisov S. A., Glushkova Yu. P. Osobennosti rosta plantatsionnykh kultur eli pri vyrashchivanii balansovoy drevesiny v svyazi s lesovodstvennymi ukhodami [Peculiarities of Fir Growth in Cultivation of Paper Wood and Taking into Account Tending of the Species]. Vestnik Mariyskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Ser.: Les. Ekologiya. Prirodopolzovanie. [Vestnik of Mari State Technical University. Ser.: Forest. Ecology. Nature Management]. No 1(11).2011. P. 31-38.

18. Glushkova Yu.P. Vliyanie lesovodstvennykh ukhodov na rost eli v kulturakh plantatsionnogo tipa.

типа: автореф дисс. ... канд. с.-х. наук 06.03.02. / Глушкова Юлия Павловна; ФГБОУ ВПО «Мар. гос. техн. ун-т.». – Йошкар-Ола, 2011. – 23 с.

19. Плантационное лесоводство / под общ. ред. И. В. Шутова. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2007. – 366 с.

20. St. Nilson and G. Bull. Global wood supply and analysis. Presented at 46th session of the FAO Advisory Committee. Vancouver, May, 2005. <http://www.fao.org/forestry/10553-0e6ba591dd96224c26d24dceb0c9af192.pdf> (Reference date: 15.10.2013).

21. *Bemmann, A.* Short rotation on agricultural areas in Germany / A. Bemmann // Третий международный семинар проекта IB-JEP_26038_2005 «Тренинг, расширение международного сотрудничества и развитие потенциала для устойчивого лесопользования в Поволжье» программы Темпус Европейского Союза 5–9.11.2007. – Йошкар-Ола, <http://tempus.vlgatech.net/presentations/bemmann2.pdf>. (Дата обращения: 15.10.2013).

22. *Орлов, М. М.* Лесное хозяйство в Харьковских имениях Л. Е. Кениг-Наследники / М. М. Орлов. – СПб.: [Б. и.], 1913. – 185 с.

23. Гражданский кодекс Российской Федерации от 30.11.1994 N 51-ФЗ (ред. от 02.11.2013) http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_153956/ © КонсультантПлюс, 1992-2013.

24. Земельный кодекс Российской Федерации от 25.10.2001 N 136-ФЗ (ред. от 23.07.2013) (с изм. и доп., вступающими в силу с 06.09.2013) http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_147516/ © КонсультантПлюс, 1992-2013.

25. Доклад о состоянии и использовании земель сельскохозяйственного назначения / Минсельхоз России // <http://www.mcx.ru/documents/document/show/17135.133.htm> (Дата последнего изменения: 16.01.2012. Дата обращения: 15.10.2013).

26. Лесной кодекс Российской Федерации от 04.12.2006 N 200-ФЗ (принят ГД ФС РФ 08.11.2006) (действующая редакция от 30.07.2012) <http://www.consultant.ru/popular/newwood/> © КонсультантПлюс, 1992-2013.

Avtoref. kand diss. 06.03.02. [Influence of Tending on the Growth of Planted Fir. Autoref. Cand.Agr.Sci.Diss. 06.03.02.]. Yoshkar-Ola, 2011. 23 p.

19. Plantatsionnoe lesovodstvo. Pod obshch. red. I. V. Shutova [Planted Forestry. Under the general editorship of I.V.Shutov]. Saint-Petersburg: Izdatelstvo Politekhnicheskogo universiteta, 2007. 366 p.

20. St. Nilson and G. Bull. Global Wood Supply and Analysis. Presented at the 46th Session of the FAO Advisory Committee. Vancouver, May, 2005. URL: <http://www.fao.org/forestry/10553-0e6ba591dd96224c26d24dceb0c9af192.pdf> (Reference date: 15.10.2013).

21. *Bemmann A.* Short Rotation on Agricultural Areas in Germany. Tretiy mezhdunarodnyy seminar proekta IB-JEP_26038_2005 «Trening, rasshirenie mezhdunarodnogo sotrudnichestva i razvitie potentsiala dlya ustoychivogo lesopolzovaniya v Povolzhe» programmy Tempus Evropeyskogo Soyuza 5–9.11.2007 [III International Seminar of the IB-JEP_26038_2005 Project «Training, Extension of International Cooperation, Development of Potential for Sustainable Forest Management in Volga Region» of the EU Tempus program 5–9.11.2007.]. Yoshkar-Ola. URL: <http://tempus.vlgatech.net/presentations/bemmann2.pdf>. (Reference date: 15.10.2013).

22. *Orlov M. M.* Lesnoe khozyaystvo v Kharkovskikh imeniyakh L. E. Kenig-Nasledniki [Forestry in Kharkov Estates of L.E.Kenig-Nasledniki]. Saint-Petersburg: B. i., 1913. 185 p.

23. Grazhdanskiy kodeks Rossiyskoy Federatsii ot 30.11.1994 N 51-FZ (red. ot 02.11.2013) [Civil Code of the Russian Federation of 30.11.1994 N 51-FZ (edition of 02.11.2013)]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_153956/ © KonsultantPlyus, 1992-2013.

24. Zemelnyy kodeks Rossiyskoy Federatsii ot 25.10.2001 N 136-FZ (red. ot 23.07.2013) (s izm. i dop., vstupyayushchimi v silu s 06.09.2013) [Land Code of the Russian Federation (edition of 23.07.2013) (as amended and supplemented going into effect since 06.09.2013)] URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_147516/ © KonsultantPlyus, 1992-2013.

25. Doklad o sostoyanii i ispolzovanii zemel selskokhozyaystvennogo naznacheniya [Report on Condition and Use of Agricultural Lands.]. Minselkhoz Rossii [RF Ministry of Agriculture]. // URL: <http://www.mcx.ru/documents/document/show/17135.133.htm> (Late edit date: 16.01.2012. Reference date: 15.10.2013).

26. Lesnoy kodeks Rossiyskoy Federatsii ot 04.12.2006 N 200-FZ (prinyat GD FS RF 08.11.2006) (deystvuyushchaya redaktsiya ot 30.07.2012) [Forestry Code of the Russian Federation of 04.12.2006 N 200-FZ (adopted by State Duma of Federal Assembly of the Russian Federation on 08.11.2006) (as amended 30.07.2012)]. URL: <http://www.consultant.ru/popular/newwood/> © Kon-sul'tantPlyus, 1992-2013.

Статья поступила в редакцию 22.10.13.

ШУТОВ Игорь Васильевич – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, член-корреспондент РАН, главный научный сотрудник, Санкт-Петербургский НИИ лесного хозяйства (Российская Федерация, Санкт-Петербург). Область научных интересов – лесные плантации, ускоренное лесовыращивание, применение гербицидов и арборицидов в лесовыращивании. Автор более 250 публикаций.

ЖИГУНОВ Анатолий Васильевич – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры лесных культур, Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С.М. Кирова (Российская Федерация, Санкт-Петербург). Область научных интересов – применение биотехнологий в лесном хозяйстве, способы получения субстратов для посадочного материала, технологии лесовосстановления. Автор более 200 публикаций.

E-mail: a.zhigunov@bk.ru

SHUTOV Igor Vasilievich – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Corresponding Member of Russian Academy of Sciences, Chief Research Worker, Saint-Petersburg Forestry Research Institute (Saint-Petersburg, Russian Federation). Research interests – plantations, accelerated forest cultivation, treatment of herbicides and arboricides in forest cultivation. The author of more than 250 publications.

ZHIGUNOV Anatoliy Vasilievich – Doctor of Agricultural Sciences, Professor at the Chair of Forest Plantations, Saint-Petersburg State Forest Technical University named after S.M.Kirov (Saint-Petersburg, Russian Federation). Research interests – biotechnologies in forestry, technique for producing substrates for planting material, technologies of forest restoration. The author of more than 200 publications.

E-mail: a.zhigunov@bk.ru

I. V. Shutov, A. V. Zhigunov

PROBLEMS OF WOOD RAW MATERIAL OBTAINING AT THE VACANT AGRICULTURAL LANDS

Key words: agricultural lands; plantations; Scotch Pine; legislation.

The main goal of the research is to ground possibility and expediency of use of the lands which are no more in agriculture in order to establish new forest plantations and to bring the abandoned lands back to economics. In accordance with the data provided by the scientists of Russian Academy of Agricultural Sciences, 30-40 mio/ha of farm fields are no more in agriculture today.

Scotch Pine and Norway Spruce are the two wood species which are chosen as basic wood species for cultivation at the abandoned lands for obtaining of wood. The species data are aboriginal and sustainable to the local climatic conditions. With the use of the data, heavy yield of wood may be obtained. Besides, Pine and Spruce timber has always demand. Expediency and advantages of forest plantations development in the middle latitudes, including the territories of Russia, are proved. The basic principles of plantation enterprise organization which will let annually obtain wood for the needs of wood-using and food and pharmaceutical industries are offered. Legislative aspects which restrain establishment and development of forest plantations at the abandoned lands are considered and analyzed.

Quick development of the branch directed to establishment of forest plantations intended for obtaining of wood as raw material and fuel at the vacant lands of different assignment may help to solve many social and economic and ecological problems: to stop expansion of the unused lands in the country, to turn vacant lands into income bearing lands, to create working places in the rural areas, to overcome deficit in wood of coniferous and other valuable species at the economically accessible territories.

In order to achieve the goal it is important to become aware (different levels: society, government and parliament) of vital necessity to pass on to production of wood at the plantations, to decrease commercial load on natural forest, to make necessary amendments into Civil, Land and Forest Codes which will make it possible for the entrepreneurs to do income producing business connected with plantations cultivation in Russia on a large scale.

УДК 630*2

С. А. Родин, Н. Е. Проказин

ФОРМИРОВАНИЕ БАЗЫ ОБЪЕКТОВ СТАЦИОНАРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ЛЕСОВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ

Проведена инвентаризация и паспортизация опытных объектов лесовосстановления. Подготовлено описание 44-х высокопродуктивных насаждений хвойных и лиственных пород в возрасте 15–60 лет, которые имеют научную и практическую значимость. Выявлены молодняки ели искусственного происхождения, созданные по эффективным технологиям, достигающие запаса 300 м³/га. Для всех объектов разработаны программы продолжения научно-исследовательских и опытно-производственных работ.

Ключевые слова: лесовосстановление; инвентаризация; база объектов научных исследований; технологии; эффективность.

Введение. В 1960–2000 гг. ВНИИЛМ и его филиалы совместно с лесхозами заложили опытно-производственные объекты, которые использовались для проведения стационарных научно-исследовательских и опытно-производственных работ [1]. Одним из важных направлений исследований было определение влияния технологий лесовосстановления на продуктивность и качество выращиваемых насаждений [2]. В результате были получены экспериментальные данные, имеющие большую научную и практическую значимость [3]. Эти результаты использовались Институтом для разработки рекомендаций по лесовосстановлению на зонально-типологической основе. В настоящее время по ряду причин (отсутствие опытных лесничеств, сложность мероприятий по уходу за лесом, охране и защите) возникла опасность утраты этих объектов. Задачи по совершенствованию лесовосстановления становятся все более острыми [4–7].

Необходимость многолетнего мониторинга за насаждениями на опытных объектах, выполнение программ работ на них и обеспечение преемственности в ис-

следованиях обуславливает особую актуальность формирования базы стационарных объектов по исследованию лесовосстановительных процессов [8].

Таким образом, **целью** проведённых работ была инвентаризация, паспортизация опытно-производственных объектов ВНИИЛМ для оценки достигнутых результатов и определения необходимости проведения мероприятий по охране, защите, лесоводственным уходам, использованию объектов лесовосстановления, а также для создания многолетней основы научных исследований и демонстрации в натуре результатов НИР на перспективу.

Объекты и методика. Из общего числа опытно-производственных объектов (ОПО) отбирались имеющие научную и практическую значимость. Объекты должны были отвечать следующим основным требованиям:

- высокопродуктивное хозяйственно ценное насаждение;
- наличие технической документации на опытный объект, достоверно характеризующей выполненные на нём научно-исследовательские и опытно-производственные работы;

- наличие зафиксированных данных в материалах лесоустройства (лесной планшет, таксационное описание).

При отборе участков учитывалась также их доступность для выполнения научно-исследовательских работ и целесообразность демонстрации, как объектов инноваций.

Научная и практическая значимость ОПО устанавливалась по следующим основным к ним требованиям:

- лесохозяйственные работы на объекте осуществлялись по теоретически обоснованным, прошедшим опытно-производственную проверку способам и технологиям с учётом лесорастительных условий, лесоводственных свойств выращиваемых лесобразующих пород, с созданием оптимальных условий почвенного и светового питания выращиваемых деревьев на всех этапах формирования насаждений, при своевременном и качественном выполнении технологических операций;

- при выполнении работ применялась эколого- и ресурсосберегающая техника: как серийные, так и опытные образцы тракторов, машин, орудий, инструментов, созданные ВНИИЛМ [9];

- дана лесоводственная и экономическая оценка разработанных технологий и техники;

- есть возможность длительного (до 50 лет) выполнения на них научно-исследовательских и опытно-производственных работ, при необходимости в течение всего цикла производства заданных лесных ресурсов (в т.ч. получение деловой древесины, иных);

- есть возможность демонстрации в натуре результатов научно-исследовательских работ для использования их в лесохозяйственном производстве.

Параметры насаждений определялись путём обмера и перечёта деревьев, закладываемых по общепринятой методике глазомерно-измерительной таксации. Все-

го в натуре было отобрано, инвентаризировано и паспортизировано 44 опытно-производственных объекта лесовосстановления [10].

В результате проведённых работ были составлены карточки инвентаризации и паспорта опытно-производственных объектов. Для всех отобранных объектов были разработаны программы продолжения научно-исследовательских и опытно-производственных работ по лесовосстановлению и подготовлены буклеты, характеризующие результаты выполненных ранее НИР. Ниже представлено описание объектов, имеющих наибольшую научную и практическую значимость: культуры ели (Московская и Костромская области, Республика Татарстан), культуры сосны, дуба, ольхи чёрной, тополя белого (Ростовская область).

Широкорядные культуры ели, созданные посадкой 5-летних саженцев по минерализованным полосам, без корчёвки пней (объект № 4/ЛК)

Местоположение: лесной район – хвойно-широколиственных лесов европейской части РФ, Московская обл., Сергиево-Посадское лесничество, Сергиево-Посадское участковое лесничество, квартал № 66, выдел № 12, площадь 8,2 га.

Лесорастительные условия: почва – дерново-подзолистая суглинистая свежая, тип лесорастительных условий – С₂₋₃. Тип леса – ельник сложный широколиственный. Категория лесокультурной площади – однолетняя сплошная вырубка, количество пней менее 0,5 тыс.шт./га, захламлиенность менее 5 пл.м³/га.

Год закладки: 1994.

Цель: разработка эколого- и ресурсосберегающей технологии создания культуры ели на вырубках при комплексной механизации работ.

Технология и техника:

- расчистка полос шириной 1,5 м без корчёвки пней с одновременной минерализацией поверхности почвы на глубину 7–12 см;

Таблица 1

Таксационные параметры древостоев (возраст 17 лет)

Вариант, №	Состав	Схема размещения посадочных мест, м		Густота посадки, тыс. шт./га	Количество деревьев, тыс. шт./га	Приживаемость, %	Средние		Запас древесины, м ³ /га
		между рядами	в рядах				высота, м	диаметр, см	
1	10Е	3,5	1,1	2,6	2,4	92	8,5	9,0	72
2	10Е+Б,Ос	6,0	1,1	1,5	1,3	86	9,2	11,3	76

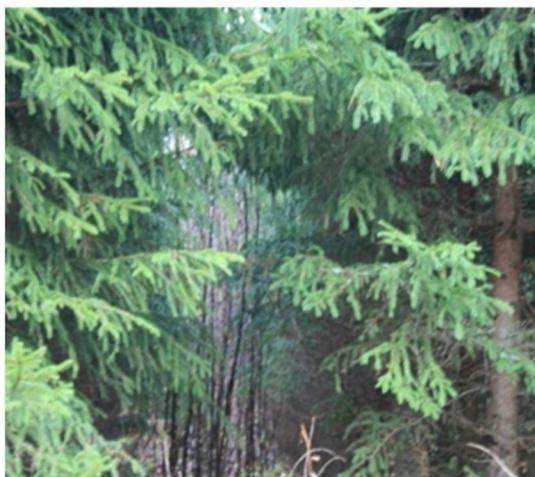


Рис. 1. Широкорядные культуры ели, созданные посадкой 5-летних саженцев по минерализованным полосам, размещённым без корчёвки пней (слева – вариант № 1 (контроль), справа – вариант № 2)

- посадка 5-летних саженцев МЛУ-1А;
- двукратный агротехнический уход КОК-2;
- однократный лесоводственный уход мотокусторезом. Затраты на 1 га: 4–5 тракторо-смен ЛХТ-55, 7–9 человеко-дней (табл. 1, рис. 1).

Результаты НИР: технология обеспечивает высокую приживаемость и интенсивный рост ели; формирование чистых еловых насаждений с единичной примесью берёзы, осины; сохранение естественных для вырубki лесорастительных условий; комплексную механизацию работ на базе трактора тягового класса 3.

Направление работ: изучение процессов формирования елового насаждения, созданного по энергосберегающей технологии при комплексной механизации работ.

Культуры ели, созданные по эколого-сберегающей технологии (объект № 6/ЛК)

Местоположение: лесной район – хвойно-широколиственных лесов европейской части РФ, Московская обл., Сергиево-Посадское лесничество, Хотьковское участковое лесничество, квартал № 7, выдел № 5, площадь 2,8 га.

Лесорастительные условия: почва – дерново-подзолистая суглинистая свежая, тип лесорастительных условий – С₂. Тип леса – ельник сложный широколиственный. Категория лесокультурной площади – однолетняя сплошная вырубка, количество пней менее 0,5 тыс.шт./га, захламлиенность менее 5 пл.м³/га.

Год закладки: 1996.

Цель: создание культур ели по перспективной эколого-сберегающей технологии.

Технология и техника:

вариант № 1 (1996 г.):

а) посадка по необработанной почве лесопосадочной машиной МЛУ-1 5(3+2)-летних саженцев ели;

б) уход (1998 г.) агротехнический мотокусторезом;

в) уход (2006 г.) лесоводственный (осветление) мотокусторезом.

вариант № 2 (контроль): участок, оставленный под естественное зарастивание.

Затраты: вариант № 1 – 0,7-1,0 тракторо-смен и 10-12 человеко-дней; вариант № 2 – 0 (табл. 2, рис. 2).

Результаты НИР:

вариант № 1 – технология и техника обеспечили высокую приживаемость и интенсивность роста культур ели, сформировавших чистое сомкнутое еловое насаждение;

вариант № 2 – восстановлен естественным способом сомкнутый берёзово-осиновый молодняк.

Направление работ: изучение процессов формирования елового насаждения, созданного по эколого- и энерго-сберегающей технологии при комплексной механизации работ без обработки почвы.

Культуры ели, созданные при разных технологиях механизированной обработки почвы (объект № 5/ЛК)

Местоположение: лесной район – хвойно-широколиственных лесов европейской части РФ, Московская обл., Сергиево-Посадское лесничество, Васильевское участковое лесничество, квартал № 35, выдел № 6, площадь 19 га.

Лесорастительные условия: почва – дерново-подзолистая суглинистая свежая, тип лесорастительных условий – С₂. Тип леса – ельник сложный широколиственный. Категория лесокультурной площади – однолетняя сплошная вырубка, количество пней менее 0,5 тыс.шт./га, захламлённость менее 5 пл.м³/га.

Таблица 2

Таксационные параметры древостоев (возраст 15 лет)

Вариант, №	Состав	Схема размещения посадочных мест, м		Густота посадки, тыс.шт./га	Количество деревьев, тыс.шт./га	Приживаемость, %	Средний диаметр, см	Запас древесины, м ³ /га
		между рядами	в рядах					
1	10Е	3,2	0,8	3,9	3,0	77	8,6	120
2	8Б	-	-	-	3,9	-	5,4	39
	2Ос	-	-	-	0,7	-	4,0	7



Рис. 2. Культуры ели, созданные по эколого-сберегающей технологии

Год закладки: 1986.

Цель: изучить влияние лесорастительных свойств почвы на приживаемость и рост культур ели.

Технология и техника:

- вариант № 1 – напашка прерывистых пластов (микроповышений) ОРМ-1,5;

- вариант № 2 – расчистка без корчёвки пней с одновременной минерализацией почвы ОРВ-1,5;

- вариант № 3 – расчистка полос с корчёвкой всех пней Д-574, напашка гряд на полосах ПЛМ-1,3;

- вариант № 4 – напашка пластов ПЛ-1;

- вариант № 5 (контроль) – без обработки почвы.

Посадка 5-летних саженцев выполняется в вариантах 2,3,5 – МЛУ-1, в вариантах 1,4 – вручную под лесопосадочный меч.

Агротехнический уход (двукратный) в вариантах 1–5 проведён КОК-2 и мотокусторезом (табл. 3, рис. 3).



Рис. 3. Культуры ели, созданные при разных технологиях механизированной обработки почвы (вариант № 4)

Результаты НИР: при сохранении в пределах посадочных мест почвы из пере-

гнойно-аккумулятивного горизонта все варианты обеспечивают высокую приживаемость и быстрый рост культур ели.

Направление работ: изучение влияния технологий обработки почвы под лесные культуры на вырубках на формирование насаждений.

Культуры ели, созданные при комплексной механизации работ и разных технологиях расчистки вырубок (объект № 12/26/ ЛК)

Местоположение: лесной район – южно-таёжный европейской части РФ, Костромская обл., Островское лесничество, Ломковское участковое лесничество, квартал № 25, выдел № 4, площадь 13 га.

Лесорастительные условия: почва – дерново-подзолистая суглинистая свежая, тип лесорастительных условий – С₃. Тип леса – ельник кисличный. Категория лесокультурной площади – однолетняя сплошная вырубка, количество пней более 0,5 тыс.шт./га.

Год закладки: 1984.

Цель: разработать технологию создания культур ели на сплошных вырубках при комплексной механизации работ.

Технология и техника:

- вариант № 1: а) расчистка полос с корчёвкой пней МП-2Б; б) напашка пластов ПЛШ-1,2; в) посадка СЛ-2;

- вариант № 2: а) расчистка полос без корчёвки пней ЛХТ-55; б) напашка гряд ПЛМ-1,3; в) посадка МЛУ-1;

- вариант № 3 (контроль): а) расчистка полос с корчёвкой пней МП-2Б; б) напашка пластов ПКЛН-500; в) посадка СЛ-2.

Таблица 3

Таксационные параметры древостоев (возраст 25 лет)

Вариант, №	Состав	Схема размещения посадочных мест, м		Густота посадки, тыс. шт./га	Количество деревьев тыс. шт./га	Приживаемость, %	Средний диаметр, см	Запас древесины, м ³ /га
		между рядами	в рядах					
1	10Е+Б,Ос	4,0	1,2	2,1	1,6	76	12,1	120
2	10Е+Б,Ос	6,0	1,1	1,5	1,0	67	14,5	110
3	10Е+Б,Ос	4,0	1,0	2,5	1,4	82	15,8	168
4	10Е+Б,Ос	3,5	1,0	3,1	2,1	87	12,4	168
5	10Е+Б,Ос	4,0	1,0	2,5	2,0	80	13,5	200

Во всех вариантах размещение посадочных мест $4 \times 0,8$ м, густота посадки 3,3 тыс.шт./га.

Посадочный материал: трёхлетние сеянцы ели. Уход 1986, 1987 гг. – химический (далапон), 1990 г. – осветление КОК-2 (табл. 4, рис. 4).



Рис. 4. Культуры ели, созданные при комплексной механизации работ и разных технологиях расчистки вырубок (вариант №2)

Результаты НИИР: сохранение в пределах расчищенных полос лесной подстилки и перегнойно-аккумулятивного горизонта обеспечивает более высокую приживаемость и интенсивность роста культур ели (вариант №2).

Направление работ: изучение процессов формирования елового насаждения, созданного при комплексной механизации работ и разных технологиях расчистки вырубок.

Создание лесных культур ели при разных технологиях подготовки почвы (объект № 1Т/ЛК)

Местоположение: лесной район – хвойно-широколиственных лесов европейской части РФ, Республика Татарстан,

Зеленодольское лесничество, Айшинское участковое лесничество, квартал № 43, выдел № 36, площадь 1,0 га.

Лесорастительные условия: почва – супесчаная дерново-подзолистая, тип лесорастительных условий – С₂. Тип леса – ельник липовый, Елп. Категория лесокультурной площади – свежая вырубка.

Год закладки: 1973.

Цель: разработка эффективных технологий подготовки почвы для создания лесных культур ели на вырубках.

Технология и техника:

- вариант №1: расчистка – валка деревьев с корнями; обработка почвы – дискование бороной БДТ-2,2; посадка – ручная под меч Колесова; посадочный материал – трёхлетние сеянцы средней высоты (30 см); схема размещения – $2,0 \times 1,0$ м; густота посадки – 5,5, тыс./га; уход: 1973 год – 1; 1974 год – 1; 1975 год – 1, агротехнический уход – осветление 1976 год – 2, вручную, КОК-2; прочистка – в 1988 году вырубка каждого 4-го ряда, в 1990 году – каждого 2-го, прореживание не проводилось;

- вариант № 2: расчистка – корчёвка пней полосами шириной 3 м; обработка почвы – дискование бороной БДТ-2,2; посадка – ручная под меч Колесова; посадочный материал – трёхлетние сеянцы средней высоты (30 см); схема размещения – $4,8 \times 1,0$ м; густота посадки – 1,9 тыс./га; уход (год, раз) – 1973 год – 1, 1974 год – 1, 1975 год – 1; агротехнический уход – осветление вручную, 1976 год – 2, КОК-2; прочистка – не проводилась; прореживание не проводилось;

Таблица 4

Таксационные параметры древостоев (возраст 27 лет)

Вариант, №	Состав	Количество деревьев, тыс.шт./га	Приживаемость, %	Средние		Запас древесины, м ³ /га
				высота, м	диаметр, см	
1	9Е1Ос	2,3	70	10,0	10,0	90
2	8Е1Б1Ос	2,7	82	11,0	11,0	150
3	9Е1Б	2,3	71	9,0	10,0	75

• вариант № 3: расчистка и обработка почвы не проводились. Посадка – СКЛ-1; посадочный материал – трёхлетние сеянцы (30 см). Схема размещения – 4,0×1,2 м; густота посадки – 2,3 тыс./га. Уходы: осветление за период 1973–1988 гг. – 2; прочистка и прореживание не проводились (табл. 5, рис. 5).

Результаты НИИР: разработка эффективных технологий подготовки почвы под лесные культуры.

Направление работ: изучение процессов формирования лесных культур ели, созданных по разным технологиям.

Культуры сосны, созданные без предварительной обработки почвы (объект № 22/ЛК)

Местоположение: лесной район – район степей европейской части РФ, Ростовская обл., лесничество Шолоховское, участковое лесничество Вёшенское, квартал № 40, выдел № 5, площадь 10,0 га.

Лесорастительные условия: почва – песчаная свежая, тип лесорастительных условий – А₂. Тип леса – сосняк травяной – Стр.

Год закладки: 1970.

Цель: создание соснового насаждения на свежих песчаных почвах.

Технология и техника: лесные культуры созданы без предварительной обработки почвы лесопосадочной машиной МПП-1; агротехнический уход КЛБ-1,7 в течение пяти лет (8 уходов). Размещение – 3,0×0,7 м; густота посадки – 4,4 тыс. шт./га (табл. 6, рис. 6).

Результаты НИИР: технология создания высокопродуктивных сосновых насаждений без предварительной подготовки почвы и ручных агротехнических уходов.

Направление работ: изучение процессов формирования эталонного насаждения сосны, созданного без предварительной обработки почвы.

Таблица 5

Таксационные параметры древостоев (возраст 38 лет)

№ варианта	Состав	Количество деревьев, тыс.шт./га	Приживаемость, %	Средние		Запас древесины, м ³ /га
				высота, м	диаметр, см	
1	10Е, ед.Б	0,92	16,7	19,8	21,9	334
2	10Е, ед Б, Ос, КИВ	1,0	47	20	21,3	337
3	10Е, ед Б, Ос, Лп, КИВ	0,9	43	19	20,2	278



Рис. 5. Создание лесных культур ели при разных технологиях подготовки почвы (вариант № 1)



Рис. 6. Культуры сосны, созданные без предварительной обработки почвы

Таблица 6

Таксационные параметры древостоя (возраст 41 год)

№ варианта	Состав	Порода	Количество деревьев, тыс.шт./га	Средние		Запас древесины, м ³ /га
				высота, м	диаметр, см	
1	10С	С	0,920	17,6	22,5	260

Культуры сосны, созданные на песчаных массивах (объект № 27/11/ЛК)

Местоположение: лесной район – район степей европейской части РФ, Ростовская обл., Шолоховское лесничество, Вешёновское участковое лесничество, квартал № 42, выдел № 13, площадь 2,5 га.

Лесорастительные условия: почва – песчаная свежая, тип лесорастительных условий – А₂. Тип леса – сосняк травяной – Стр. Категория лесокультурной площади – песчаные массивы.

Год закладки: 1950.

Цель: создание основного насаждения на свежих песчаных почвах.

Технология и техника: 1950 год – зяблевая вспашка почвы полосами 50 м, весенняя ручная посадка под меч Колесова. Уходы: ручная прополка в течение трёх лет (6 ходов); механизированный уход КЛБ-1,7 в течение пяти лет (10 уходов). В 70-е годы прошлого века при прочистках удалён каждый третий ряд сосны. На объекте в 1994 и 2010 гг. проведены соответственно прореживание и проходные рубки интенсивностью выборки 15 % от общего запаса насаждения. Размещение 1,5×0,7 м; густота посадки 8,0 тыс.шт./га (табл. 7, рис. 7).

Результаты НИР: технология создания высокопродуктивных сосновых насаждений на свежих песчаных почвах.

Направление работ: изучение процессов формирования насаждения сосны на песчаных почвах с учётом локализации очагов корневой губки.

Культуры дуба черешчатого, созданные на вырубке посевом при механизации работ (объект № 20/4/ЛК)

Местоположение: лесной район – район степей европейской части РФ, Ростовская обл., Шолоховское лесничество, Вёшенское участковое лесничество, квартал № 88, выдел № 66, площадь 2,2 га.

Лесорастительные условия: почва – аллювиально-слоистая чернозёмовидная среднесуглинистая, тип лесорастительных условий – Д₂. Тип леса – дубняк низинный на нижней границе распространения – Дн. Категория лесокультурной площади – сплошная вырубка (пойма р. Дон).

Год закладки: 1970.

Цель: восстановление дуба черешчатого.

Технология и техника:

корчёвка пней Д-514 на полосах шириной 40–50 м. Вспашка ППН-50, нарезка борозд ПКЛ-70 с одновременным посевом желудей. Уходы: 1-й год – 1 уход внесение гербицида+2 ухода КЛБ-1,7+2 прополки; 2-й год – 2 ухода КЛБ-1,7+2 прополки; 3-й год – 1 уход КЛБ-1,7. Размещение 3×0,5 м; густота посадки 6,6 тыс. шт./га (табл. 8, рис. 8).

Таблица 7

Таксационные параметры древостоя (возраст 61 год)

№ варианта	Состав	Количество деревьев, тыс.шт./га	Средние		Запас древесины, м ³ /га
			высота, м	диаметр, см	
1	10С	1,41	17,6	17,6	260



Рис. 7. Культуры сосны, созданные на песчаных массивах



Рис. 8. Культуры дуба черешчатого, созданные на вырубке посевом при механизации работ

Таблица 8

Таксационные параметры древостоя (возраст 41 год)

№ варианта	Состав	Количество деревьев, тыс.шт./га	Средние		Запас древесины, м ³ /га
			высота, м	диаметр, см	
1	10Д	0,720	16,1	13,4	185

Результаты НИР: высококачественные культуры дуба, созданные на вырубках посевом желудей. Объект для дальнейшего продолжения научно-исследовательских работ.

Направление работ: изучение процессов формирования и хода роста лесных культур дуба семенного происхождения 1 класса бонитета.

Естественное восстановление ольхи чёрной в пойме р. Дон (объект № 30/1/ЕВ)

Местоположение: лесной район – район степей европейской части РФ, Ростовская обл., Шолоховское лесничество, Еланское участковое лесничество, квартал № 48, выдел № 8, площадь 3,5 га.

Лесорастительные условия: почва – аллювиальная травяноболотная чернозёмовидная тяжелосуглинистая, тип лесо-

растительных условий – Д₄. Тип леса – черноольшаник сероивняковый – Оли. Категория площади – пойма р. Дон.

Год закладки: 1961.

Цель: создание хозяйственно ценного насаждения ольхи чёрной, сформированного естественным способом.

Технология и техника:

1961 год – лесовосстановительная рубка спелого насаждения ольхи чёрной;

1993 год – прореживание с выборкой 25 % от общего запаса, метод ухода низкой (табл. 9, рис. 9).

Результаты НИР: технология восстановления высокопродуктивных черноольховых насаждений естественным способом.

Направление работ: изучение процесса естественного восстановления высокопродуктивных насаждений и составление таблиц хода роста ольхи чёрной.

Таблица 9

Таксационные параметры древостоя (возраст 50 лет)

№ варианта	Состав	Количество деревьев тыс.шт./га	Средние		Запас древесины, м ³ /га
			высота, м	диаметр, см	
1	10Ол	0,510	24,8	25,9	350



Рис. 9. Естественное восстановление ольхи чёрной в пойме р. Дон



Рис. 10. Естественное восстановление тополя белого в пойме р. Дон

Таблица 10

Таксационные параметры древостоя (возраст 50 лет)

№ варианта	Состав	Количество деревьев, тыс. шт./га	Средние		Запас древесины, м ³ /га
			высота, м	диаметр, см	
1	10Тб	0,560	23,0	24,0	220

Естественное восстановление тополя белого в пойме р. Дон (объект № 31/2/ЕВ)

Местоположение: лесной район – район степей европейской части РФ, Ростовская обл., Шолоховское лесничество, Еланское участковое лесничество, квартал № 88, выдел № 49, площадь 3,5 га.

Лесорастительные условия: почва – аллювиальная среднесуглинистая, тип лесорастительных условий – Д₂. Тип леса – белотопольник среднестепной – Тб.ср.п. Категория площади – пойма р. Дон.

Год закладки: 1956.

Цель: создание хозяйственно ценного насаждения тополя белого, сформированного естественным способом.

Технология и техника: 1956 год – лесовосстановительная рубка спелого насаждения тополя белого, обеспечившая его успешное возобновление корневыми отпрысками (табл. 10, рис. 10).

Результаты НИР: технология восстановления высокопродуктивных насаждений тополя белого естественным способом.

Направление работ: изучение процесса естественного восстановления высокопродуктивных насаждений и составление таблиц хода роста тополя белого.

Выводы

1. Объекты стационарных исследований лесовосстановительных процессов, опытно-производственные объекты имеют большую научную и практическую значимость, поэтому на них необходимо продолжение научно-исследовательских и опытно-производственных работ по воспроизводству лесов в целях корректировки действующей в настоящее время научно-технической документации, регламентирующей правила ведения лесного хозяйства с учётом возраста и состояния насаждений.

2. Создана база данных на объекты стационарных исследований лесовосстановительных процессов на долгосрочную перспективу.

3. Анализ приведённых выше данных обследования насаждений на выбранных опытно-производственных объектах лесовосстановления показал, что применённые технологии воспроизводства ели, сосны, дуба, ольхи чёрной, тополя на сплошных вырубках и не покрытых лесом лесных землях обеспечивают восстановление и формирование высокопродуктивных насаждений. Выявлены молодняки ели искусственного происхождения, созданные по эффективным технологиям, достигающие запаса 300 м³/га.

4. Разработаны программы продолжения научно-исследовательских работ по воспроизводству лесов на опытно-производственных объектах на основе по-

лученных в результате инвентаризации и паспортизации данных, и имеют следующее содержание: цель, состав проводимых мероприятий, сроки их выполнения.

Список литературы

1. <http://www.vniilm.ru/ru/nir> (дата обращения: 11.12.2013).

2. *Родин, С. А.* Технологическое обеспечение работ по лесовосстановлению / С. А. Родин, Н. Е. Проказин. – Пушкино : ВНИИЛМ, 2012. – 212 с.

3. *Казаков, В. И.* Особенности усовершенствованной технологии выращивания сеянцев сосны в условиях степного Придонья / В. И. Казаков, А. В. Чукарина // Вестник Марийского государственного технического университета. Сер.: Лес. Экология. Природопользование. – 2011. – № 1 (11). – С. 19-24.

4. *Писаренко, А.И.* Устойчивое лесовосстановление – основа устойчивого лесопользования / А.И. Писаренко // Лесное хозяйство. – 2003. – № 5. – С. 2-5.

5. *Романов, Е.М.* Состояние и проблемы воспроизводства лесов России / Е.М. Романов, Н.В. Еремин, Т.В. Нуреева // Вестник Марийского государственного технического университета. Сер.: Лес. Экология. Природопользование. – 2007. – № 1. – С. 5–15.

6. *Романов, Е.М.* Искусственное лесовосстановление в Среднем Поволжье: состояние и задачи по совершенствованию / Е.М. Романов, Т.В. Нуреева, Н.В. Еремин // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Лес. Экология. Природопользование. – 2013. – № 3 (19). – С. 5–19.

7. *Денисов, С.А.* Проблемы воспроизводства сосновых лесов Среднего Поволжья / С. А. Денисов, К. К. Калинин, В. П. Бессчетнов, Н. В. Демичева, Т. С. Батухтина, В. В. Самоделькина // Вестник Марийского государственного технического университета. Сер.: Лес. Экология. Природопользование. – 2012. – № 1 (14). – С. 12–23.

8. Результаты НИР на опытно-производственных объектах Всероссийского научно-исследовательского института лесоводства и механизации лесного хозяйства (ФБУ ВНИИЛМ) / Сост.: В. И. Суворов, С. А. Родин, Н. Е. Проказин. – Пушкино : ВНИИЛМ, 2012. – 58 с.

References

1. <http://www.vniilm.ru/ru/nir> (Reference date: 11.12.2013).

2. *Rodin S. A., Prokazin N. E.* Tekhnologicheskoe obespechenie rabot po lesovosstanovleniyu [Engineering Support of Works on Forest Restoration]. Pushkino: VNIILM, 2012. 212 p.

3. *Kazakov V. I., Chukarina A. V.* Osobennosti usovershenstvovannoy tekhnologii vyrashchivaniya seyantsev sosny v usloviyakh stepnogo Pridonya [Peculiarities of Improved Techniques of Pine Seedlings Cultivation in the Steppe of the Don Region]. Vestnik Mariyskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Ser.: Les. Ekologiya. Prirodopolzovanie. [Vestnik of Mari State Technical University. Ser.: Forestry. Ecology. Nature Management]. 2011. No 1 (11). P. 19-24.

4. *Pisarenko A.I.* Ustoychivoe lesovosstanovlenie osnova ustoychivogo lesopolzovaniya [Sustainable Forest Restoration is the Basis of Forest Exploitation]. Lesnoe khozyaystvo [Forestry]. 2003. No 5. P. 2-5.

5. *Romanov E.M., Eremin N.V., Nureeva T.V.* Sostoyanie i problemy vosproizvodstva lesov Rossii [Condition and Problems of Forest Regeneration in Russia]. Vestnik Mariyskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Ser.: Les. Ekologiya. Prirodopolzovanie. [Vestnik of Mari State Technical University. Ser.: Forestry. Ecology. Nature Management]. 2007. No 1. P. 5–15.

6. *Romanov E.M., Nureeva T.V., Eremin N.V.* Iskusstvennoe lesovosstanovlenie v Srednem Povolzhe: sostoyanie i zadachi po sovershenstvovaniyu [Artificial Forest Restoration in the Middle Volga: Condition and Problems to Be Solved]. Vestnik Povolzhskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta. Ser.: Les. Ekologiya. Prirodopolzovanie. [Vestnik of Volga State University of Technology. Ser.: Forestry. Ecology. Nature Management]. 2013. No 3 (19). P. 5–19.

7. *Denisov S.A., Kalinin K. K., Besschetnov V. P., Demicheva N. V., Batukhtina T. S., Samodelkina V. V.* Problemy vosproizvodstva osnovnykh lesov Srednego Povolzhya [Problems of Pine Forests Regeneration in the Middle Volga]. Vestnik Mariyskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Ser.: Les. Ekologiya. Prirodopolzovanie. [Vestnik of Mari State Technical University. Ser.: Forestry. Ecology. Nature Management]. 2012. No 1 (14). P. 12–23.

8. *Suvorov V. I., Rodin S. A., Prokazin N. E.* Rezultaty NIR na opytно-proizvodstvennykh obektakh Vserossiyskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta lesovodstva i mekhanizatsii lesnogo khozyaystva (FBU VNIILM) [Researches Results at the Experimental Sites of Russian Research Institute for Silvicultural

9. <http://www.vniilm.ru/razraball/razrab-mex> (дата обращения: 11.12.2013).

10. *Родин, С.А.* Научное обеспечение лесовосстановления / С.А. Родин, Н.Е. Проказин // Инновации и технологии в лесном хозяйстве: Материалы III Международной научно-практической конференции, 22-24 мая 2013 г., Санкт-Петербург, ФБУ «СПбНИИЛХ». – СПб: СПбНИИЛХ, 2013. – Ч. 2. – С. 193-200.

ture and Mechanization (FBU VNIILM)]. Pushkino: VNIILM, 2012. 58 p.

9. <http://www.vniilm.ru/razraball/razrab-mex> (Reference date: 11.12.2013).

10. *Rodin S.A., Prokazin N.E.* Nauchno obespechenie lesovosstanovleniya [Scientific Support of Reforestation]. Materialy III Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii (22-24 maya 2013 g., Sankt-Peterburg, FBU «SPbNIILKh»): v 2 ch. [Materials of III International scientifically-practical conference (May 22-24, 2013, Saint-Petersburg, FBU «SPbNIILKh»), in 2 parts]. Sankt-Petersburg: FBU SPbNIILKh, 2013. P 2. P. 193-200.

Статья поступила в редакцию 22.10.13.

РОДИН Сергей Анатольевич – доктор сельскохозяйственных наук, заместитель директора по научной работе, Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства (Российская Федерация, Московская обл., г. Пушкино). Область научных интересов – лесоводство, лесовосстановление, семеноводство. Автор 126 публикаций.

E-mail: info@vniilm.ru

ПРОКАЗИН Николай Евгеньевич – кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий отделом лесовосстановления и семеноводства, Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства (Российская Федерация, Московская обл., г. Пушкино). Область научных интересов – лесовосстановление, лесоразведение, семеноводство. Автор 58 публикаций.

E-mail: info@vniilm.ru

RODIN Sergey Anatoliyevich – Doctor of Agricultural Sciences, Deputy Director for Research Activity, Russian Research Institute for Silviculture and Mechanization (Pushkino, Moscow region, Russian Federation). Research interests – forestry, forest restoration, seed breeding. The author of 126 publications.

E-mail: info@vniilm.ru

PROKAZIN Nikolay Evgenyevich – Candidate of Agricultural Sciences, Head of the Department of Forest Regeneration and Seed Breeding, Russian Research Institute for Silviculture and Mechanization (Pushkino, Moscow region, Russian Federation). Research interests – forest restoration, forest cultivation, seed breeding. The author of 58 publications.

E-mail: info@vniilm.ru

S. A. Rodin, N.E. Prokazin

FORMING OF EXPERIMENTAL SITES FOR STATIONARY RESEARCHES OF FOREST REGENERATION PROCESSES

Key words: forest regeneration; inventory; research activities database; technologies; efficiency.

In 1960-2000 Russian Research Institute for Silviculture and Mechanization of Forestry and its subsidiaries in collaboration with forestries established experimental sites for constant research and development operations. The Institute applied the findings to develop forest regeneration recommendations on the zonal and typology basis. Nowadays due to the problems with timely silvicultural operations, there is a risk to lose these sites. The goal of the operations was inventory and certification of experimental sites, determination of the follow-up silvicultural operations, assessment of the findings and opportunities to use them to establish research database and to demonstrate research results on-site in the long run. Description of 44 high productivity softwood and hardwood stands (15-60 years) that have research and practical value has been prepared. Young spruce plantations established under efficient technologies with growing stock amounting to 300 m³/ha have been identified. Research and experimental programs for all the sites have been elaborated.

УДК 630*232.2: 630*232.33: 630*232.4

Т. А. Турчина

ОПТИМАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ИСКУССТВЕННОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ НАСАЖДЕНИЙ ОЛЬХИ ЧЁРНОЙ В ПОЙМАХ РЕК СТЕПНОЙ ЗОНЫ РОССИИ

Проанализирован опыт создания лесных культур ольхи чёрной в степной зоне России. Изучено влияние технологических приёмов на рост и продуктивность искусственно созданных черноольшаников. Для разных категорий лесокультурных площадей предложены технологии создания лесных культур.

Ключевые слова: ольха чёрная; лесокультурная площадь; искусственное лесовосстановление; технологии создания лесных культур.

Введение. Леса степной зоны России относятся к лесам защитного назначения, освоение их осуществляется в целях сохранения средообразующих, водоохраных, защитных, санитарно-гигиенических, оздоровительных и иных полезных функций. Использование лесов при этом должно осуществляться методами, допускающими лишь кратковременное изменение статуса территории лесных земель. В структуре степных лесов преобладают насаждения древесных пород, относящихся к группе светолюбивых. Их отличительной особенностью является ограниченная возможность постепенной замены материнского насаждения дочерним. К числу таких пород относится ольха чёрная *Alnus glutinosa* (Gaerth.). Во многих лесничествах региона (особенно в пойменных условиях) она является вторым по значимости (после дуба) лесообразователем; насаждения ольхи в среднем занимают около 10 % лесопокрытой площади, а в поймах некоторых рек – до 85 %.

В регионе преобладают высокопроизводительные древостои порослевого происхождения, так как для появления семенного поколения необходимо одновременное соблюдение нескольких условий:

особого светового режима под пологом, оптимальных водно-физических свойств поверхностного слоя почвы (минерализация и увлажнение), высокой толерантности появляющихся всходов к травянистым растениям [1]. Как правило, одновременное соблюдение этих условий недостижимо, поэтому основной способ восстановления насаждений ольхи чёрной – естественный, проводимый за счет мер содействия путём сохранения подроста последующего порослевого возобновления. Однако появление порослевого подроста возможно в случае сплошной рубки насаждения в возрасте не старше 70 лет. Современная возрастная структура черноольшаников такова, что запрет сплошных рубок в некоторых категориях защитных лесов приведёт к накоплению старовозрастных насаждений, теряющих регенеративную способность, восстановить которые можно будет только искусственным путём.

В настоящее время возможность искусственного восстановления насаждений ольхи чёрной в степной зоне ограничена. Связано это с тем, что в действующих нормативных документах [2] такой метод восстановления черноольшаников не

предусмотрен. Также отсутствуют стандарты на посадочный материал этой древесной породы, хотя ранее они были разработаны [3].

Между тем, в регионе имеется положительный опыт создания лесных культур ольхи чёрной, который требует изучения и обобщения. Кроме накопления знаний о технологиях лесовосстановления (для выбора наиболее оптимальных вариантов), опытные культуры являются источником ценной информации о закономерностях строения, роста и развития семенных черноольшаников. И, наконец, лесные культуры ольхи чёрной являются объектом генетического разнообразия вида *Alnus glutinosa* (Gaerth.).

Цель и задачи работы: выявить влияние технологий создания и режима выращивания на продуктивность и современную структуру искусственных насаждений ольхи чёрной. Обосновать наиболее оптимальные технологические приёмы освоения лесокультурных площадей.

Объекты и техника эксперимента. Объектом исследований являлись лесные культуры ольхи чёрной, созданные в период с 1972 по 1989 гг. в притеррасной части поймы реки Дон на лугово-болотных чернозёмовидных почвах (Шолоховское лесничество Департамента лесного хозяйства Ростовской области).

Объёмы и технология создания лесных культур выявлялись на основе сохранившихся в участковых лесничествах лесоустроительных материалов и книг лесных культур. К сожалению, достаточной информативностью они не обладают, поэтому отдельные технологические операции и параметры (например, образование микроповышений*, положение посадочного места в микрорельефе и др.) на каждом участке восстанавливались лишь при его обследовании.

Также в настоящее время невозможно достоверно установить, какие из земель

лесокультурного фонда [5] составляли фонд лесовосстановления, фонд лесоразведения и фонд реконструкции. Преобладали, предположительно, земли фонда реконструкции, состоящие из насаждений малоценных пород (заросли кустарниковых ивняков) и молодняков малоценных пород, появившихся на месте погибших насаждений вяза, ивы, тополей и на вырубках ольхи, не возобновившихся главной породой.

Выявленные земли лесокультурного фонда были представлены следующими категориями площадей:

а) прогалины, старые вырубки с неразложившимися пнями в количестве до 300 шт./га;

б) свежие и старые вырубки с наличием пней до 500–600 шт./га;

в) старые вырубки с наличием пней более 500 шт./га на почвах с постоянным и временным избыточным увлажнением и более 600 шт./га на свежих почвах;

г) заросли кустарниковых ивняков (тальники).

Отдельные параметры лесокультурной площади (давность рубки, количество пней) устанавливались на основе анализа архивных документов.

Все применяемые технологии создания лесных культур ольхи чёрной носили экспериментальный характер, так как Шолоховское лесничество (ранее Вёшенский лесхоз) имело статус опытно-показательного. К сожалению, последние посадки датируются 1989 годом, поэтому в настоящее время имеется возможность сравнения лишь средневозрастных насаждений (25–40 лет).

Камеральный отбор участков для последующей закладки пробных площадей (ПП) проводили на основе анализа материалов лесоустройства (таксационные описания) с учётом следующих требований:

*Здесь и далее под термином «микроповышение» подразумевается гряда, образуемая плугом ПЛД–1,2 [4, с. 149]. В аналогичном значении используется термин «микрорельеф».

- приуроченность к наиболее соответствующим лесорастительным условиям (группа типов леса, тип лесорастительных условий);

- соответствие восстанавливаемой породы лесорастительным условиям участка;

- высокое качество восстановленного молодняка (приживаемость и интенсивный рост лесных культур; сомкнутость древесного полога в рядах и междурядьях; преобладание в составе целевых лесобразующих пород);

- фиксация насаждения как самостоятельного выдела.

Подбор опытных участков осуществлялся с учётом преемственности (восстановлены некоторые объекты, описанные в научных отчётах филиала) и таким образом, чтобы характеристика использованных технологических операций и оценка их преимуществ и недостатков были наиболее полными.

Полевое обследование насаждений проводили маршрутным методом с закладкой постоянных и временных пробных площадей в соответствии с ОСТ–56–69 – 83 «Площади пробные лесоустойчивые. Метод закладки» [6]. В смешанных насаждениях пробная площадь по ширине охватывала не менее трёх циклов смешения, а в чистых культурах – не менее десяти рядов культур. Во всех случаях размер пробной площади соответствовал наличию не менее 150 деревьев главной породы.

На каждой пробной площади производилась сплошная перечислительная таксация древостоя по общепринятой методике [6, 7].

Для выявления влияния основных технологических приёмов создания лесных культур (способы подготовки почвы, способ и метод создания, сроки создания, схемы смешения) подбирались участки одновозрастных насаждений. Влияние технологических приёмов на рост, продуктивность, структуру насаждений определяли методом сравнения.

Все измерения подвергались статистической обработке в соответствии с положениями Г.Ф. Лакина [8] и с использованием средств MS Excel.

Анализ результатов. Ольха чёрная – светолюбивая и требовательная к богатству и влажности почвы древесная порода, поэтому при подборе участков для создания лесных культур следует учитывать не только лесорастительные условия, но и их категорию. Описанные в литературе насаждения искусственного происхождения [9, 10] и опытные лесные культуры в регионе исследований всегда создавались на участках, на которых был обеспечен оптимальный режим освещённости. Опытов по созданию частичных или предварительных культур ольхи в регионе не проводилось. Успех лесокультурного производства будет обеспечен при условии оптимально подобранных технологических операций по подготовке площади, обработке почвы, способу создания культур, а также вида посадочного материала и последующих уходов (агротехнических и лесоводственных).

Основой исследований явились опытные участки, заложенные в 2011 году, история некоторых из них восстановлена по данным отчётов о НИР филиала ФБУ ВНИИЛМ «Южно-европейская НИЛОС», на части пробных площадей проводились многолетние исследования автора. Сведения о каждом опытном участке и результаты учётных работ приведены в табл. 1.

Как видно, в зависимости от категории лесокультурная площадь подготавливалась разными способами: применялись частичная (полосами шириной до 40 м) и сплошная корчёвка, частичная и сплошная расчистка. Обработка почвы проводилась путём сплошной и частичной минерализации (КЛБ–1,7), нарезки борозд (ПКЛ–70), иногда дополненной рыхлением гребня борозды (создание микроповышения плугом ПЛД–1,2). На некоторых участках лесные культуры создавались и без подготовки площади и без обработки почвы.

Преимущественно это были старые невозобновившиеся вырубки ольхи с перегнившими пнями. Испытывался различный посадочный материал: семена, одно- и двухлетние сеянцы и схемы смешения: создавались чистые и смешанные культуры.

В насаждениях не проводились ни агротехнические, ни лесоводственные уходы, а это значит, что их современная структура обусловлена исключительно особенностями создания и влиянием внешних факторов.

В настоящее время здесь преобладают чистые древостои без подроста и подлеска, различные по густоте и биометрическим показателям древесных пород (табл. 1).

Как правило, следствием качественной подготовки площади и обработки почвы является высокая приживаемость культур. В частности, корчевка пней и нежелательной растительности будет способствовать отсутствию в будущем конкурентных взаимоотношений в ризосфере. Обработанная почва за счёт улучшения структуры (увеличение воздухопроницаемости, влагоёмкости, уменьшение плотности и др.) является залогом не только лучшей приживаемости культур, но и усиленного роста в первые годы и отсутствия негативного влияния травянистой растительности.

Анализ различных вариантов подготовки площади, обработки почвы не выявил ведущей технологической операции,

определяющей высокую приживаемость, сохранность культур, их биометрические показатели. При всех вариантах подготовки площади (частичная, сплошная раскорчевка) и даже без неё отмечается высокая приживаемость культур. Различия обусловлены наличием дополнительных параметров: обработкой почвы, положением посадочного места в микрорельефе, видом посадочного материала. В частности, было выявлено некоторое преимущество частичной раскорчевки площади: приживаемость культур в этих вариантах максимальная – 95,2–97,4 % (табл. 1). Качество подготовки площади и обработки почвы на рост культур в высоту не влияет, и это закономерно вследствие высокого светолюбия ольхи. При сходных технологических операциях их влияние на рост ольхи по диаметру не существенно ($t_{\Phi} = 0,7 < t_{05} = 1,96$).

Если способы подготовки площади и обработки почвы частично определяют качество созданных лесных культур до момента перевода их в земли, покрытые лесной растительностью, то дальнейший процесс формирования насаждений будет зависеть от других факторов: густоты культур, наличия сопутствующих пород и т.д.

Лесные культуры ольхи чёрной создавались и посевом, и посадкой одно- и двухлетних сеянцев. При соблюдении прочих равных условий приживаемость посевов, установленная на момент технической приёмки культур, на 27 % выше, чем при посадке (рис. 1).

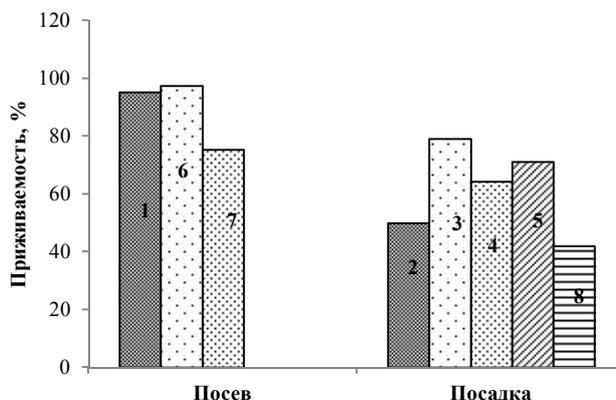


Рис. 1. Влияние метода создания на приживаемость лесных культур ольхи чёрной (1, 2, ..., 8 – номера пробных площадей)

Таблица 1

Характеристика пробных площадей лесных культур ольхи чёрной

№№ пр. пл.	Участковое лесничество, кв., выд., ТЛУ, категория лесокультурной площади	Технология создания лесных культур	Приживаемость культур, %		Дополнение, %	Таксационная характеристика							
			I год	II год		ярус, порода	А, лет	N, шт./приживаемость, %	Hср, м	Dср, см	G, м ²	M, м ³	состав
1	Вёшенское, 93-2, Д ₄ , вырубка	Частичная раскорчёвка с последующей минерализацией, ручной посев 3,0x1,0 (3,3 тыс. шт./га), без уходов	95,2	77,6	–	Олч	17	1460/43,8	15,3	14,8±0,19	25,1	192	10Олч
						Олч	30	927/27,8	20,9	22,7±0,50	37,5	392	10Олч
						Олч Пдл. Кля	36 15	867/26,0 500/–	24,5 6,5	25,7±0,88 8,0	44,8 2,5	549 7,9	10Олч 10Кля
2	Вёшенское, 93-28, Д ₄ кустарниковые заросли, 10 Ивк, 10л, 4м, 4см, бон 2, 10м ³ /га	Раскорчёвка, сгребание порубочных остатков в валы с расстоянием между центрами 40,0 м, нарезка борозд, механизированная посадка в дно борозды, 3,0x0,75 (4,4 тыс. шт./га), без уходов	50,0	49,2	41,0	Олч	23	1389/31,3	17,1	13,7±0,38	20,5	175	10Олч ед. Ивб
						Ивб*		22/–	15,1	23,0±0,58	0,9	7	
						∑		1411/–			21,4	182	
3	Базковское, 6-23, Д ₄ , вырубка	Без подготовки площади, без обработки почвы, механизированная посадка 3,0x0,7 м (4,7 тыс. шт./га), без уходов	79,2	70,2	–	Олч	24	1295/27,2	19,8	18,5±0,43	34,8	344	10Олч
						Олч	30	956/20,1	22,2	23,0±0,52	39,7	441	10Олч
4	Базковское, 6-36, Д ₄ , вырубка	Без подготовки площади, без обработки почвы, механизированная посадка, 3,0x1,0 м (3,3 тыс. шт./га), без уходов	64,3	52,8	–	Олч	24	472/–	16,8	18,4±0,60	12,6	106	6Олч 4Ивб
						Ивб		198/–	17,5	22,7±0,84	8,0	70	
						∑		670/20,1			20,6	176	
						Олч	31	417/–	21,3	23,0±1,26	17,3	184	8Олч 2Ивб ед. В
						Ивб		83/–	22,8	27,1±3,85	4,8	53	
						В*		17/–	8,0	8,0	0,1	0,3	
∑	517/15,6			22,2	237,3								

Продолжение табл. 1

№ № пр. пл.	Участковое лесничество, кв., выд., ТЛУ, категория лесокультурной площади	Технология создания лесных культур	Приживаемость культур, %		Дополнение, %	Таксационная характеристика, на 1 га							
			I год	II год		Ярус, порода	А, лет	N, шт./приживаемость, %	Нср, м	Дср, см	G, м ²	M, м ³	состав
5	Антиповское, 113-47, Д ₄ , вырубка	Частичная нарезка борозд, механизированная посадка в дно борозды, 3,0x1,0 м (3,3 тыс. шт./га), без уходов	71,1	63,5	-	Олч	20	1080/-	14,9	14,6±0,39	18,1	135	8Олч 2Тб
						Тб		597/-	12,1	10,9±0,25	5,6	34	
						Σ		1677/50,3			23,7	169	
						Олч	25	1000/-	18,0	18,6±0,60	27,1	244	10Олч ед. Тб
						Тб		17/-	-	6,0	-	-	
						Σ		1017/30,5					
6	Вёшенское 68-24, Д ₄ кустарниковые заросли (10 Ивк, 10л, 4м, 4см, бон 2, 10м ³ /га)	Частичная раскорчёвка, частичная минерализация, ручной посев, 2,0x1,0 м (5,0 тыс. шт./га), без уходов	97,4	79,1	-	Олч	19	1440/28,8	18,5	15,4±0,20	27,0	249	10Олч
						Олч	22	1225/24,5	20,6	17,2±0,24	28,4	292	10Олч
						Олч	26	1000/20,0	22,4	20,3±0,32	32,3	354	10Олч
						Олч	39	950/19,0	22,9	25,9±0,83	50,1	573	10Олч
7	Вёшенское, 99-4, Д ₄ вырубка, погибшее насаждение вяза, тальники	Сплошная раскорчёвка, укладывание порубочных остатков в валы, нарезка борозд, рыхление гребня борозды, ручной посев 2,0x1,0 м (5,0 тыс. шт./га), без уходов	75,3	73,1	-	Олч	35	1200/24,0	22,2	20,0±0,42	37,7	418	9Олч 1Олч ед. В
						В*	70	22/-	20,0	14,1	0,3	6	
						Олч*	70	33/-	23,0	46,1	5,6	64	
						Σ		1254/-			43,6	488	
						Пдл. Кля	15	1532/-	6,5	5,3	3,4	10,6	10Кля
8	Вёшенское, 94-39, Д ₄ кустарниковые заросли (10Ивк, 20 л, 5м, 4см, 5бон, 40 м ³ /га)	Сплошная раскорчёвка, нарезка борозд, рыхление гребня борозды, механизированная посадка 3,0x0,75 м (4,4 тыс. шт./га), без уходов	29,4	42,0	53,6	Олч	25	1700/38,3	21,5	18,0±0,40	43,2	465	10Олч 9В 1Кля
						Пдл В	10	367/-	4,5	4,8	0,7	1,4	
						Кля		83/-	4,5	4,2	0,1	0,2	
						Σ		450/-			0,8	1,6	
9	Вёшенское, 99-20, Д ₄ вырубка	Сплошная раскорчёвка, нарезка борозд, рыхление гребня борозды, ручной посев 2,0x1,0 м (5,0 тыс. шт./га), без уходов	94,0	93,5	-	Олч	36	833/16,7	25,0	20,4±0,45	27,2	340	9Олч 1Олч ед. В
						В	80	33/-	12,0	25,4	1,7	10	
						Олч		22/-	25,0	39,0	2,7	33	
						Σ		888/-			31,6	383	
						Яз		3667/-	0,6	-	-	-	7Кля
						В		167/-	0,2	-	-	-	3Яз
Кля		7000/-	0,8	-	-	-	ед. В						

Окончание табл. 1

№ № пр. пл.	Участковое лесничество, кв., выд., ТЛУ, категория лесокультурной площади	Технология создания лесных культур	Приживаемость культур, %		Дополнение, %	Таксационная характеристика, на 1 га							
			I год	II год		Ярус, порода	А, лет	N, шт./приживаемость, %	Н _{ср} , м	D _{ср} , см	G, м ²	M, м ³	состав
10	Вёшенское, 94-15, Д ₄ вырубка	Расчистка площади, нарезка борозд, механизированная посадка в дно борозды 3,0x1,0 м (3,3 тыс. шт./га), без уходов	59,5	58,0	35,0	Олч	25	895/26,9	16,8	17,4±0,41	21,2	178	9Олч 1Ивб ед. В
						Ивб		38/-	15,1	29,0	2,5	19	
						В		10/-	12,1	22,0	0,4	2	
						Σ		943/-			24,1	199	
11	Вёшенское, 93-28, Д ₄ прогалина	Нарезка борозд, механизированная посадка в дно борозды, 3,0x0,75 м (4,4 тыс./га), без уходов	52,4	48,7	41,0	Олч	25	1250/28,1	18,2	16,2±0,52	25,9	236	9Олч 1Ивб
						Ивб		67/-	12,0	32,7	5,6	32	
						Σ		1317/-			31,5	268	
						Пдл В Кля		950/- 2275/- 3225/-	0,7 0,8				7Кля 3В
12	Вёшенское, 92-28, Д ₄ вырубка	Частичная корчёвка, сплошная минерализация, ручной посев 1,0x1,0 м (10,0 тыс./га)	85,0	83,0	-	Олч	12	5335/53,4	9,2	5,4	12,2	57	10Олч
						Олч	16	2560/25,6	12,1	9,4	17,8	111	10Олч
						Олч	26	1488/14,9	16,2	15,0	26,3	212	10Олч
13	Вёшенское, 68-23, Д ₄ кустарниковые заросли (10 Ивк, 10л, 4м, 4см, бон 2, 10м ³ /га)	Частичная раскорчёвка, нарезка борозд, посадка вручную в гребень борозды, 2,0x1,0 м (5,0 тыс. шт./га), посадочный материал: ольха – сеянцы 2-х лет, ива – одревесневшие черенки (вербовый кол), без уходов	Нет сведений	Нет сведений	-	Олч	22	695/-	20,6	17,0±0,24	15,8	162	8Олч 2Ивб
						Ивб		70/-	20,6	23,0±1,37	2,9	27	
						Σ		765/15,3			18,7	189	
						Олч	26	695/-	22,5	20,1±0,32	22,1	243	9Олч 1Ивб
						Ивб		65/-	22,7	23,7±1,52	2,9	29	
						Σ		760/15,2			25,0	272	
						Олч	39	644/-	22,9	25,2±0,44	32,1	368	9Олч 1Ивб
Ивб	33/-	23,5	28,1±2,00	2,1	23								
Σ	677/13,5			34,2	391								

Примечания: 1. Древесные породы, помеченные знаком «*» – естественного происхождения. 2. А – возраст; N – густота; Н_{ср} – средняя высота; D_{ср} – средний диаметр; G – сумма площадей сечений; M – запас.

Обусловлено это особенностями посадочного материала. Наиболее генетически адаптированными к конкретным условиям участка являются семена, однако недостатком является низкая конкурентная способность всходов и самосева с травянистой растительностью. Преимущество семян заключается в их первоначальных размерах, превосходящих размер травянистой растительности, поэтому в сравнении с семенами они более конкурентоспособны. Недостаток семян – ослабление иммунитета в процессе пересадки (стресс), поэтому на всех участках, созданных посадкой, было проведено дополнение лесных культур.

Впоследствии метод создания культур (при условии сходной технологии подготовки площади и обработки почвы) на биометрические показатели древесных растений не влияет.

При однородном методе создания лесных культур ольхи чёрной на рост деревьев по диаметру существенное влияние оказывает положение посадочного места в микрорельефе (рис. 2).

Так, культуры, созданные посевом по микроповышениям, образованным плугом ПЛД–1,2 (ПП 7), существенно ($t_{\phi} = 5,85 > t_{001} = 3,29$) отстают в росте по диаметру от культур, посеянных на площади без образования микроповышений (ПП 1). Возможно, на средний диаметр насаждения будет влиять дополнительный фактор в виде подлеска клёна ясенелистного, который произрастает на обеих пробных площадях, но в разных количествах.

Расположение посадочного места в гребне борозды (на микроповышении) для культур, созданных посадкой, напротив, сказывается положительно: их диаметр больше (ПП 8), чем у растений, посаженных в дно борозды (ПП 2), и различия существенны при 0,1 %-ном уровне значимости ($t_{\phi} = 7,84 > t_{001} = 3,29$).

Достоверно установить влияние вида посадочного материала на рост культур по диаметру и высоте не удалось. Сравнение

хода роста ольхи чёрной в высоту и по диаметру, на основе анализа модельных деревьев (табл. 1) лесных культур, созданных посевом (ПП 6) и посадкой однолетних сеянцев (ПП 5), показывает преимущество растений, развивающихся из семян. Различий в биометрических показателях растений и продуктивности культур, созданных посевом и посадкой двухлетних сеянцев, после 20–25-летнего возраста не выявлено.

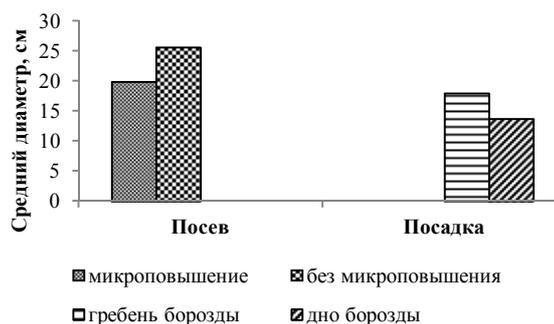


Рис. 2. Влияние положения посадочного места в микрорельефе на средний диаметр насаждений

Лесные культуры создавались средней густоты (3–5 тыс. шт./га). Варианты создания «редких» культур (густота 2–3 тыс. шт./га) не испытывались, а густых культур (число посадочных мест более 5 тыс. шт./га) – единичны.

Взаимосвязь между начальной густотой и приживаемостью на начальном этапе формирования насаждений ни для посевов, ни для посадок не выявлена. Лучшая приживаемость посевов (в целом) объясняется количеством посадочного/посевого материала: при посадке в одно посадочное место высаживается один сеянец, а при посеве при соблюдении общей схемы высева – несколько семян (3–5 шт.).

С возрастом происходит закономерный процесс естественного изреживания древостоя. Абсолютная густота культур (число стволов) в пределах однородной возрастной группы различается несущественно. Различия относительных показателей (% сохранившихся стволов) и их

значительная вариабельность – от 12,1 до 38,5 % – обусловлена не столько начальной плотностью посева (или посадки), сколько типом лесных культур. Начальная плотность культур оказывает влияние на их производительность: культуры с начальной плотностью 4–5 тыс. шт./га (см. табл. 1) производительнее.

В регионе создавались преимущественно чистые культуры, в опытных целях и на небольшой площади – смешанные. Сопутствующими породами были: ива белая, тополь белый.

Результаты исследований показывают, что в пойменных условиях бассейна р. Дон предпочтительнее создавать культуры ольхи чистого состава. Древесные породы – спутники, даже несмотря на сходство экологических требований, отрицательно влияют на рост ольхи.

Ива белая, не намного превосходя ольху по диаметру (коэффициент существенности различий $t_{\phi} = 1,01 < t_{95} = 1,96$), не препятствует нормальному развитию ольхи (средний диаметр в одновозрастных чистых и смешанных насаждениях одинаков), однако существенно и отрицательно влияет на процесс естественного изреживания древостоя. Так, на ПП 3 в возрасте 30 лет насчитывается 956 стволов ольхи на 1 га, а на ПП 4 – всего 417, т.е. в 2,3 раза меньше. В настоящее время состав смешанных культур 8Олч2Ивб. Вероятно, при создании культур доля участия ивы белой была выше, и это вызвало напряжённые взаимоотношения в ризосфере, приведшие в итоге к снижению запаса насаждения вдвое в сравнении с насаждением чистого состава.

Взаимоотношения тополя белого и ольхи чёрной в смешанных культурах развиваются по другому «сценарию». Пробная площадь № 5 заложена при проведении лесоустройства (в 2006 году), в 20-летнем возрасте на ней зафиксирован состав 8Олч2Тб. При повторном обследовании через пять лет обнаружено лишь единичное участие тополя белого в составе

древостоя. Начальный состав культур (на момент их создания) не установлен по причине потери документации, но данные пробной площади свидетельствуют о том, что в смешении с тополем белым ольха к 25-летнему возрасту полностью вытесняет его из насаждения.

Влияние подлесочной растительности на биометрические показатели главной древесной породы очевидно (рис. 3).



Рис. 3. Влияние густоты подлеска (клён ясенелистный) на средний диаметр ольхи чёрной

Так, при сравнении средних диаметров ольхи установлено достоверное влияние густоты подлеска. Клён ясенелистный в количестве до 500 шт./га не влияет на прирост по диаметру: средние диаметры на ПП 1 и ПП 6 различаются несущественно ($t_{\phi} = 0,25 < t_{95} = 1,99$). Угнетающее влияние клёна ясенелистного проявляется при густоте подлеска 1500 шт./га и выше: различия средних диаметров на ПП 1 и ПП 7 существенны ($t_{\phi} = 5,85 > t_{99,9} = 3,29$). В целях исключения негативного влияния подлеска из клёна следовало провести лесоводственный уход.

На основании обобщения опыта создания лесных культур ольхи чёрной нами разработана региональная технологическая схема освоения лесокультурных площадей (табл. 2). Для пойменных условий степной зоны способы подготовки площади и обработки почвы рекомендуются дифференцировать в зависимости от категории площади.

Интегрированными параметрами являются:

- тип лесных культур – чистые, состав 100Лч;
- густота посадки – 4,4–4,7 тыс. шт./га;
- посадочный материал – семена, сеянцы двухлетние;
- положение посадочного места в микрорельефе – дно борозды (посев), микроповышение (посадка);
- схема посадки (посева) – 3,0 x 0,75–0,7 м;
- пространственная ориентация рядов – поперёк течения полых вод.

Таблица 2

Технологическая схема освоения лесокультурных площадей

Параметры	Невозобновившиеся вырубki				Погибшие насаждения	Заросли кустарниковых ив	Прогаины
	свежие с количеством пней до 600 шт./га	свежие с количеством пней более 600 шт./га	старые с количеством пней до 600 шт./га	старые с количеством пней более 600 шт./га			
Подготовка площади	Частичная расчистка, вырубki других древесных пород – частичная корчѣвка	Полосная (40 м) корчѣвка пней, укладывание порубочных остатков в валы	Полосная (40 м) расчистка, укладывание порубочных остатков в валы	Полосная (40 м) расчистка, корчѣвка пней, укладывание порубочных остатков в валы	Валка деревьев, раскряжѣвка хлыстов, вывоз древесины. Полосная (40 м) расчистка, корчѣвка пней, укладывание порубочных остатков в валы поперёк течения полых вод (ширина вала 6–12 м)	Частичная расчистка	
Обработка почвы	Посев – частичная минерализация. Посадка – нарезка борозд, создание микроповышений. Незадернелая почва – без обработки		Посев – нарезка борозд. Посадка – нарезка борозд, создание микроповышений				
Пространственная ориентация рядов	Перпендикулярно течению полых вод						
Тип культур	Чистые, состав 100ЛЧ						
Метод создания	Посев (свежесобранные семена – осень, стратифицированные – весна), посадка (весна)						
Положение посадочного места в микрорельефе	Посев – дно борозды. Посадка – микроповышение						
Схема посадки	3,0x0,7; 3,0x0,75 м						
Густота	4,4-4,7 тыс. шт./га						
Агротехнический уход	Двукратный в течение первого вегетационного периода						

Выводы и рекомендации

Проанализированные экспериментальные данные по технологиям создания лесных культур ольхи чёрной в регионе исследований позволяют признать опыт искусственного лесовосстановления (и лесоразведения) успешным.

Выявленные насаждения со сравнительно низкой производительностью (запас стволовой древесины 170 м³/га в 20-летнем возрасте и около 400 м³/га – в 40 лет) назвать «неудачными» можно лишь с определённой долей условности.

Культуры ольхи чёрной имеют средний годичный прирост древесины 8,5–

10,0 м³, в то время как этот показатель для всех лесов степи составляет около 2,5 м³/га (Лесной план Ростовской области). Следовательно, даже в самых «неподходящих» лесорастительных условиях культуры ольхи являются своеобразным эталоном лесовосстановления пойменных земель.

В результате исследований установлено, что в поймах рек степной зоны основными параметрами, определяющими успешность и качество культур ольхи чёрной, является их состав и начальная густота.

Разработана региональная оптимизированная технологическая схема создания лесных культур ольхи чёрной.

Список литературы

1. Поджаров, В.К. Комплексная оценка естественного возобновления на черноольховых вырубках/ В.К. Поджаров, В.В. Степанчик // Лесное хозяйство. – 1986. – № 9. – С. 31–33.

2. Правила лесовосстановления / Утв. приказом МПР России от 16.07.2007 № 183. – 13 с.

3. ГОСТ 3317–90. Сеянцы деревьев и кустарников: технические условия. – М.: Изд-во стандартов, 1990. – 47 с.

4. Ларюхин, Г.А. Механизация лесного хозяйства / Г. А. Ларюхин, Л. С. Златоустов, В. С. Раков. – М.: Лесная промышленность, 1975. – 278 с.

5. Справочник лесничего/ Под общ. ред. А.Н. Филипчука. 7-е изд., перераб. и доп. – М.: ВНИИЛМ, 2003. – 640 с.

6. ОСТ 56-69-83. Площади пробные лесоустроительные. Метод закладки. – М.: Изд-во стандартов, 1983. – 60 с.

7. Анучин, Н.П. Лесная таксация / Н.П. Анучин. Изд. 5-е, доп. – М.: «Лесная промышленность», 1982. – 552 с.

8. Лакин, Г.Ф. Биометрия / Г.Ф.Лакин. Изд-е 4-е, перераб. и доп. – М.: «Высшая школа», 1990. – 350 с.

9. Давидов, М.В. Ольха / М.В. Давидов – М.: «Лесная промышленность», 1979. – 78 с.

10. Турчин, Т.Я. Черноольховые леса поймы бассейна Среднего Дона / Т.Я. Турчин, Т.А. Турчина, С.А. Сахно. – Ростов н/Д: Изд-во «Гефест», 1999. – 100 с.

References

1. Podzharov V.K., Stepanchik V.V. Kompleksnaya otsenka estestvennogo vozobnovleniya na chernoolkhovykh vyrubkakh [Complex Assessment for Natural Regeneration at the Clearances of Black Alder]. Lesnoe khozyaystvo [Forestry]. 1986. No 9. P. 31–33.

2. Pravila lesovosstanovleniya / Utv. prikazom MPR Rossii ot 16.07.2007 № 183. [Principles of Forest Restoration. Approved by the Order of the Ministry of Natural Resources of the Russian Federation of 16.07.2007 № 183]. 13 p.

3. GOST 3317–90. Seyantsy derevov i kustarnikov: tekhnicheskie usloviya [All Union State standard 3317–90. Seedlings of Trees and Shrubs: technical conditions]. Moscow: Izdatelstvo standartov, 1990. 47 p.

4. Laryukhin G.A., Zlatoustov L.S., Rakov V.S. Mekhanizatsiya lesnogo khozyaystva [Forestry Mechanization]. Moscow: Lesnaya promyshlennost, 1975. 278 p.

5. Spravochnik lesnichego. Pod obshch.red. A.N. Filipchuka. 7-e izd., pererab. i dop. [Forestry Handbook. Under the general editorship of A.N. Filipchuk. 7th edition, improved and enlarged]. Moscow: VNIILM, 2003. 640 p.

6. OST 56-69-83. Ploshchadi probnye lesoustroitelnye. Metod zakladki [All-Union Standard 56-69-83. Forest Plots. Method of Establishment]. Moscow: Izdatelstvo standartov, 1983. 60 p.

7. Anuchin N.P. Lesnaya taksatsiya. Izd. 5-e, dop. [Forest Assessment. 5th edition, enlarged.] Moscow: Lesnaya promyshlennost, 1982. 552 p.

8. Lakin G.F. Biometriya. Izd-e 4-e, pererab. i dop. [Biometrics. 4th edition, improved and enlarged.]. Moscow: Vysshaya shkola, 1990. 350 p.

9. Davidov M.V. Olkha [Alder]. Moscow: Lesnaya promyshlennost, 1979. 78 p.

10. Turchin T.Ya., Turchina T.A., Sakhno S.A. Chernoolkhovye lesa poymy basseyna Srednego Dona. [Black Alder Forests in the Flood Basin of the Middle Don.]. Rostov-na-Donu: Gefest, 1999. 100 p.

Статья поступила в редакцию 25.07.13.

ТУРЧИНА Татьяна Анатольевна – кандидат сельскохозяйственных наук, заместитель директора по научной работе, филиал ФБУ ВНИИЛМ «Южно-европейская научно-исследовательская лесная опытная станция» (Российская Федерация, Ростовская область, ст. Вёшенская). Область научных интересов – лесоводство, экология, искусственное лесовосстановление и защитное лесоразведение, экологическое образование и просвещение. Автор 70 публикаций, в том числе трёх монографий и трёх нормативных документов.

E-mail: tatturchina@mail.ru

TURCHINA Tatiana Anatolyevna – Candidate of Agricultural Sciences, Vice-Director for Research Activity, branch of Federal Budgetary Institution Russian Research Institute for Silviculture and Mechanization «South-European FRES» (Veshenskaya village, Rostov region, Russian Federation). Research interests – forestry, ecology, artificial forest restoration and protective afforestation, ecological education. The author of 70 publications including three monographs and three statutory documents.

E-mail: tatturchina@mail.ru

T. A. Turchina

OPTIMUM TECHNOLOGIES OF ARTIFICIAL REGENERATION OF BLACK ALDER PLANTINGS IN FLOODPLAINS OF RUSSIAN STEPPE ZONE

Key words: *Black Alder; planting area; artificial regeneration; technologies of plantations establishment.*

Black Alder plantings in floodplains of the steppe zone take 10–85 % of the wooded lands. Forest stands of vegetative origin predominate. The analysis and generalisation of regional experience of Black Alder cultivation will allow to make amendments into current regulatory and procedural documents as possibility of artificial regeneration of the species is not provided in the documents.

The purpose of the research was to ground optimal processing methods for development the areas of forest plantations.

Influence of processing methods (ways of soil preparation, a way and a method of plantations establishment, terms of establishment, mixture scheme) on growth, productivity, structure of one-age plantings was defined with the use of means of mathematical statistics.

While analyzing various variants of land preparation, ploughing of soil, no leading technological operation which defines better survival ability, safety of plantations and their biometric indicators was revealed.

Forest plantations of Black Alder were created by means of sowing and planting of one- and two-year seedlings. In accordance with the results of the research, better survival ability in sowing was found: for the moment of technical reception of forest plantations it is 27 % better than in the case of planting.

In the case of uniform method of establishment, location of planting point in topography micro increase (bottom and furrow slice) has a great impact on tree growth in diameter: for sowing – it is negative, for planting – it is positive.

Comparison of growth course of the plantations established by means of sowing and planting of one-year seedlings, shows advantage of the plants developing from seeds. Distinctions in growth of the plantations established by sowing and planting of two-year seedlings were not revealed.

In comparison of plantations types, mono stands have advantage over the mixed stands. Tree species-associates have a negative impact on the growth of Alder even despite similarity of ecological requirements.

*Researches have revealed authentic negative influence of undergrowth density of box-elder (*Acer negundo* L.) (in quantity from 1500 pieces / hectare and more) and presence in plantations of tree species–predecessor on average diameter of Black Alder.*

Results of the research have shown that limiting parameters defining success and quality of plantations is their composition and initial density.

With the use of the results of the research, a technological scheme of plantations development was developed. In the scheme ways of land preparation and ploughing of soil are differentiated depending on the area category. The integrated parameters are:

- *type of forest plantations - mono, composition 10 Black Alder;*
- *density of planting – 4,4–4,7 thousand piece / hectare;*
- *planting material – seeds, 2-year-old seedlings;*
- *location of a planting place in microrelief - bottom furrow (sowing), microincrease (planting);*
- *scheme of planting (sowing) – 3,0x0,75-0,7 m;*
- *spatial orientation of lines - across a current of high flood.*

ТЕХНОЛОГИИ И МАШИНЫ ЛЕСНОГО ДЕЛА

УДК 630.378, 539.3

Ю. В. Лоскутов

ПРЯМОЛИНЕЙНЫЙ КОНЕЧНЫЙ ЭЛЕМЕНТ ДЛЯ РАСЧЁТА КОМПОЗИТНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

Выполненные в данной работе исследования позволяют решить для трубопроводного гидротранспорта лесопромышленного комплекса задачу разработки и применения научно обоснованных методов проектирования композитных конструкций. Для анализа плоского напряжённого состояния трубопроводов использованы метод конечных элементов (МКЭ) и подходы строительной механики. Представлен прямолинейный стержневой конечный элемент. Получены расчётные соотношения для коэффициентов матрицы жёсткости и вектора узловых сил конечного элемента (КЭ) тонкостенного трубопровода, изготовленного из волокнистого композита. Рассмотрено двухкомпонентное статическое нагружение, включающее действие температуры и внутреннего давления. Учитывается слоистая структура материала и анизотропия термоупругих свойств. Расчётные соотношения и математическая модель могут быть полезны при проектировании трубопроводов и пульпопроводов гидромеханизации, нефте- и газопроводов.

Ключевые слова: механика композитов; полимерные композиционные материалы; прочность; жёсткость; МКЭ; трубопроводы; лесосплавные пути.

Введение. Трубопроводный транспорт получает широкое распространение в мировой экономике. В нефтяной и газовой промышленности по магистральным трубопроводам транспортируются миллионы кубометров сырья. В гидротехническом строительстве, в том числе и гидромелиорации по улучшению водных путей, перемещение водно-грунтовых смесей по пульпопроводам позволяет существенно улучшить механизацию производства [1, 2]. В связи с постепенным удалением мест измельчения древесины от потреби-

теля и ростом объёмов её потребления, трубопроводная транспортировка становится перспективным направлением в лесной отрасли [3]. На бумажных и картонных фабриках вторсырьё и полуфабрикаты подаются по напорным трубопроводам на размалывающие машины. Применяемый на канадских предприятиях трубопроводный гидротранспорт щепы на большие расстояния выявляет возможность перспективного способа доставки измельчённой древесины, являясь экономически оправданным.

При создании трубопроводов для гидротранспорта применяют различные материалы. Металлические трубопроводы и пульпопроводы используются с начала становления гидромеханизации и по настоящее время [2, 4]. Однако, в связи с большим весом, низкой износостойкостью, сложностью при монтаже, на замену им всё чаще приходят современные трубопроводы из полимерных композитных материалов (ПКМ).

Слоисто-волокнистая структура материала, армирование высокопрочными и высокомодульными волокнами и тонкие стенки обеспечивают достаточно эффективное сочетание прочности, жёсткости и трещиностойкости с относительно малым удельным весом. Следует учитывать, что распространёнными элементами современных силовых конструкций (ферм, рам, балок, валов, арок, труб, трубопроводов и т.д.) являются тонкостенные пространственные стержни.

Разработке теории и методов расчёта тонкостенных слоистых стержней посвящён ряд работ, например [5–7]. В [5] разрешающие уравнения строятся на базе общей теории многослойных анизотропных оболочек. В [7] для вывода расчётных соотношений применяются вариационно-матричные методы.

Широкое применение композиционных материалов в современных конструкциях, стремление максимально использовать их достоинства определяет актуальность разработки методов исследования деформирования и напряжённого состояния при проектировании многослойных труб и трубопроводов, в том числе применяемых в гидротранспорте лесной отрасли, поэтому одной из актуальных задач является задача расчёта трубопроводов из многослойных композитов.

Целью работы является разработка методики расчёта композитных трубопроводов гидротранспорта.

Решаемые задачи:

1) разработка конечно-элементной математической (МКЭ) модели деформирования под нагрузкой прямолинейных участков трубопроводов, изготовленных из ПКМ методом намотки;

2) вывод соотношений упругости, матрицы жёсткости, вектора узловых сил.

Математическое моделирование. Рассмотрим конечно-элементную модель: расчётные соотношения (матрицу жёсткости и вектор узловых сил) составим, используя традиционные подходы строительной механики стержневых систем.

На рис. 1 изображён прямолинейный конечный элемент (КЭ) как участок цилиндрической оболочки. Стенка оболочки образована путём перекрёстной спиральной намотки на оправку двух симметричных систем волокон (нитей или прядей). Волокна составляют с образующей цилиндра углы $\pm \theta$.

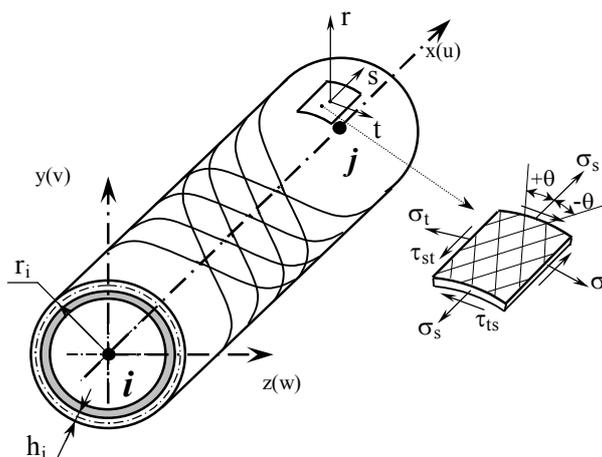


Рис. 1. Прямолинейная труба как многослойная цилиндрическая оболочка

Число слоёв принимаем $2k+1$. Внутренний слой (оправку) считаем однородным и изотропным, слои из ПКМ (монослои) – ортотропными и линейно упругими. Связи волокон и связующего, а также отдельных слоёв друг с другом предполагаем идеальными.

Используем правые ортогональные системы осей координат. Координаты 1, 2, 3 (естественные координаты) связываем с

осями упругой симметрии монослоя; координаты s, r, t – с его срединной поверхностью; координаты x, y, z – с осевой линией и поперечным сечением КЭ (рис. 1).

Соотношения упругости. Принимаем, что монослой «работает» в условиях плоского напряжённого состояния. В этом случае зависимость между деформациями и напряжениями для однонаправленного слоя имеет вид:

$$\begin{Bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \gamma_{12} \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{1}{E_1} & -\frac{\nu_{21}}{E_2} & 0 \\ -\frac{\nu_{12}}{E_1} & \frac{1}{E_2} & 0 \\ 0 & 0 & \frac{1}{G_{12}} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \sigma_1 \\ \sigma_2 \\ \tau_{12} \end{Bmatrix} + \begin{Bmatrix} \alpha_1 \\ \alpha_2 \\ 0 \end{Bmatrix} \Delta T \quad (1)$$

или в матричной форме:

$$\{\varepsilon_{12}\} = [S^0] \{\sigma_{12}\} + \{\alpha_{12}\} \Delta T. \quad (1')$$

Здесь $\{\varepsilon_{12}\}$, $\{\sigma_{12}\}$, $\{\alpha_{12}\}$ – соответственно векторы деформаций, напряжений и коэффициентов температурного расширения; $[S^0]$ – матрица податливости; ΔT – изменение температуры; $E_1, E_2, G_{12}, \nu_{12}, \nu_{21}, \alpha_1, \alpha_2$ – технические постоянные термоупругости (эффективные термоупругие постоянные). При этом $\nu_{12}E_2 = \nu_{21}E_1$.

Эффективные упругие константы определяются формулами [7]:

$$\begin{aligned} E_1 &= \psi E' + (1-\psi)E'', \\ E_2 &= E'E'' / [\psi E'' + (1-\psi)E'], \\ G_{12} &= G'G'' / [\psi G'' + (1-\psi)G'], \\ \nu_{12} &= \psi \nu' + (1-\psi)\nu'', \\ \nu_{21} &= \nu_{12}E_2/E_1. \end{aligned} \quad (2)$$

Формулы для эффективных коэффициентов температурного расширения имеют вид:

$$\begin{aligned} \alpha_1 &= \psi \alpha' + (1-\psi)\alpha'', \\ \alpha_2 &= [\psi \alpha'E' + (1-\psi)\alpha''E''] / [\psi E' + (1-\psi)E'']. \end{aligned} \quad (3)$$

Здесь (*)' и (*)'' – характеристики волокна и матрицы соответственно, ψ – коэффициент армирования.

Соотношения, обратные (1), имеют вид:

$$\begin{Bmatrix} \sigma_1 \\ \sigma_2 \\ \tau_{12} \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} g_{11}^0 & g_{12}^0 & 0 \\ g_{12}^0 & g_{22}^0 & 0 \\ 0 & 0 & g_{66}^0 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \gamma_{12} \end{Bmatrix} - \begin{Bmatrix} \beta_1 \\ \beta_2 \\ 0 \end{Bmatrix} \Delta T \quad (4)$$

или $\{\sigma_{12}\} = [G^0] \{\varepsilon_{12}\} - \{\beta_{12}\} \Delta T$, где $[G^0]$ – матрица жёсткости монослоя, $\{\beta_{12}\}$ – вектор температурных напряжений. Коэффициенты матрицы $[G^0]$ и вектора $\{\beta_{12}\}$ связаны с техническими постоянными термоупругости следующими соотношениями:

$$\begin{aligned} g_{11}^0 &= E_1 / (1 - \nu_{12}\nu_{21}), \quad g_{12}^0 = \nu_{21}E_1 / (1 - \nu_{12}\nu_{21}), \\ g_{22}^0 &= E_2 / (1 - \nu_{12}\nu_{21}), \quad g_{66}^0 = G_{12}, \\ g_{21}^0 &= g_{12}^0, \quad \beta_1 = (\alpha_1 + \nu_{21}\alpha_2)E_1 / (1 - \nu_{12}\nu_{21}), \\ \beta_2 &= (\alpha_2 + \nu_{12}\alpha_1)E_2 / (1 - \nu_{12}\nu_{21}). \end{aligned}$$

Перепишем зависимости (1) и (4) из естественной системы координат 1, 2, 3 к цилиндрическим координатам s, r, t . Получим

$$\{\varepsilon_{st}\} = [S] \{\sigma_{st}\} + \{\alpha_{st}\} \Delta T, \quad (5)$$

$$\{\sigma_{st}\} = [G] \{\varepsilon_{st}\} - \{\beta_{st}\} \Delta T.$$

Преобразования поворота осей координат относительно нормали к поверхности имеют известный вид:

$$[S] = [L_1][S^0][L_1]^T, \quad [G] = [L_2][G^0][L_2]^T, \quad (6)$$

$$\{\alpha_{st}\} = [L_1] \{\alpha_{12}\}, \quad \{\beta_{st}\} = [L_2] \{\beta_{12}\}.$$

Здесь $[L_1]$ и $[L_2]$ – матрицы преобразований поворота:

$$\begin{aligned}
 [L_1] &= \begin{bmatrix} m^2 & n^2 & -mn \\ n^2 & m^2 & mn \\ 2mn & -2mn & m^2-n^2 \end{bmatrix}, \\
 [L_2] &= \begin{bmatrix} m^2 & n^2 & -2mn \\ n^2 & m^2 & 2mn \\ mn & -mn & m^2-n^2 \end{bmatrix}
 \end{aligned} \tag{7}$$

При этом $m = \cos \theta$, $n = \sin \theta$. Индекс «т» обозначает операцию транспонирования матрицы.

Заметим, согласно (6), в произвольной системе координат s, r, t угловые деформации γ_{st} однонаправленного слоя получаютс я связанными с нормальными напряжениями σ_s и σ_t , а линейные деформации ε_s и ε_t – с касательными напряжениями τ_{st} . В частном случае перекрёстной спиральной симметричной намотки для системы, составленной из двух монослоёв с углами $\pm\theta$, коэффициенты $s_{16} = s_{26} = 0$, $g_{16} = g_{26} = 0$, $\alpha_{st} = 0$, $\beta_{st} = 0$. В результате указанные связи исчезают.

При напряжённом состоянии с компонентами: $\sigma_s, \tau_{st}, \sigma_t = 0$ технические постоянные термоупругости ортотропного композита будут равны [9]:

$$\begin{aligned}
 E_s &= g_{11} - \frac{g_{12}^2}{g_{22}}, \quad E_t = g_{22} - \frac{g_{12}^2}{g_{11}}, \quad G_{st} = g_{66}, \\
 \nu_{st} &= \frac{g_{12}}{g_{22}}, \quad \alpha_s = \frac{\beta_s g_{22} - \beta_t g_{12}}{g_{11} g_{22} - g_{12}^2}, \\
 \alpha_t &= \frac{\beta_t g_{11} - \beta_s g_{12}}{g_{11} g_{22} - g_{12}^2}.
 \end{aligned} \tag{8}$$

Матрица жёсткости. Матрицу жёсткости КЭ представим в виде:

$$[C^{(n)}] = \begin{bmatrix} C_{II}^{(n)} & C_{IJ}^{(n)} \\ C_{JI}^{(n)} & C_{JJ}^{(n)} \end{bmatrix}, \tag{9}$$

где n – порядковый номер КЭ; i и j – номера узлов; $[C_{ii}^{(n)}]$, $[C_{ij}^{(n)}]$, $[C_{ji}^{(n)}]$, $[C_{jj}^{(n)}]$ – подматрицы жёсткости КЭ размера (6х6).

Подматрицу жёсткости $[C_{ii}^{(n)}]$ определяем через подматрицу податливости КЭ – $[C_{ii}^{(n)}]^{-1} = [\delta_{ii}^{(n)}]$. Компоненты симметричной матрицы $[\delta_{ii}^{(n)}]$ находим при помощи интегралов Мора. Тогда, для консольного КЭ (считаем узел j закреплён) получим [10]:

$$\begin{aligned}
 \delta_{11} &= \frac{l}{A_x}, \quad \delta_{22} = \frac{l^3}{3B_z} + k_y \frac{l}{A_y}, \\
 \delta_{26} &= -\frac{l}{2B_z}, \quad \delta_{33} = \frac{l^3}{3B_y} + k_z \frac{l}{A_z}, \\
 \delta_{35} &= \frac{l}{2B_y}, \quad \delta_{44} = \frac{l}{B_x}, \\
 \delta_{55} &= \frac{l}{B_y}, \quad \delta_{66} = \frac{l}{B_z}.
 \end{aligned} \tag{10}$$

Оставшиеся коэффициенты матрицы $[\delta_{ii}^{(n)}]$ равняются нулю. В этом случае деформированное состояние КЭ определяется шестью независимыми обобщёнными координатами, образующими вектор обобщённых перемещений узла (i), $\{q_i\} = \{u_i \ v_i \ w_i \ \varphi_{xi} \ \varphi_{yi} \ \varphi_{zi}\}^T$.

В формулах (10) $A_x, A_y, A_z, B_x, B_y, B_z$ – это жёсткости поперечного сечения стержня на растяжение-сжатие, сдвиг, кручение и изгиб соответственно. При-

$$\begin{aligned}
 A_x &= \int_A E_s dA = 2\pi \sum_{i=1}^{k+1} (E_{si} h_i r_i), \\
 A_y = A_z &= \int_A G_{st} dA = 2\pi \sum_{i=1}^{k+1} (G_{sti} h_i r_i), \\
 B_x &= \int_A G_{st} r^2 dA = 2\pi \sum_{i=1}^{k+1} (G_{sti} h_i r_i^3), \\
 B_y = B_z &= \int_A E_s y^2 dA = \pi \sum_{i=1}^{k+1} (E_{si} h_i r_i^3),
 \end{aligned} \tag{11}$$

где безразмерные коэффициенты

$$k_y = k_z = \frac{A_y}{B_z^2} \int_A \frac{S_z^{*2} dA}{G_{st} b^2} = \frac{\pi A_y}{B_z^2} \sum_{i=1}^{k+1} \left(\frac{E_{si}^2 h_i r_i^5}{G_{sti}} \right) \quad (12)$$

учитывают неравномерное распределение по поперечному сечению касательных напряжений изгиба (определяются согласно [10] в результате осреднения энергий деформации сдвига). Здесь $S_z^* = \int_{A^*} E_s y dA$ – упругостатический момент

части поперечного сечения A^* ; i – порядковый номер слоя; r_i, h_i – средний радиус и толщина слоя; l – длина КЭ.

Подматрицы жёсткости КЭ $[C_{ji}^{(n)}]$ и $[C_{ij}^{(n)}]$ находятся при помощи преобразований вида:

$$[C_{ji}^{(n)}] = -[Z^{(n)}][C_{ii}^{(n)}] \quad (13)$$

$$\text{и } [C_{ij}^{(n)}] = -[Z^{(n)}][C_{ij}^{(n)}],$$

где $[Z^{(n)}]$ – матрица линейных преобразований [11].

Вектор узловых сил. Распределённые температурные и гидродинамические воздействия заменяем эквивалентной системой сосредоточенных узловых сил. Для этого используем основную систему метода перемещений: узловые силы в системе координат x, y, z (рис.1) находим как реакции узловых связей, взятые с обратным знаком,

$$\begin{Bmatrix} F_i^{(n)} \\ F_j^{(n)} \end{Bmatrix} = - \begin{Bmatrix} C_{ii}^{(n)} \\ C_{ji}^{(n)} \end{Bmatrix} \begin{Bmatrix} \Delta_i^{(n)} \end{Bmatrix} + \begin{Bmatrix} 0 \\ R_j^{(n)} \end{Bmatrix}, \quad (14)$$

где $\{F_i^{(n)}\}$ и $\{F_j^{(n)}\}$ – шестикомпонентные векторы узловых сил; $\{\Delta_i^{(n)}\}$ – вектор упругих перемещений узла i [12]:

$$\begin{Bmatrix} \Delta_i^{(n)} \end{Bmatrix} = (\varepsilon_\tau + \varepsilon_p + \varepsilon_{\tau_0}) \begin{Bmatrix} x^{(n)} \end{Bmatrix}, \quad (15)$$

$$\begin{Bmatrix} x^{(n)} \end{Bmatrix} = l \{ 1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \}^T.$$

Для трубы с тонкими стенками:

$$\varepsilon_{\tau_0} = \frac{\tau_0 l}{2A_x}, \quad \varepsilon_\tau = \Delta T \times$$

$$\times \left[\frac{\sum_{i=1}^{k+1} (\beta_{Si} h_i) \sum_{i=1}^{k+1} (g_{22i} h_i) - \sum_{i=1}^{k+1} (\beta_{Ti} h_i) \sum_{i=1}^{k+1} (g_{12i} h_i)}{\sum_{i=1}^{k+1} (g_{11i} h_i) \sum_{i=1}^{k+1} (g_{22i} h_i) - \left(\sum_{i=1}^{k+1} (g_{12i} h_i) \right)^2} \right], \quad (16)$$

$$\varepsilon_p = \frac{R(p_m + \rho_{жс} v_m^2)}{2} \times$$

$$\times \left[\frac{\sum_{i=1}^{k+1} (g_{22i} h_i) - 2 \sum_{i=1}^{k+1} (g_{12i} h_i)}{\sum_{i=1}^{k+1} (g_{11i} h_i) \sum_{i=1}^{k+1} (g_{22i} h_i) - \left(\sum_{i=1}^{k+1} (g_{12i} h_i) \right)^2} \right].$$

Здесь p_m и v_m – стационарные составляющие давления и скорости внутреннего потока; $\rho_{жс}$ – плотность; τ_0 – интенсивность сил трения жидкости о стенки трубы [13]; R – радиус отверстия трубы; g_{11}, g_{12}, g_{22} – элементы матрицы (6).

Вектор $\{R_j^{(n)}\}$ определяет реакции в узле j от сил трения интенсивностью τ_0 :

$$R_j^{(n)} = \tau_0 l \{ 1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \}^T.$$

В частном случае изотропного тела формулы (16) получают известный вид:

$$\varepsilon_\tau = \alpha \Delta T, \quad \varepsilon_p = (p_m + \rho_{жс} v_m^2) \times \frac{1-2\mu}{2E} \frac{R}{h}, \quad \varepsilon_{\tau_0} = \frac{\tau_0 l}{2EA}. \quad (17)$$

5. Анализ параметров напряжённо-деформированного состояния трубопровода с протекающей жидкостью.

С помощью программного комплекса ASCP [13] и стержневого конечного элемента выполним анализ параметров НДС трубопровода с протекающей жидкостью.

Расчётная схема трубопровода изображена на рис. 2 (размеры в мм). Имеем 5 узловых точек и 4 прямолинейных КЭ. Рассмотрим режим невозмущённого внутреннего течения. Параметры жидкости: $\rho_{жс} = 1,02 \text{ г/см}^3$, $v_m = 10 \text{ м/с}$, $p_m = 0,898 \text{ МПа}$, $\Delta T = 100 \text{ К}$. Силами трения жидкости о стенки трубы пренебрегаем.

Сопоставим два варианта конструкций, различающихся устройством трубы.

Результаты расчёта усилий и перемещений

Вариант конструкции	Перемещения т.з., мм		N , кН	M_z^{\max} , кНм	Нагрузки на опоры 2 и 4	
	u	v			$R^{(2)}$, кН	$R^{(4)}$, кН
I	0,155	- 0,374	- 0,423	0,293	4,686	4,686
II	0,762	- 1.838	1,884	0,176	3,426	3,426

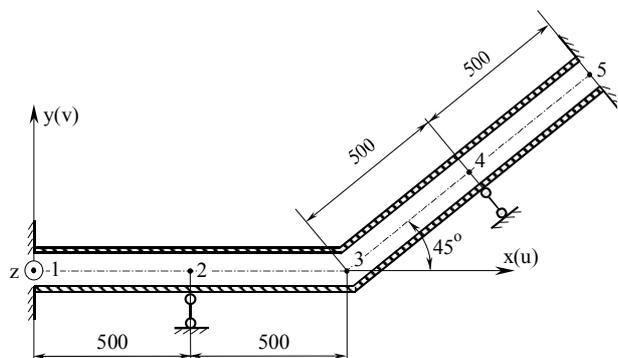


Рис. 2. Расчётная схема трубопровода

Вариант I – однослойная конструкция, выполненная из стали 36НХ (внутренний диаметр $d = 96$ мм, толщина стенки $h = 2$ мм). Вариант II – многослойная комбинированная конструкция, изготовленная путём перекрёстной спиральной намотки органопластика Kevlar49/PR-286 на оправку из стали 36НХ ($d = 96$ мм, углы намотки $\theta = \pm 60^\circ$, толщина оправки $h_1 = 0,3$ мм, толщина стенки $H = 2$ мм).

В таблице для каждого варианта конструкций приведены расчётные перемещения u и v ; продольные усилия N ; максимальные значения изгибающих моментов M_z^{\max} ; нагрузки на промежуточные опоры $R^{(2)}$ и $R^{(4)}$. Отметим, однослойная металлическая труба (вариант I) работает на сжатие ($N = - 0,423$ кН). Комбинированная труба из органопластика (вариант II) – на растяжение.

Список литературы

1. Митрофанов, А.А. Лесосплав: новые технологии, научное и техническое обеспечение / А. А. Митрофанов. – Архангельск: Изд-во АГТУ, 2007. – 492 с.
2. Ялтанец, И.М. Справочник по гидромеханизации: Теория и практика открытых горных и строительных работ / И.М. Ялтанец. – М.: Изд-во МГТУ, 2011. – 737 с.

Выводы. Трубопроводный транспорт (гидромелиорации по улучшению водных путей, доставки измельчённой древесины и пр.) является важной составляющей развития лесопромышленного комплекса. Эффективное развитие энергосберегающих технологических процессов в лесной отрасли выдвигает необходимость разработки и применения научно обоснованных методов расчёта и оптимизации как при проектировании технологий и конструкций, так и при их эксплуатации. Выполненные в данной работе исследования решают эту задачу для трубопроводного транспорта путём построения новых методик и научно-технических решений.

В работе получены расчётные соотношения для коэффициентов матрицы жёсткости и вектора узловых сил КЭ тонкостенного трубопровода, изготовленного из волокнистого композита. Рассмотрено двухкомпонентное статическое нагружение, включающее действие температуры и внутреннего давления. Учитывается слоистая структура материала и анизотропия термоупругих свойств. Выполнен расчёт модельного трубопровода.

Получены достоверные результаты, имеющие важное научно-техническое значение для проектирования и расчёта трубопроводных напорных гидротранспортных систем при сложном нагружении.

References

1. Mitrofanov A.A. Lesosplav: novye tekhnologii, nauchnoe i tekhnicheskoe obespechenie [Timber Floating: New Technologies, Scientific and Engineering Support]. Arkhangelsk: AGTU Publ., 2007. 492 p.
2. Yaltanets I.M. Spravochnik po gidromekhanizatsii: teoriya i praktika otkrytykh gornykh i stroitelnykh rabot [Guide on Hydromechanization: Theory and Practice of Open Mountainous and Construction Works]. Moscow: MGGU Publ., 2011. 737 p.

3. *Тарабан, М.В.* Возможности повышения эффективности технологического процесса трубопроводного гидротранспорта щепы / М.В. Тарабан // Лесозэксплуатация: Сб. науч. раб. – Красноярск: КГТА, 2005. – С. 14-18.
4. *Лоскутов, Ю.В.* Расчёт конструкций композитных трубопроводов для гидромеханизации дноуглубительных работ по улучшению лесосплавных путей / Ю.В. Лоскутов // Вестник Марийского государственного технического университета. Сер.: Лес. Экология. Природопользование. –2012. – № 1. – С. 35-43.
5. *Васильев, В.В.* Механика конструкций из композиционных материалов / В.В. Васильев. – М.: Машиностроение, 1988. – 272 с.
6. *Кноэл, А.* Расчет ферм, балок, рам и тонкостенных элементов / А. Кноэл, Е. Робинсон // Композиционные материалы: В 8 томах. – Т. 7. Анализ и проектирование конструкций; под ред. К.Чамиса. – М.: Машиностроение, 1978. — 300 с.
7. *Попов, Б.Г.* Расчет многослойных конструкций вариационно-матричными методами / Б.Г. Попов – М.: Изд-во МГТУ, 1993. – 294 с.
8. *Болотин, В.В.* Механика многослойных конструкций / В.В. Болотин, Ю.Н. Новичков. – М.: Машиностроение, 1980. – 376 с.
9. *Алфутов, Н.А.* Расчет многослойных пластин и оболочек из композиционных материалов / Н.А. Алфутов, П.А. Зиновьев, Б.Г. Попов. – М.: Машиностроение, 1984. – 263 с.
10. *Биргер, И.А.* Сопrotivление материалов / И.А. Биргер, Р.Р. Мавлютов. – М.: Наука, 1986. – 560 с.
11. *Куликов, Ю.А.* Размеростабильные конструкции цилиндрических сосудов давления и трубопроводов из многослойных композитов / Ю.А. Куликов, Ю.В. Лоскутов // Механика композиционных материалов и конструкций. ИПрИМ РАН. – 2000. –Т. 6, № 2. – С. 181-191.
12. *Лоскутов, Ю.В.* Прямолинейный стержневой конечный элемент для расчета композитных трубопроводов для
3. *Taraban M.V.* Vozmozhnosti povysheniya effektivnosti tekhnologicheskogo protsessa truboprovodnogo gidrotransporta shchepy [Possibilities for Efficiency Improvement of Technological Process of Pipe Hydrotransport of Wood Chips]. Sbornik nauchnykh rabot «Lesoekspluatatsiya [Collection of Scientific Papers «Forest Exploitation»]. Krasnoyarsk: KGTA, 2005. P. 14-18.
4. *Loskutov Yu.V.* Raschet konstruktsiy kompositnykh truboprovodov dlya gidromekhanizatsii dnouglubitelnykh rabot po uluchsheniu lesosplavnykh putey [Structural Analysis of Composite Pipelines for Hydromechanisation of Dredging Operations for Improvement of Floating Routes]. Vestnik Mariyskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Ser.: Les. Ekologiya. Prirodopolzovanie. [Vestnik of Mari State Technical University. Ser.: Forestry. Ecology. Nature Management]. 2012. No 1. P. 35-43.
5. *Vasilev V.V.* Mekhanika konstruktsiy iz kompozitnykh materialov [Mechanics of Constructions from Composite Materials]. Moscow: Mashinostroenie Publ., 1988. 272 p.
6. *Knoel A., Robinson E.* Raschet ferm, balok, ram i tonkostennykh elementov [Analysis of Trusses, Beams, Frames and Thin-Walled Elements]. Kompositnye materialy: v 8 tomakh. Tom 7. Analiz i proektirovanie konstruktsiy. Pod red. K. Chamisa [Composite Materials: in 8 volumes. Analysis and Designing of Constructions. Under the editorship of K. Chamis]. Moscow: Mashinostroenie, 1978. Volume 7. 300 p.
7. *Popov B.G.* Raschet mnogoslonykh konstruktsiy variatsionno-matrichnymi metodami [Analysis of Sandwich Structures with the Help of Variational and Matrix Technique]. Moscow: MGTU Publ., 1993. 294 p.
8. *Bolotin V.V., Novichkov Yu.N.* Mekhanika mnogoslonykh konstruktsiy [Mechanics of Sandwich Structures]. Moscow: Mashinostroenie, 1980. 376 p.
9. *Alfutov N.A., Zinovev P.A., Popov B.G.* Raschet mnogoslonykh plastin i obolochek iz kompositnykh materialov [Analysis of Composite Plates and Envelopes of Composite Materials]. Moscow: Mashinostroenie, 1984. 263 p.
10. *Birger I.A., Mavlutov R.R.* Soprotivlenie materialov [Structural Resistance]. Moscow: Nauka, 1986. 560 p.
11. *Kulikov Yu.A., Loskutov Yu.V.* Razmerostabilnye konstruktsii tsilindricheskikh sosudov davleniya i truboprovodov iz mnogoslonykh kompositov [Size-Stable Constructions of Cylindrical Vessels of Pressure and Pipelines from Layered Composites]. Mekhanika kompositnykh materialov i konstruktsiy [Mechanics of Composites and Constructions]. IPriM RAN. 2000. V. 6, No 2. P. 181-191.
12. *Loskutov Yu.V., Gizatullin R.G.* Pryamolineynyy stержevoy konechnyy element dlya rascheta kompositnykh truboprovodov dlya

гидромеханизации работ по улучшению лесосплавных путей / Ю.В. Лоскутов, Р.Г. Гизатуллин // *Фундаментальные исследования*. – 2012. – № 11 (ч.2). – С. 430-434.

13. Куликов, Ю.А. Жидкостные трубопроводы: Численное исследование напряженно-деформированного состояния, индуцированного стационарным внутренним потоком / Ю.А. Куликов // *Расчеты на прочность: Сборник научных статей*. – М.: Машиностроение, 1993. – Вып. 33. – С. 119-131.

gidromekhanizatsii rabot po uluchsheniyu lesosplavnykh putey [One-Linear Finite Element for the Analysis of Composite Pipelines for Hydromechanisation of Works Focused on Improvement of Floating Routes]. *Fundamentalnye issledovaniya* [Fundamental Researches]. 2012. No 11 (Part 2). P. 430-434.

13. Kulikov Yu.A. Zhidkostnyye truboprovody: Chislennoe issledovanie napryazhenno-deformirovannogo sostoyaniya, indutsirovannogo statsionarnym vnutrennim potokom [Fluid Carrying Lines: Numerical Study of Strain-Stress State by the Induced Permanent Internal Flow.]. *Raschety na prochnost: Sbornik nauchnykh statey* [Strength Calculation: Collection of Scientific Articles.]. Moscow: Mashinostroyeniye, 1993. Issue 33. P. 119-131.

Статья поступила в редакцию 11.10.13.

ЛОСКУТОВ Юрий Васильевич – кандидат технических наук, доцент кафедры сопротивления материалов и прикладной механики, докторант, Поволжский государственный технологический университет (Российская Федерация, Йошкар-Ола). Область научных интересов – механика конструкций и материалов, механика сплошных сред, водный транспорт леса, методы математического моделирования, САПР. Автор 55 публикаций.

E-mail: loskutovyv@volgatech.net

LOSKUTOV Yuriy Vasilievich – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor at the Chair of Resistance of Materials and Applied Mechanics, Candidate for a Doctor's Degree, Volga State University of Technology (Yoshkar-Ola, Russian Federation). Research interests – structural mechanics, continuum mechanics, water transport for forests, methods of mathematical simulation, CAD system. The author of 55 publications.

E-mail: loskutovyv@volgatech.net

Yu. V. Loskutov

COMPOSITE PIPELINES ANALYSIS: ONE-LINEAR FINITE ELEMENT

Key words: *composite mechanics; polymer composite materials; strength; stiffness; FEM; piping; floating route.*

The paper covers the areas of engineering and mechanics of composites and deals with the problem of pipelines strength. The purpose of the article is to describe a technique of design calculation of composite pipelines of hydro-mechanization. The first task is to prepare a finite element model of straining under the loading of straight pipeline sections by the continuous winding patterns. The second task is to obtain the formulas to calculate elasticity relations, coefficients of stiffness matrix and the vector of nodal forces. A one-dimensional straight finite element to perform the strength-and-stiffness analysis of thin-walled pipes/ slurry pipelines was introduced. Some methods of structural mechanics and finite element method were applied to study the plane stress of composite pipes. As a result, the formulas for calculation of the coefficients of the stiffness matrix and the vector of nodal forces were obtained. The effect of temperature and internal pressure from the point of view of its static loading was considered. The distribution of thermal and hydrodynamic effects by an equivalent system of concentrated nodal forces was also outlined. The analysis of the parameters of stress-strain state of the pipeline with flowing liquid was introduced. A comparison between two differing embodiment pipelines was made: one pipe had a single-layer steel structure, the other one had a multi-layer structure made by cross-laminated helical winding of the organoplastic Kevlar 49/PR-286 on the steel plug. This paper may be used in the works on hydro-mechanization for improving of floating routes/ in oil and gas pipelines.

УДК 630*372

В. Ю. Лисов, В. Н. Язов

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАКСИМАЛЬНОЙ ПЛОТНОСТИ, ОПТИМАЛЬНОЙ ВЛАЖНОСТИ И ОСАДКИ ЛЕСНОЙ ПОЧВЫ

Движение лесных машин по волокам сопровождается процессом накопления деформаций, в результате чего растёт глубина колеи. В результате экспериментов получены зависимости осадки лесной почвы от количества повторных нагрузок и влажности почвы. Полученные зависимости могут быть использованы для повышения проходимости лесных машин и снижения экологического ущерба при их работе в лесу.

Ключевые слова: осадка почвы; оптимальная влажность почвы; максимальная плотность почвы; уплотнение почвы.

Введение. Актуальной проблемой для лесозаготовителей является выбор лесосечных машин по условию проходимости. Под проходимостью понимается количество возможных проходов трактора по волоку [1–2]. Прочность лесных машин в значительной степени определяется деформацией почвы и колееобразованием, что зависит от давления движителей на почву, её физико-механических параметров, времени действия нагрузки и кратности её повторения [3].

Целью исследования является определение физико-механических показателей лесной почвы, влияющих на колееобразование, а также получение зависимости осадки лесной почвы от количества повторных нагрузок и влажности почвы. Научная и практическая значимость полученных результатов заключается в получении дополнительных фактических данных о физико-механических свойствах лесных почв как опорных поверхностей для лесных машин.

Анализ исследований [4–6] взаимодействия движителей лесных тракторов с почвами показал, что наибольший отри-

цательный эффект заключается в чрезмерном уплотнении почвы.

Процесс уплотнения почвы, в составе которой имеются твёрдые минеральные частицы, вода и воздух, заключается в сжатии всей системы воздействием повторных нагрузок [7–8]. В результате этого происходит уменьшение объёма почвы за счёт более плотной упаковки твёрдых частиц и выжимания из пор почвы воздуха.

Вода при уплотнении [9–10] не успевает отжаться из зоны контакта между частицами, поскольку для её фильтрации сквозь тонкие поры требуется определённое время. Работа уплотнения уходит на преодоление трения между частицами и их перемещение. Пока влажность почвы мала, добавление в неё воды облегчает перемещение частиц относительно друг друга и способствует их более тесной укладке при той же затраченной работе. В результате с увеличением содержания воды в образце почвы до определённого предела плотность скелета увеличивается. При этом в почве существует связанная система воздушных пор, сообщающихся с атмосферой, объём которых постепенно

убывает при вытеснении воздуха в атмосферу. Но при чрезмерной влажности смазывающий эффект уже не увеличивается, а вода препятствует сближению частиц. В итоге зависимость плотности скелета от влажности почвы имеет максимум. Дальнейшее увеличение влажности приводит не к сближению частиц, а к раздвижению их водой. Находящиеся в воде пузырьки воздуха замкнуты, то есть не связаны между собой и не сообщаются с атмосферой, поэтому при одинаковой затраченной на уплотнение механической работе наибольший эффект уплотнения получается при некоторой оптимальной влажности W_{opt} , которой соответствует максимальная плотность скелета почвы ρ_{max} .

Оптимальной влажностью называется такая влажность, при которой почва может быть уплотнена до максимально возможной плотности при наименьшей работе уплотняющих средств. При этом плотность почвы, которая выражается плотностью сухой почвы, называют максимальной плотностью [8].

Техника эксперимента. Исследования по определению максимальной плотности, оптимальной влажности и осадки лесной почвы проводились в ноябре 2012 года в лабораторных условиях, по методике, приведённой в ГОСТ 22733-2002 [11].

Для лабораторных испытаний были взяты 10 проб почвы с лесосеки, находящейся в квартале № 95 Морозовского Военного лесничества во Всеволожском районе Ленинградской области.

Проведя зерновой анализ образцов почвы, было установлено:

1) почва армирована корневой системой подстилающего слоя;

2) доля крупных корней (диаметром от 2 до 5 мм) составляет 14 %. Доля мелких корней (диаметром до 2 мм) составляет 30 %. Остальную массу составляет почва.

Образцы почвы помещались в сушильный шкаф, где высушивались до постоянной массы при температуре 105 °С.

Для определения максимальной плотности и оптимальной влажности лесной почвы использовались следующие приборы и оборудование: прибор для стандартного уплотнения СоюзДорНИИ, сито с диаметром отверстий 2 мм, весы технические, фаянсовая ступка с пестиком, нож – шпатель, эксикаторы, штангенциркуль, линейка.

Порядок проведения эксперимента:

- провели шесть опытов с восемнадцатью образцами почвы. Для каждого опыта брали по три навески воздушно-сухой почвы массой 0,1 кг ($m_{сух}$) каждая, просеянной через сито с размером отверстий 2 мм, и увлажняли почву до необходимой влажности. Далее рассчитывали среднеарифметическое значение результатов для каждого опыта;

- испытания проводили с образцами почвы, влажность которых лежит в диапазоне от 5 до 30 %, с шагом измерений – 5 %;

- увлажнённую почву перемешивали и помещали на 10–15 часов в эксикатор для равномерного распределения влаги;

- увлажнённую почву поочередно, начиная с самого малого увлажнения, помещали в прибор для стандартного уплотнения;

- производили уплотнение ударами стандартной трамбовки весом 2,5 кг при высоте падения 0,3 м. Для определения осадки почвы после каждого удара трамбовки фиксировали изменение осадки штампа (h). Удары трамбовкой производили до тех пор, пока почва не перестанет уплотняться;

- после окончания уплотнения снимали направляющий цилиндр, выступающую почву срезали ножом по верхней кромке нижнего разъёмного цилиндра;

- уплотнённый образец почвы вынимали из разъёмного цилиндра, измеряли штангенциркулем его диаметр (D), высоту (H), взвешивали с точностью до 1 % и определяли плотность почвы по формуле:

$$\rho_{\text{влаж}} = \frac{m_{\text{влаж}}}{V},$$

где $\rho_{\text{влаж}}$ – плотность влажной почвы, г/см³; $m_{\text{влаж}}$ – масса влажной почвы, г; V – объём почвы, см³;

- из образца вырезали 10 г почвы, взвешивали с точностью до 1 %, помещали в сушильный шкаф, высушивали до постоянной массы, а затем определяли влажность почвы. Таким же образом изготавливали последующие образцы почвы, но с разной влажностью;

- после испытаний и определения влажности по объёмному весу влажной почвы находили объёмный вес её скелета по формуле:

$$\rho_{\text{сух}} = \frac{\rho_{\text{влаж}}}{1 + 0,01 \cdot W},$$

где $\rho_{\text{сух}}$ – плотность сухой почвы, г/см³; W – влажность почвы, %.

Характерные результаты эксперимента по определению оптимальной влажности почвы приведены в табл. 1.

На основании результатов, представленных в табл. 1, определена максимальная плотность (ρ_{max}) и оптимальная влажность (W_{opt}) почвы. Эти величины составляют: $\rho_{\text{max}} = 1,35$ г/см³, $W_{\text{opt}} = 10$ %.

Результаты эксперимента по определению осадки почвы представлены в табл. 2.

Таблица 1

Результаты эксперимента по определению оптимальной влажности почвы

Величина	Номер опыта					
	1	2	3	4	5	6
$m_{\text{сух}}$, г	100	100	100	100	100	100
D , мм	50	50	50	50	50	50
H , мм	38	37	38	38	40	45
V , см ³	74,57	72,61	74,57	74,57	78,5	88,31
$m_{\text{влаж}}$, г	104,4	108,2	114,84	116,55	120,4	125,7
$\rho_{\text{влаж}}$, г/см ³	1,4	1,49	1,54	1,56	1,53	1,42
W , %	5	10	15	19	23	28
$\rho_{\text{сух}}$, г/см ³	1,33	1,35	1,34	1,31	1,24	1,11

Таблица 2

Результаты эксперимента по определению осадки почвы

Количество ударов трамбовки	h , мм						Z , мм					
	Номер опыта						Номер опыта					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
0	22	23,5	23	21	22	26,5	0	0	0	0	0	0
1	18	17,5	18	17	18	24,5	4	6	5	4	4	2
2	16	14,5	15	15	17	22,5	6	9	8	6	5	4
3	15	13,5	14	14	16	21,5	7	10	9	7	6	5
4	14	12,5	13	13	15	20,5	8	11	10	8	7	6
5	13	12	12,5	12	14,5	20,3	9	11,5	10,5	9	7,5	6,2
6	12	11,5	12	11,5	14,3	19,5	10	12	11	9,5	7,7	7
7	11,5	11	11,5	11,3	14	19,3	10,5	12,5	11,5	9,7	8	7,2
8	11	10,5	11	11,2	13,5	19	11	13	12	9,8	8,5	7,5
9	10,8	10	10,5	11	13,2	18,8	11,2	13,5	12,5	10	8,8	7,7
10	10,5	9,5	10	10,5	13	18,5	11,5	14	13	10,5	9	8
11	10,3	9	9,8	10	12,6	18	11,7	14,5	13,2	11	9,4	8,5
12	10,2	8,8	9,5	9,5	12,4	17,8	11,8	14,7	13,5	11,5	9,6	8,7
13	9,8	8,6	9,4	9	12,1	17,5	12,2	14,9	13,6	12	9,9	9

Окончание табл. 2

Количество ударов трамбовки	<i>h</i> , мм						<i>Z</i> , мм					
	Номер опыта						Номер опыта					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
14	9,5	8,4	9,2	8,8	11,8	17,1	12,5	15,1	13,8	12,2	10,2	9,4
15	9,3	8,1	9	8,5	11,6	16,8	12,7	15,4	14	12,5	10,4	9,7
16	8,7	7,8	8,8	8	11,3	16,6	13,3	15,7	14,2	13	10,7	9,9
17	8,6	7,6	8,4	7,9	11	16,3	13,4	15,9	14,6	13,1	11	10,2
18	8,5	7,3	8,2	7,9	10,5	16	13,5	16,2	14,8	13,1	11,5	10,5
19	8,3	7,1	8	7,9	10,3	15,7	13,7	16,4	15	13,1	11,7	10,8
20	8	6,8	7,8	7,8	10,1	15,3	14	16,7	15,2	13,2	11,9	11,2
21	7,8	6,6	7,5	7,7	10	15,2	14,2	16,9	15,5	13,3	12	11,3
22	7,5	6,5	7,3	7,6	9,9	15,1	14,5	17	15,7	13,4	12,1	11,4
23	7,3	6,4	7,2	7,6	9,8	15	14,7	17,1	15,8	13,4	12,2	11,5
24	7,1	6,3	7,1	7,5	9,7	14,7	14,9	17,2	15,9	13,5	12,3	11,8
25	7	6,3	7,1	7,5	9,6	14,5	15	17,2	15,9	13,5	12,4	12
26	6,9	6,2	7	7,4	9,5	14,4	15,1	17,3	16	13,6	12,5	12,1
27	6,9	6,1	7	7,3	9,3	14,2	15,1	17,4	16	13,7	12,7	12,3
28	6,8	6,1	6,9	7,2	9,2	14	15,2	17,4	16,1	13,8	12,8	12,5
29	6,8	6	6,9	7	9	14	15,2	17,5	16,1	14	13	12,5
30	6,8	6	6,9	7	9	14	15,2	17,5	16,1	14	13	12,5

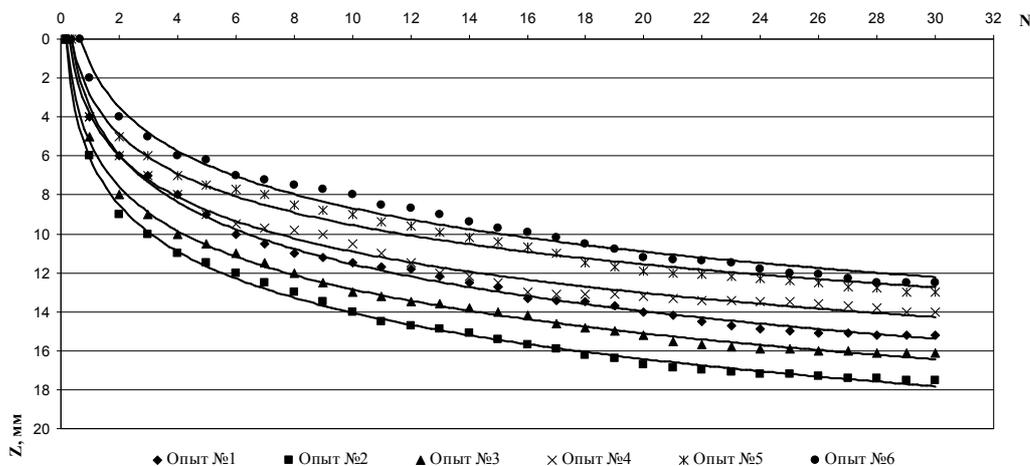
На рисунке представлены аппроксимирующие графики изменения осадки почвы (*Z*) от количества ударов трамбовки (*N*). Как видно из графиков, полученные экспериментальные данные описываются логарифмической функцией.

Таблица 3

Вид аппроксимирующего выражения

№ образца	Вид аппроксимирующего выражения	<i>R</i> ²
1	$Z = 3,4867 \cdot \ln(N) + 3,5261$	0,9965
2	$Z = 3,4367 \cdot \ln(N) + 6,1306$	0,9975
3	$Z = 3,2691 \cdot \ln(N) + 5,3145$	0,9977
4	$Z = 3,0602 \cdot \ln(N) + 3,8643$	0,9923
5	$Z = 2,9008 \cdot \ln(N) + 2,8744$	0,9852
6	$Z = 3,2172 \cdot \ln(N) + 1,2736$	0,9851

Для определения вида аппроксимирующего выражения и величины достоверности аппроксимации (*R*²) использовалась программа Excel. Результаты представлены в табл. 3.



Аппроксимирующие графики изменения осадки почвы (*Z*) от количества ударов трамбовки (*N*)

Достоверность полученных экспериментальных данных определялась с помощью критерия Фишера и критерия Кохрена. Расчётное значение критерия Фишера для шести опытов лежит в диапазоне 0,076 – 0,124, а критерия Кохрена – в диапазоне 0,12 – 0,22. При расчёте этих критериев задавались уровнем значимости 0,05, таким образом, результаты расчётов достоверны с точки зрения статистики с вероятностью 95 %.

На основании полученных экспериментальных данных были сделаны следующие **выводы**:

- 1) после тридцати ударов трамбовкой почва перестает уплотняться;
- 2) при оптимальной влажности осадка

Список литературы

1. Базаров, С.М. Влияние деформации движителей колесно-гусеничных машин на их проходимость по лесосеке / С.М. Базаров, И.В. Григорьев, Д.С. Киселев, А.И. Никифорова, А.В. Иванов // Системы. Методы. Технологии. – 2012. – № 4. – С. 36-40.
2. Анисимов, Г.М. Лесотранспортные машины: Учебное пособие / Г.М. Анисимов, А.М. Кочнев; Под ред. Г.М. Анисимова. – СПб.: Издательский дом «Лань», 2009. – 448 с.
3. Герасимов, Ю.Ю. Лесосечные машины для рубок ухода: Компьютерная система принятия решений / Ю.Ю. Герасимов. – Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 1998. – 236 с.
4. Анисимов, Г.М. Экологическая эффективность трелёвочных тракторов / Г.М. Анисимов, И.В. Григорьев, А.И. Жукова. – СПб.: СПб ГЛТА. 2006. – 352 с.
5. Котиков, В.М. Процесс колеобразования при многократном проходе лесозаготовительных машин. / В.М. Котиков, Я.В. Слodgeвич и др. // Научные труды МГУЛ. – М.: МГУЛ, 1995. – Вып. 4. – С. 62-69.
6. Сабо, Е.Д. Виды и динамика уплотнения и разуплотнения почв на вырубках / Е.Д. Сабо // Научные труды МГУЛ. – 2012. – Вып. 3. – С. 42-45.

почвы максимальна, так как почва подвержена максимальному уплотнению;

3) полученные экспериментальные данные описываются логарифмической функцией. Величина достоверности аппроксимации близка к единице, что свидетельствует о хорошей сходимости логарифмической модели с полученными во время проведения экспериментальных исследований данными;

4) полученные зависимости позволяют с большой долей вероятности прогнозировать конечную плотность почвы, а следовательно, и управлять процессом уплотнения лесной почвы для достижения ею оптимальных значений с точки зрения последующего естественного лесовозобновления.

References

1. Bazarov S.M., Grigorev I.V., Kiselev D.S., Nikiforova A.I., Ivanov A.V. Vliyanie deformatsii dvizhiteley kolesno-gusenichnykh mashin na ikh prokhodimost po lesoseke [Deformation Power of Skidding Tractor and its Impact on Floatation Ability of Vehicles in the off the Road Conditins]. Sistemy. Metody. Tekhnologii [Systems. Methods. Technologies]. 2012. No 4. P. 36-40.
2. Anisimov G.M., Kochnev A.M. Lesotransportnye mashiny: Uchebnoe posobie, pod red. G.M. Anisimova [Forest-Transport Machines: study guide, under the editorship of G.M. Anisimov]. Saint-Petersburg: Lan Publ., 2009. 448 p.
3. Gerasimov Yu.Yu., Syuney V.S. Lesosechnye mashiny dlya rubok ukhoda: Kompyuternaya sistema prinyatiya resheniy [Stump-to-Roadside Equipment for Thinnings: Computer System for Decision-Making]. Petrozavodsk: PetrGU Publ., 1998. 236 p.
4. Anisimov G.M., Grigorev I.V., Zhukova A.I. Ekologicheskaya effektivnost trelevochnykh traktorov [Ecological Efficiency of Skidding Vehicles]. Saint-Petersburg: Saint-Petersburg GLTA, 2006. 352 p.
5. Kotikov V.M., Slodkevich Ya.V., et al. Protsess koleeobrazovaniya pri mnogokratnom prokhode lesozagotovitelnykh mashin [Process of Rutting in Multiple Pass of Harvesters]. Nauchn. tr. Vyp. 4 [Transactions. Issue 276]. Moscow: MGUL, 1995. P. 62-69.
6. Sabo E.D. Vidy i dinamika uplotneniya i razuplotneniya pochv na vyrubkakh [Types and Dynamics of Firming of Soil and Vice Versa at the Clearances]. Nauchnye trudy MGUL [Scientific Works of Moscow State Forestry University]. Moscow: MGUL, 2012. Issue 3. P. 42-45.

7. Григорьев, И.В. Математическая модель образования колеи в почвогрунтах колесными машинами с упругими шинами / И.В. Григорьев, С.М. Базаров, Д.С. Киселев и др. // Научное обозрение. – 2012. – № 5. – С. 332-341.
8. Лесные дороги. Справочник / Под ред. Э.О. Салминена. – СПб.: Издательство «Лань», 2012. – 496 с.
9. Роде, А.А. Основы учения о почвенной влаге / А.А. Роде. – Л.: Гидрометеорологическое издательство, 1965 – 663 с.
10. Козлова, А.А. Учебная практика по физике почв: учеб. метод. пособие / А.А. Козлова. – Иркутск: Изд-во Иркут. гос. ун-та, 2009. – 81 с.
11. ГОСТ 22733-2002. Грунты. Методы лабораторного определения максимальной плотности. – Введ. 01.07.2003. – М.: Госстрой России, ГУП ЦПП, 2003. – 19 с.
7. Grigorev I.V., Bazarov S.M., Kiselev D.S., et al. Matematicheskaya model obrazovaniya kolei v pochvogruntakh kolesnymi mashinami s uprugimi shinami [Mathematical Model of Tracking in Soils with Wheeled Vehicles with Springing Tyres.]. Nauchnoe obozrenie [Academic Review.]. 2012. No 5. P. 332-341.
8. Lesnye dorogi. Spravochnik, pod red. E.O. Salminena: Uchebnoe posobie [Forest Roads, reference guide under the editorship of E.O.Salminen: study guide]. Saint-Petersburg: Lan Publ., 2012. 496 p.
9. Rode A.A. Osnovy ucheniya o pochvennoy vlage [Fundamentals of Study about Soil Moisture]. Leningrad: Hydrometeorological Publishing House, 1965. 663 p.
10. Kozlova A.A. Uchebnaya praktika po fizike pochv: ucheb. – metod. posobie [Practical Training on Soil Physics: study guide]. Irkutsk: Publishing House of Irkutsk State University, 2009. 81 p.
11. GOST 22733-2002. Grunty. Metody laboratornogo opredeleniya maksimalnoy plotnosti. [All Union State Standard 22733-2002. Soils. Methods of Laboratory Assessment of Maximum Density]. Vved. 01.07.2003 [Put into Effect 01.07.2003]. Moscow: Gosstroy Rossii, GUP TSPP, 2003. 19 p.

Статья поступила в редакцию 19.03.13

ЛИСОВ Владимир Юрьевич – аспирант кафедры технологии лесозаготовительных производств, Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова (Российская Федерация, Санкт-Петербург). Область научных интересов – теория взаимодействия лесных машин с почвогрунтами. Автор 15 публикаций.

E-mail: lisov-vladimir@yandex.ru

ЯЗОВ Владимир Николаевич – старший преподаватель кафедры сухопутного транспорта леса, Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова (Российская Федерация, Санкт-Петербург). Область научных интересов – теория взаимодействия лесных машин с почвогрунтами. Автор более 20 публикаций.

E-mail: YazovVN@yandex.ru

LISOV Vladimir Yurievich – Postgraduate student at the Chair of Technologies of Timber Cutting Industries, Saint-Petersburg State Forestry Engineering University named after S.M. Kirov (Saint-Petersburg, Russian Federation). Research interests – theory of interaction of forest machines with soils. The author of 15 publications.

E-mail: lisov-vladimir@yandex.ru

YAZOV Vladimir Nikolayevich – Senior Lecturer at the Chair of Forest Surface Transport, Saint-Petersburg State Forestry Engineering University named after S.M. Kirov (Saint-Petersburg, Russian Federation). Research interests – theory of interaction of forest machines with soils. The author of more than 20 publications.

E-mail: YazovVN@yandex.ru

V. Yu. Lisov, V. N. Yazov

EXPERIMENTAL DETERMINATION OF MAXIMUM DENSITY, OPTIMUM HUMIDITY AND SUBSIDENCE OF FOREST SOILS

Key words: *subsidence; optimum soil moisture; maximum density of the soil; sealing of soil.*

One of the main ways to increase efficiency of harvesting machines is to provide the tractors designed to run in specific operating conditions. The main factors affecting the performance in specific environmental and production conditions are manoeuvrability of tractor and work capacity of skid trails. In the course of development of harvest sites with low bearing capacity, necessity of stump-to-roadside equipment is rather urgent.

The aim of this study is to determine physical and mechanical properties of forest soil affecting rutting, and to get relationship for forest soil for repeated loads and soil moisture.

The study targeted to calculate maximum density, optimum moisture and subsidence of forest soil was conducted in November 2012 in laboratory conditions, as described in ISO 22733-2002.

10 soil samples from the cutting area were chosen for the tests. The samples were located in block 95 of the Morozov military forestry in Leningrad region.

To determine the maximum density and optimum moisture of forest soil, a compaction standard instrument was used.

Based on the experimental results:

1. Maximum density (ρ_{max}) and optimum moisture content (W_{opt}) of soil were defined. These values comprise: $\rho_{max} = 1,35 \text{ g/cm}^3$, $W_{opt} = 10 \%$.

2. The graphs of changes of subsidence depending on the period of ramming were made.

3. Reliability of experimental data was found with the use of Fisher's exact test and Cochran's test. Estimated value of the Fisher criterion for six runs is 0,076 – 0,124, of Cochran's test – 0,12–0,22. In calculating of these criteria the 0,05 significance level was used. Thus, the calculation results are reliable with 95 % confidence.

Based on the experimental data the following conclusions were made:

1. After thirty blows of rammer, soil ceases to thicken.

2. At an optimum moisture of soil, subsidence is maximal because the soil is exposed to the maximum compaction.

3. The experimental data are described by a logarithmic function. The magnitude-square is close to unity, indicating a good convergence of the logarithmic model with the obtained during the experimental research data.

4. The obtained dependences make it possible to predict the final density of soil with high probability, and consequently, to manage the process of forest soil compaction to achieve its optimal values in terms of further natural reforestation.

Scientific and practical significance of the results is to obtain additional evidence on the physical and mechanical properties of forest soils as bearing surfaces for forest machines.

УДК 694.11, 539.3, 534.1

С. В. Шлычков, О. Г. Иванов

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ДРЕВЕСИНЫ НА КАЧЕСТВО АКУСТИЧЕСКИХ ПАНЕЛЕЙ

Анализируются динамические характеристики акустических панелей, изготовленных из пиломатериалов древесины ели с различными физико-механическими свойствами. Расчётная динамическая модель панели построена на базе метода конечных элементов. В диапазоне низших частот проведён сравнительный анализ спектра колебаний панелей, на основании которого даны рекомендации по выбору пиломатериала для их изготовления.

Ключевые слова: спектр колебаний; конечный элемент; акустическая панель.

Введение. Известно, что деревянные панели широко используются в отделке помещений. Если их применение вызвано не только требованиями дизайна и интерьера, но и необходимостью улучшения качества издаваемых в помещениях звуков, то подобные конструкции называются акустическими панелями. Использование акустических панелей улучшает такие качества музыкальных звуков, как полнота, мягкость и глубина звучания. Под действием звуковых волн панель, которая крепится к потолку или стенам помещений, начинает вибрировать, при этом максимальная интенсивность этих колебаний будет при совпадении собственных и вынужденных частот (явление резонанса). Вблизи панели при этом образуется звуковое поле, в котором происходит перераспределение энергии от одной полуволны колеблющейся конструкции к другой и обратно. В результате энергия звуковых волн не излучается в окружающее пространство, а остаётся «связанной» с панелью в виде кинетической энергии присоединённой массы некоторого объёма воздушной среды, прилегающей к конструкции. Таким образом осуществляется процесс звуко-

поглощения в диапазоне низших частот [1–3]. Следует отметить, что подобным образом действуют все резонансные звукопоглотители: вазы в античных театрах, голосники в стенах церквей предназначены для поглощения низкочастотных составляющих человеческого голоса. Это способствует улучшению разборчивости речи в закрытом помещении, поскольку преобладающие в ударных гласных низкие частоты содержат значительно больше энергии и поэтому маскируют высокочастотные более слабые согласные [4]. Однако, начиная с некоторой граничной частоты, может начаться достаточно эффективное звукоизлучение от самой панели, что может негативно повлиять на акустику помещений. Величина этой частоты определяется формулой [5]:

$$f_{zp} = 0,55 \left(\frac{C_s^2}{hC_d} \right). \quad (1)$$

Здесь C_s – скорость звука в воздухе, C_d – скорость звука в древесине панели, h – толщина панели. На этой частоте длина изгибной волны становится равной длине звуковой волны, падающей на панель под углом 90° , происходит волновое совпадение, при котором интенсивность

изгибных колебаний резко увеличивается. Известно, что скорость звука в древесине определяется формулой [6]:

$$C_0 = \sqrt{\frac{E}{\rho}}, \quad (2)$$

где E – модуль упругости, ρ – плотность древесины.

Таким образом, для эффективной корректировки акустической характеристики помещения в низкочастотном диапазоне необходимо создание такой конструкции, которая имела бы максимально большое количество собственных частот (плотный спектр), лежащих ниже граничной частоты (1). Это позволит наиболее эффективно поглощать энергию звуковых колебаний в области низших частот.

Цель работы – построить расчётно-динамическую модель акустической панели, исследовать спектр колебаний панели в зависимости от физико-механических свойств составляющих её сортиментов.

Расчётная модель. Рассматривается панель, изготовленная из досок древесины ели, склеенных между собой вдоль волокон. Доски уложены вдоль короткой стороны. Толщина панели составляет 28 мм, длина $l=1500$ мм, ширина $b=800$ мм. Акустическая панель представляется в виде шарнирно-опертой прямоугольной пластины, изготовленной из древесины ели (рис. 1).

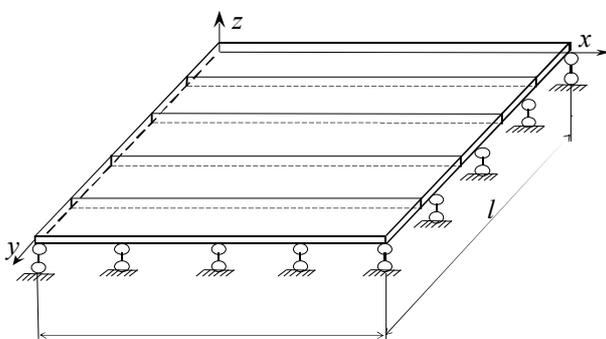


Рис. 1. Расчётная модель акустической панели

Координата x соответствует направлению вдоль волокон древесины, y – радиальному направлению, z – тангенциальному. Считаем, что пиломатериалы для изготовления акустических панелей получены согласно схеме, представленной на рис. 2.

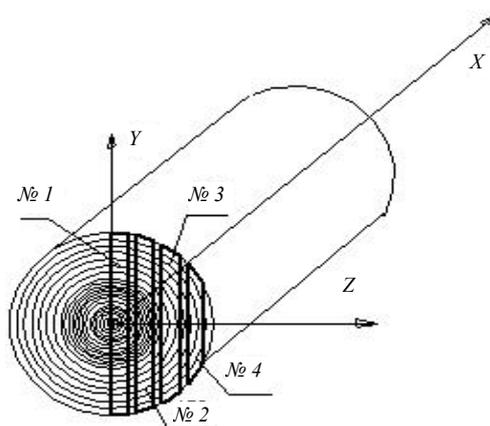


Рис. 2. Схема раскря бревна на пиломатериал

Физико-механические характеристики древесины выбираются согласно [7]. При этом величины упругих постоянных оказываются зависимыми от схемы раскря.

№ 1 – пиломатериал радиальной распиловки;

№ 2 – пиломатериал смешанной распиловки, полученный из зоны бревна, расположенной вблизи сердцевины;

№ 3 – пиломатериал смешанной распиловки (боковая доска);

№ 4 – пиломатериал тангенциальной распиловки.

В этом случае величины упругих постоянных, соответствующие приведённой нумерации (рис. 2), представлены в табл. 1 [7].

Расчётная динамическая модель [8, 9] строится с помощью программного комплекса ANSYS. Для дискретизации пластины используются шестиузловые оболочечные конечные элементы Shell 93 с шестью степенями свободы в узле.

Таблица 1

Физико-механические характеристики сортиментов древесины резонансной ели

№	ρ , кг/м ³	E_x , 10 ⁷ Па	E_y , 10 ⁷ Па	E_z , 10 ⁷ Па	G_{xy} , 10 ⁷ Па	G_{yz} , 10 ⁷ Па	G_{xz} , 10 ⁷ Па	μ_{xy}	μ_{yz}	μ_{xz}
1	500	1622,5	70,1	40	64,5	3,47	41,6	0,44	0,42	0,33
2			33,5	43	62,2	42,6	4,36	0,241	0,046	0,087
3			18,2	54,1	56,7	45,6	9,04	0,246	0,116	0,015
4			12,6	81,6	50,5	50,5	19,5	0,255	0,219	0,019

Данный конечный элемент (КЭ) способен достаточно корректно учитывать анизотропию физико-механических свойств древесины. Задача динамики решается методом конечных элементов (МКЭ) и описывается системой обыкновенных дифференциальных уравнений

$$[M]\{\ddot{q}\} + [K]\{q\} = 0. \quad (3)$$

Здесь $[M]$, $[K]$ – матрицы масс и жёсткости конструкции; $\{\ddot{q}\}$, $\{q\}$ – векторы обобщённых ускорений и перемещений соответственно. Порядок матриц равняется числу степеней свободы (591).

Для расчёта двадцати низших собственных частот и форм колебаний используется метод итераций в подпространстве собственных векторов. Колебательные движения панели представляются суперпозицией низших собственных форм: $\{q(t)\} = [\Phi]\{Z(t)\}$. Здесь $[\Phi] = [\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_{20}]$ – матрица, составленная из двадцати низших собственных форм, $\{Z(t)\}$ – главные или нормальные координаты. В этом случае уравнения (3), записанные в главных координатах, становятся разделяющимися относительно них и принимают вид:

$$\ddot{Z}_j + \omega_j^2 Z_j = 0. \quad (4)$$

Здесь ω_j – круговая частота для j -й собственной формы.

Для дискретизации пластины используются восьмиузловые оболочечные конечные элементы с шестью степенями свободы в узле.

Исследование податливости акустических панелей. Рассмотрены четыре варианта конструкции акустических панелей (рис. 1). В каждом варианте панель имеет одинаковые геометрические размеры и состоит из одинакового количества досок – пяти. Различие между ними заключается в разных физико-механических свойствах древесины, из которой они изготовлены.

1. Конструкция состоит из досок, полученных на основе пиломатериала радиальной распиловки (№ 1 на рис. 2).

2. Конструкция собрана из досок, полученных на основе пиломатериала смешанной распиловки (№ 2 на рис. 2).

3. Конструкция состоит из досок, полученных на основе пиломатериала смешанной распиловки (№ 3 на рис. 2).

4. Конструкция собрана из двух досок (№ 1), расположенных по краям, и трёх досок (№ 2, № 3 и № 4 на рис. 2), уложенных между ними соответственно.

Созданы расчётные модели с одинаковой КЭ сеткой для всех конструктивных вариантов. Построены и проанализированы поля перемещений, рассчитанные от действия нормальной распределённой нагрузки интенсивностью 100 Н/м² для этих четырёх схем. Выявлена неравномерность поля перемещений для схемы № 4 (панель собрана из сортиментов с различными величинами упругих характеристик). Она заметна на низшей форме колебаний, представленной на рис. 3. Наибольшую податливость имеет панель, соответствующая схеме № 3. Её максимальный прогиб составляет

$0,177 \cdot 10^{-3}$ м. Наименьшую податливость имеет панель, соответствующая схеме № 4. Её прогиб более чем в два раза меньше и составил $0,076 \cdot 10^{-3}$ м.

Исследование динамических свойств акустических панелей. Рассмотрен режим свободных колебаний шарнирно-опертых акустических панелей. Результаты решения уравнения (4) на собственные значения сведены в табл. 2. Жирным шрифтом выделены частоты, находящиеся в акустически важном диапазоне низших частот до граничной частоты, определяемой по формуле (1).

Для расчёта граничной частоты принята $C_g = 340$ м/с; согласно данным табл.1, по формуле (2) скорость звука вдоль волокон древесины панели получается $C_d = 5697$ м/с. Следовательно, величина граничной частоты $f_{cp} = 403$ Гц. Различие частотного спектра, которое заметно в табличных данных, следует из неоднородности физико-механических свойств пиломатериалов, составляющих конструкции, что наглядно подтверждается существенным отличием в величинах собственных частот, соответствующих одинаковым формам колебаний.

Формы колебаний, соответствующие первой и седьмой собственным частотам, представлены на рис. 3 и рис. 4 соответственно.

Таблица 2

Собственные частоты акустических панелей

№ Моды	Частота, Гц			
	№1	№2	№3	№4
1	51,9	44,6	41,6	61,3
2	92,2	83,5	81,1	90,8
3	160	146	144	140
4	178	167	161	199
5	206	192	185	207
6	250	230	225	229
7	263	245	242	270
8	328	300	284	312
9	342	313	304	336
10	365	336	334	384
11	382	347	337	391
12	431	402	395	404
13	435	406	398	435
14	486	444	445	467
15	509	466	464	506
16	545	509	505	532
17	573	546	540	543
18	582	566	549	571
19	611	580	580	584
20	644	594	597	606

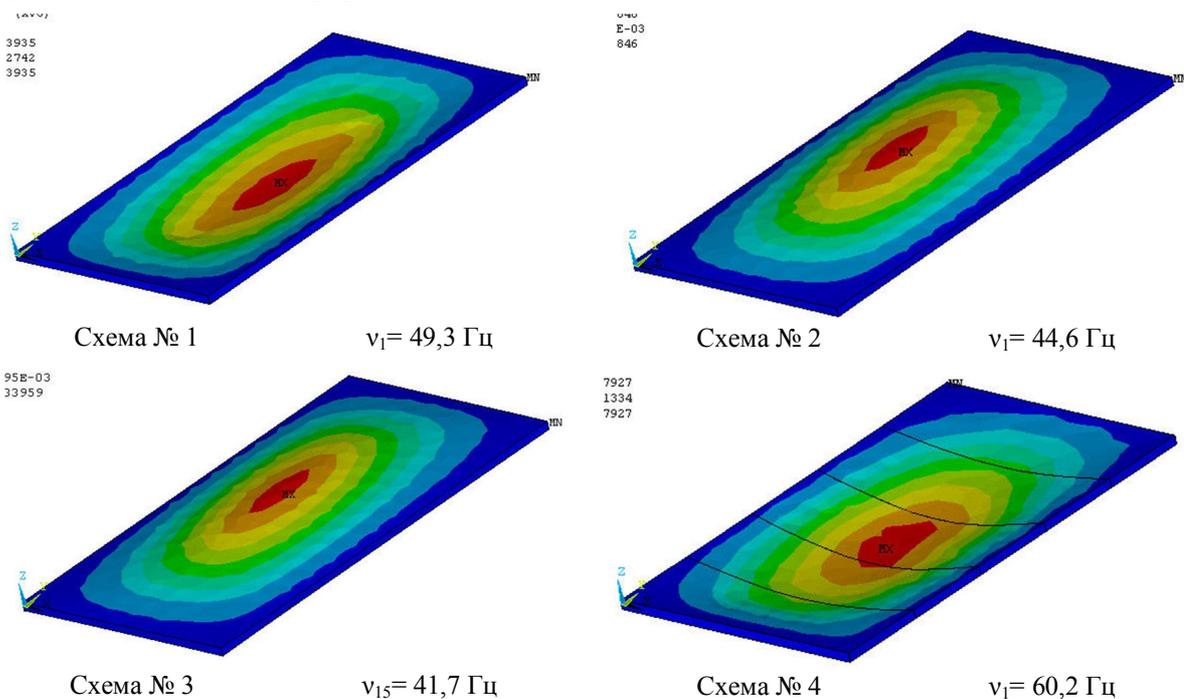


Рис.3. Первая форма колебаний акустических панелей

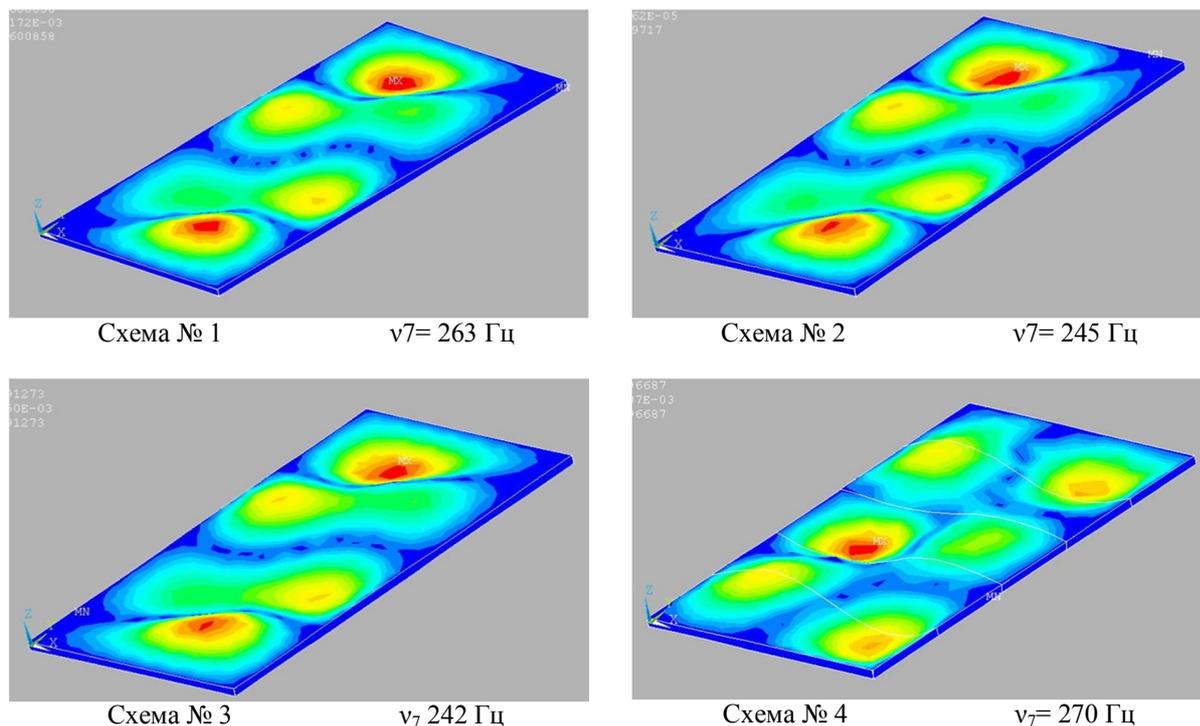


Рис.4. Седьмая форма колебаний акустических панелей

Анализ представленных в табл. 2 данных позволяет сделать некоторые выводы о качестве акустических панелей, изготовленных из различных сортиментов. Схема №3 имеет большее количество собственных частот, попадающих в диапазон до 403 Гц, что, согласно [1–3], является важным условием хорошего звукопоглощения и как следствие улучшения акустических свойств помещения [4]. В диапазон до граничной частоты у схемы № 3 входит 13 собственных частот, схемы № 2 – 12 частот, схем № 1, 4 – 11. Очевидно, высокая податливость схемы № 3 обуславливает сдвиг частотного спектра в область более низких частот. Следует отметить близкие результаты, полученные для схем № 1 и № 4 – 11 частот. Однако неоднородность физико-механических свойств панели № 4 приводит к заметным отличиям полей виброперемещений (рис.3, 4).

При этом интенсивность её вибраций, определяемая цветом, заметно снижается

(рис.4), что должно приводить к меньшему звукопоглощению в данной области частот. Таким образом, акустические панели для достижения лучшего качества не следует изготавливать как из пиломатериалов, полученных путём радиальной распиловки брёвен (конструкция 1), так и из неоднородных пиломатериалов (конструкция 4). Результаты получаются лучше для 2 и 3 конструктивных вариантов. Следует отметить, что именно они обладают наибольшей податливостью, благодаря чему спектр частот сдвигается в область более низких частот.

Выводы. На базе МКЭ построена расчётная динамическая модель акустической панели. Исследован спектр колебаний панели в зависимости от физико-механических свойств составляющих её сортиментов. Установлено, что для достижения более высокого качества акустических панелей их следует изготавливать из пиломатериалов полураспила.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ №13-01-97045 р_поволжье_а.

Список литературы

1. Ковригин, С.Д. Архитектурно-строительная акустика / С.Д. Ковригин, С.И. Крышов. – М.: Высшая школа, 1985. – 256 с.
2. Борьба с шумом на производстве. Справочник / Е.Я. Юдин, Л.А. Борисов, И.В. Горенштейн и др.; Под общ. ред. Е.Я. Юдина. – М.: Машиностроение, 1985. – 400 с.
3. Акустика: Справочник / А.П. Ефимов, А.В. Никонов, М.А. Сапожков, В.И. Шоров; Под ред. М.А. Сапожкова. – М.: Радио и связь, 1989. – 336 с.
4. Рейхардт, В. Акустика общественных зданий / В. Рейхардт. – М.: Стройиздат, 1984. – 200 с.
5. Колесников, А.Е. Шум и вибрация / А.Е. Колесников. – Л.: Судостроение, 1988. – 248 с.
6. Федюков, В.И. Ель резонансная: Отбор на корню, выращивание, сертификация / В.И. Федюков. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 1998. – 204 с.
7. Ашкенази, Е.К. Анизотропия конструкционных материалов / Е.К. Ашкенази, Э.В. Ганов. – Л.: Машиностроение, 1980. – 247 с.
8. Шлычков, С.В. Исследование акустических полей, индуцированных вибрациями тонкостенных конструкций / С.В. Шлычков, С.Г. Кузовков // Акустика речи. Медицинская и биологическая акустика. Архитектурная и строительная акустика. Шумы и вибрации. Аэроакустика: Сб. трудов XIX сессии Российского акустического общества. – М.: GEOS, 2007. – Т. III. – С. 267-271.
9. Шлычков, С.В. Исследование влияния физической и геометрической нелинейности на динамические свойства акустических панелей / С.В. Шлычков // Нелинейные колебания механических систем: Труды IX Всерос. науч. конф. им. Ю.И. Неймарка, Н.Новгород, 24-29 сентября 2012 г. – Нижний Новгород: Издательский дом «Наш дом», 2012. – С. 1009-1018.

References

1. Kovrigin S.D., Kryshov S.I. Arkhitekturno-stroitel'naya akustika [Acoustics of Buildings]. Moscow: Vysshaya shkola, 1985. 256 p.
2. Yudin E.Ya., Borisov L.A., Gorenshstein I.V. Borba s shumom na proizvodstve. Spravochnik pod obshch. red. E.Ya. Yudina [Noise Reduction in the Industry. Handbook under the general editorship of E.Ya. Yudin]. Moscow: Mashinostroenie, 1985. 400 p.
3. Efimov A.P., Nikonov A.V., Sapozhkov M.A., Shorov V.I. Akustika: spravochnik pod redaktsiyey M.A. Sapozhkova [Acoustics: Handbook under the editorship of M.A. Sapozhkov]. Moscow: Radio i svyaz, 1989. 336 p.
4. Reykhardt V. Akustika obshchestvennykh zdaniy [Acoustics in Civic Buildings]. Moscow: Stroyizdat, 1984. 200 p.
5. Kolesnikov A.E. Shum i vibratsiya [Noise and Vibration]. Leningrad: Sudostroenie, 1988. 248 p.
6. Fedyukov V.I. El rezonansnaya: otbor na kornyu, vyrashchivanie, sertifikatsiya [Sonorous Fir: Selection When Standing, Cultivation, Certification]. Yoshkar-Ola: MarSTU, 1998. 204 p.
7. Ashkenazi E.K., Ganov E.V. Anizotropiya konstruktivnykh materialov [Anisotropy of Constructional Materials.]. Leningrad: Mashinostroenie, 1980. 247 p.
8. Shlychkov S.V., Kuzovkov S.G. Issledovaniya akusticheskikh poley, indutsirovannykh vibratsiyami tonkostennykh konstruktivnykh konstruktivnykh [Study of Acoustic Fields Stimulated by Vibrations of Thin Structures]. Akustika rechi. Meditsinskaya i biologicheskaya akustika. Shumy i vibratsii. Aeroakustika. Sb.trudov XIX sessii Rossiyskogo akusticheskogo obshchestva [Speech Acoustics. Medical and Biological Acoustics. Acoustics of Buildings. Noises and Vibrations. Aeroacoustics. Collection of works of XIX session of Russian Acoustic Society]. Moscow: GEOS, 2007. Volume. III. P. 267 271.
9. Shlychkov S.V. Issledovanie vliyaniya fizicheskoy i geometricheskoy nelineynosti na dinamicheskie svoystva akusticheskikh paneley [Study of Influence of Physical and Geometrical Nonlinearity on Dynamic Properties of Acoustic Panels]. Nelineynye kolebaniya mekhanicheskikh sistem: trudy IX Vseros.nauch.konf.im.Yu.I.Neymarka (24-29 sentyabrya 2012, Nizhniy Novgorod) [Non-linear Vibrations of Mechanic Systems: collection of papers of IX Russian Research Conference named after Yu.I. Neymark (September 24-29 2012, Nizhniy Novgorod)]. Nizhniy Novgorod: «Nash dom» Publ. House, 2012. P. 1009-1018.

Статья поступила в редакцию 01.10.13.

ШЛЫЧКОВ Сергей Владимирович – кандидат технических наук, доцент кафедры сопротивления материалов и прикладной механики, Поволжский государственный технологический университет (Российская Федерация, Йошкар-Ола). Область научных интересов – механика деформируемого твёрдого тела, вибрационная механика, техническая акустика. Автор 56 публикаций.

E-mail: ShlychkovSV@volgatech.net

ИВАНОВ Олег Геннадьевич – кандидат технических наук, доцент кафедры сопротивления материалов и прикладной механики, Поволжский государственный технологический университет (Российская Федерация, Йошкар-Ола). Область научных интересов – механика конструкций, строительная механика. Автор 35 публикаций.

E-mail: IvanovOG@volgatech.net

SHLYCHKOV Sergey Vladimirovich – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor at the Chair of Strength of Materials and Applied Mechanics, Volga State University of Technology (Yoshkar-Ola, Russian Federation). Research interest – mechanics of structures and materials, vibratory mechanics, technical acoustics. The author of 56 publications.

E-mail: ShlychkovSV@volgatech.net

IVANOV Oleg Gennadevich – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor at the Chair of Strength of Materials and Applied Mechanics, Volga State University of Technology (Yoshkar-Ola, Russian Federation). Research interest – mechanics of structures, building mechanics. The author of 35 publications.

E-mail: IvanovOG@volgatech.net

S. V. Shlychkov, O. G. Ivanov

INFLUENCE ANALYSIS OF PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF WOOD ON THE QUALITY OF ACOUSTIC PANELS

Key words: *oscillation spectrum; finite element; acoustic panel.*

It is known that wooden panels are widely used in decoration. If the panels are used to improve the quality of sounds in the premises, they are referred to acoustic panels. Wooden acoustic panels, which are attached to the ceiling or walls, are considered in the article. It is grounded that designing of the construction which could have maximum number of natural frequencies (full spectrum) below the critical frequency is necessary for an effective adjustment to the acoustic characteristics of a room in the low frequency range. The frequency is determined on the basis of specific geometrical and physical parameters.

Expected dynamic model of the panel is designed on the basis of finite elements. Eight-node shell finite elements with 6 nodal degrees of freedom are used to discretize the plate. An iteration method in the subspace of eigen vector is used for calculation of twenty lowest natural frequencies and modes of vibration. Acoustic panel is represented in the form of hinged rectangular plate made of spruce wood. The four constitutive variants of acoustic panels from different plates of timber were considered. Displacement fields calculated for normal distributed load were made and analyzed. An analysis of influence of elastic material properties on the dynamic properties of the panel was carried out. In the lower frequency range a comparative analysis of oscillation spectrum of the panels was carried out and the best option was found. It was determined that in order to achieve high quality of acoustic panels they should be made of timber obtained through half-radial saw cut.

ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ И РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ. БИОТЕХНОЛОГИИ

УДК 630*181.9 (470.343)

А. В. Исаев, Ю. П. Демаков

ДИНАМИКА ДРЕВОСТОЕВ В ПОЙМЕННЫХ ЛЕСАХ ЗАПОВЕДНИКА «БОЛЬШАЯ КОКШАГА»

Приведены данные по динамике состава и производительности сложных смешанных древостоев за период с 1995 по 2010 гг., полученные путём регулярных учётов на трёх постоянных пробных площадях, заложенных в центральной части поймы реки Большая Кокшага. Оценена зависимость между текущим приростом деревьев и их исходным размером. Выявлены тенденции процесса накопления древесного отпада.

Ключевые слова: пойменные древостои; состав; производительность; отпад; прирост; динамика.

Введение. Процессы роста и развития древостоев, которые являются теоретическим базисом всех лесоводственных мероприятий и рационального природопользования, давно привлекают к себе внимание исследователей [1–10]. Несмотря на давнюю историю и большой накопленный материал, многие аспекты данных процессов остаются малоизученными, одной из причин чего является острый недостаток экспериментальных данных, полученных путём длительных регулярных (лучше всего ежегодных) наблюдений на постоянных пробных площадях или специальных опытных объектах. Особенно это относится к смешанным разновозрастным древостоям, произрастающим в пойменных биотопах. Наши исследования частично восполняют этот пробел.

Цель работы заключалась в оценке динамики состава и производительности древостоев в пойменных лесах заповедника «Большая Кокшага».

Объекты и методика. Исследования проведены на трёх постоянных пробных площадях (ППП), заложенных в 1995 году сотрудниками заповедника Ю.П. Демаковым и А.В. Полевщиковым в сложных смешанных древостоях, произрастающих в центральной части поймы реки Большая Кокшага на территории заповедника. На ППП проведена нумерация деревьев и детально описаны их параметры (табл. 1 и 2). Каждый год авторы статьи проводили учёт состояния древостоя, а через пять лет – измерение длины окружности стволов.

В 2010 году на ППП проведено картирование древостоя и учтено молодое поколение леса с диаметром ствола более 6 см. Обработка исходных данных проведена с использованием прикладных про-

грамм Excel и Statistica, позволивших проанализировать динамику состава и производительности древостоев, а также оценить зависимость между текущим приростом деревьев и их исходным размером.

Таблица 1

Общая характеристика ППП на момент их закладки

№ ППП	Квартал	Выдел	Площадь, га	Тип леса и особенности лесорастительных условий
1	90	14	0,34	Ельник с дубом и липой крапивный. Рельеф ровный. Почва аллювиальная дерновая слоистая поверхностно-оглеенная на мелкослоистых песчаных отложениях. Средняя продолжительность затопления 16 дней
2	90	9	0,32	Липняк с дубом крапивный. Рельеф ровный. Почва аллювиальная луговая поверхностнооглеенная на слоистых глинисто-песчаных отложениях. Средняя продолжительность затопления 28 дней
3	91	14	0,21	Липняк крапиво-страусниковый. Рельеф ровный. Почва аллювиальная луговая поверхностнооглеенная. Средняя продолжительность затопления 26 дней

Таблица 2

Таксационная характеристика древостоев на ППП в момент их закладки

Элемент древостоя	Средний возраст, лет	Средняя высота, м	Средний диаметр, см	Густота, экз./га	Полнота		Запас, м ³ /га
					абсолют., м ² /га	относит.	
ППП-1, состав по числу деревьев - 50Е40Лп6Д3Вз1Б+Пх, по запасу - 63Е20Д12Лп4Б1Пх							
1 ярус: ель	93	23,1	28,9	297	19,44	0,54	211
1 ярус: дуб	120	26,5	46,6	32	5,52	0,16	68
1 ярус: береза	-	24,5	39,6	9	1,09	0,04	12
1 ярус: пихта	79	26,0	34,8	3	0,30	0,01	5
2 ярус: липа	50	15,8	16,8	235	5,19	0,17	40
3 ярус: вяз	38	10,9	39,6	15	0,17	0,01	1
В целом	-	23,0	-	591	31,71	0,93	337
ППП-2, состав по числу деревьев - 78Лп10Вз8Д3Е1Б, по запасу - 61Лп36Д2Е1Вз1Б							
1 ярус: дуб	-	28,0	53,2	50	11,10	0,31	138
1 ярус: липа	96	23,7	34,1	194	17,17	0,39	186
2 ярус: ель	75	19,0	23,7	22	0,96	0,03	9
3 ярус: липа	43	15,3	15,0	331	5,97	0,20	42
3 ярус: вяз	47	11,0	12,4	66	0,79	0,04	5
3 ярус: береза	-	12,7	13,9	9	0,14	0,01	1
В целом	-	23,9	-	672	36,13	0,98	381
ППП-3, состав по числу деревьев - 91Лп6Ос2Д1Вз, по запасу - 91Лп5Ос2Д2Вз							
1 ярус: осина	47	25,0	35,6	48	4,74	0,13	52
1 ярус: дуб	-	22,1	54,9	14	3,38	0,11	34
1 ярус: липа	46	20,3	21,3	781	27,39	0,73	253
2 ярус: вяз	-	10,7	9,5	14	0,10	0,01	1
В целом	-	21,2	-	857	35,61	0,98	340

Результаты и их обсуждение. Состав древостоев в пойменных лесах заповедника, как показано исследователями [4, 10], довольно разнообразен. Доминирует в большинстве случаев как по числу стволов, так и по сумме площадей их сечения липа, которой часто сопутствуют дуб и вяз. Эту группу древостоев представляют ППП-2 и ППП-3. Значительно реже встречаются в пойме древостой с доминированием ели (ППП-1). Исследования показали, что за истекшие 15 лет липа продолжила укреплять свои позиции в древостоях, однако характер происходящих изменений на каждой ППП имел свои особенности (табл. 3 и 4). Так, отпад её деревьев составил от 23 до 114 экз./га (10–15 %), а в состав насаждения из состава подроста, имеющего исключительно вегетативное происхождение, вошло за это время от 52 до 135 экз./га, т.е. баланс в целом был положительным. Число стволов липы немного снизилось лишь на ППП-3 за счёт естественного изреживания древостоя. Сумма площадей сечения стволов липы на всех ППП увеличилась на 2,48–6,41 м²/га. Ель на ППП-1 с течением времени снижа-

ет долю своего участия в сложении древостоя (отпало 65 экз./га, а прибыло всего лишь 6), хотя по сумме площади сечения стволов эта порода в данном биотопе пока ещё сохранила своё доминирующее положение и даже дала прирост показателя. На ППП-2 количество деревьев ели не изменилось: отсутствует как отпад, так и пополнение молодого поколения. Дуб повсеместно сдал свои позиции как по числу стволов, так и по сумме площадей их сечения. Отпад идет исключительно за счёт крупных экземпляров первого яруса, а пополнение молодого поколения древостоя очень слабое. Вяз, занимающий пока подчинённое положение в древостое, значительно упрочил свои позиции за счёт молодого поколения. Берёза, достаточно редко встречающаяся в пойменных лесах, несколько снизила долю своего участия на ППП-1, а на ППП-2 количество её деревьев осталось без изменений. У пихты и осины отсутствует как образование нового поколения, так и отпад; прирост по сумме площади сечения стволов произошёл за счёт увеличения диаметра деревьев.

Таблица 3

Динамика состава древостоев на ППП по числу стволов

Порода	Число деревьев на ППП в разные годы и их баланс, экз. / га											
	ППП-1				ППП-2				ППП-3			
	1995 г.	2010 г.	Баланс		1995 г.	2010 г.	Баланс		1995 г.	2010 г.	Баланс	
–			+	–			+	–			+	
Лп	$\frac{235}{39,8}$	$\frac{347}{54,1}$	23	135	$\frac{522}{78,4}$	$\frac{578}{72,8}$	53	109	$\frac{762}{90,9}$	$\frac{700}{79,5}$	114	52
Е	$\frac{297}{50,3}$	$\frac{238}{37,1}$	65	6	$\frac{22}{3,3}$	$\frac{22}{2,8}$	0	0	0	0	0	0
Д	$\frac{32}{5,4}$	$\frac{26}{4,1}$	6	0	$\frac{47}{7,0}$	$\frac{28}{3,5}$	22	3	$\frac{14}{1,7}$	$\frac{5}{0,5}$	9	0
В	$\frac{15}{2,5}$	$\frac{24}{3,7}$	0	9	$\frac{66}{9,9}$	$\frac{157}{19,7}$	3	94	$\frac{14}{1,7}$	$\frac{128}{14,6}$	0	114
Б	$\frac{9}{1,5}$	$\frac{3}{0,5}$	6	0	$\frac{9}{1,4}$	$\frac{9}{1,2}$	3	3	0	0	0	0
П	$\frac{3}{0,5}$	$\frac{3}{0,5}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ос	0	0	0	0	0	0	0	0	$\frac{48}{5,7}$	$\frac{48}{5,4}$	0	0
Итого	$\frac{591}{100,0}$	$\frac{641}{100,0}$	100	150	$\frac{666}{100,0}$	$\frac{794}{100,0}$	81	209	$\frac{838}{100,0}$	$\frac{881}{100,0}$	123	166

Примечание: числитель – шт./га, знаменатель – % от общего числа; баланс: «–» – отпад деревьев, «+» – их пополнение.

Таблица 4

Динамика суммы площади сечения стволов деревьев разных пород на ППП

Порода	Сумма площади сечения стволов на ППП в разные годы, м ² /га								
	ППП-1			ППП-2			ППП-3		
	1995 г.	2010 г.	Баланс	1995 г.	2010 г.	Баланс	1995 г.	2010 г.	Баланс
Лп	5,26	7,74	+2,48	23,03	29,44	+6,41	26,67	32,29	+5,62
Е	19,21	22,38	+3,17	0,97	1,44	+0,47	0,00	0,00	-
Д	5,53	4,97	-0,56	10,72	6,00	-4,72	3,52	1,62	-1,90
В	0,18	0,32	+0,14	0,75	1,56	+0,81	0,10	0,57	+0,47
Б	1,09	0,18	-0,91	0,13	0,19	+0,06	0,00	0,00	0,00
П	0,29	0,32	+0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ос	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,81	8,00	+3,19
Итого	31,56	35,91	+4,35	35,60	38,63	+3,03	35,1	42,48	+7,38

Отпад деревьев и накопление сухостоя происходили у дуба и вяза по верховому типу, т.е. преимущественно в высших ступенях толщины, у липы – по смешанному, а у ели – по низовому (табл. 5). Величина отпада деревьев на ППП в разные годы флуктуировала в основном в пределах от 0 до 15 экз./га (рис. 1), лишь в 1997 году произошёл её значительный подъём, в основном за счёт липы. Процесс накопления сухостоя имеет чётко выраженный тренд, аппроксимируемый асимптотической функцией Вейбулла, указывающей на стабилизацию его величины:

$$- \text{дуб } Y = 12,5 \cdot \{1 - \exp[-(X/4,31)^{1,355}]\}; R^2 = 0,980;$$

$$- \text{ель } Y = 81,9 \cdot \{1 - \exp[-(X/10,54)^{1,547}]\}; R^2 = 0,994;$$

$$- \text{липа } Y = 80,0 \cdot \{1 - \exp[-(X/9,58)^{1,495}]\}; R^2 = 0,976;$$

$$- \text{в целом по всем породам: } Y = 155,0 \cdot \{1 - \exp[-(X/8,27)^{1,597}]\}; R^2 = 0,986;$$

где Y – количество сухостоя на ППП, экз./га; X – год с момента закладки ППП, т.е. начала наблюдений ($X = t - 1995$, где t – календарный год).

Таблица 5

Закономерности процесса накопления сухостоя у деревьев разных пород по ступеням толщины

Ступень толщины, см	Сухостой на начало учета, %				Отпад за время учета, %			
	Липа	Ель	Дуб	Вяз	Липа	Ель	Дуб	Вяз
8-12	0,0	21,1	100,0	0,0	20,5	66,7	0,0	0,0
16-20	2,7	23,1	0,0	0,0	10,2	25,0	100,0	20,0
24-28	0,0	2,9	83,3	0,0	3,7	9,1	0,0	0,0
32-36	2,3	3,7	77,7	0,0	4,7	11,5	50,0	-
40 и более	5,3	6,7	52,9	0,0	16,7	7,1	36,0	-

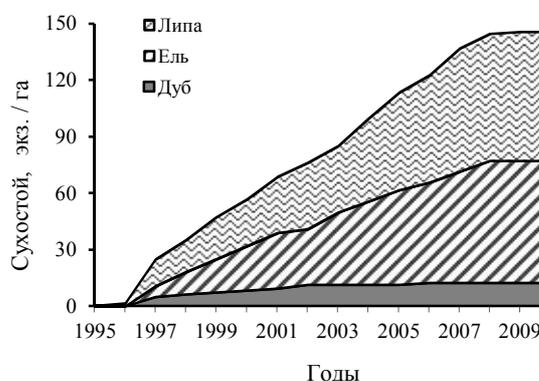
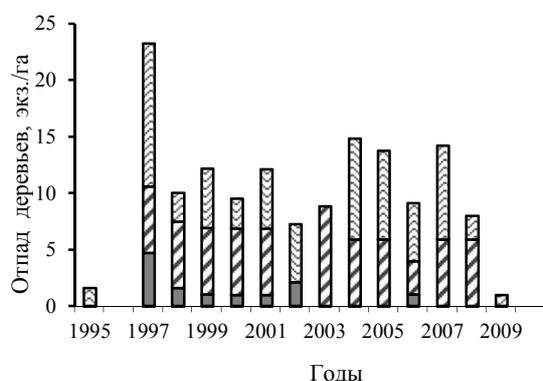


Рис. 1. Динамика образования и накопления сухостоя в пойменных лесах

За время наблюдений на ППП изменился также средний диаметр деревьев (табл. 6). Причём изменения происходили у разных пород как в сторону увеличения значений показателя, так и в сторону снижения за счёт прироста стволов, пополнения древостоя молодым поколением и характера отпада деревьев. Так, у липы на ППП-2 и ППП-3 он несколько увеличился, а на ППП-1 в ельнике, наоборот, снизился за счёт появления молодого поколения. У вяза средний

диаметр деревьев увеличился лишь на ППП-1, да и то очень незначительно. На ППП-2 и ППП-3 он уменьшился по причине значительного пополнения его популяции молодыми вегетативными особями. У берёзы на ППП-1 размер деревьев резко снизился, а на ППП-2 незначительно вырос. У ели, пихты и осины средний диаметр деревьев на всех ППП увеличился, что связано со слабым пополнением популяции и незначительным отпадом крупных стволов.

Таблица 6

Изменение среднего диаметра у деревьев разных пород на ППП

Порода	Средний диаметр деревьев на ППП в разные годы и его разность, см								
	ППП-1			ППП-2			ППП-3		
	1995 г.	2010 г.	Разница	1995 г.	2010 г.	Разница	1995 г.	2010 г.	Разница
Лп	15,2	14,6	-0,6	21,1	22,3	+1,2	19,2	21,8	+2,6
Е	27,0	33,6	+6,6	20,8	26,2	+5,4	-	-	-
Д	45,8	48,0	+2,2	52,7	48,9	-3,8	49,9	65,9	+16,0
В	12,3	12,6	+0,3	11,1	10,5	-0,6	9,5	7,1	-2,4
Б	36,9	28,0	-8,9	12,4	15,0	+2,6	-	-	-
П	34,8	37,9	+3,1	-	-	-	-	-	-
Ос	-	-	-	-	-	-	34,0	44,4	+10,4

Таблица 7

Показатели изменчивости прироста деревьев разных пород на стационарных объектах

№ ППП	Порода	Дср., см	N, экз.	Параметры изменчивости прироста				
				M_x	min	max	S_x	m_x
По диаметру, см								
1	Липа	14,6	72	3,3	0,3	8,7	1,9	0,2
2	Липа	22,3	150	4,1	0,2	9,0	2,0	0,2
3	Липа	21,8	136	3,0	0,2	7,0	1,7	0,1
3	Осина	44,4	10	10,4	5,8	15,1	2,9	1,9
1	Ель	33,6	79	4,4	0,8	11,4	1,9	0,2
1	Дуб	48,0	9	3,1	1,6	4,5	1,0	0,3
2	Дуб	54,2	8	4,7	2,0	6,5	1,6	0,6
1-3	Вяз	10,9	28	2,6	0,4	6,6	1,4	0,3
По площади сечения ствола, см ²								
1	Липа	14,6	72	100,3	5,9	395,9	89,1	10,5
2	Липа	22,3	150	172,4	3,7	685,7	138,2	11,3
3	Липа	21,8	136	117,2	2,7	493,9	102,5	8,8
3	Осина	44,4	10	668,8	194,2	1311,9	354,0	223,3
1	Ель	33,6	79	233,2	23,5	720,7	155,9	17,5
1	Дуб	48,0	9	233,7	97,6	346,1	95,6	31,9
2	Дуб	54,2	8	389,3	138,9	648,6	174,0	61,5
1-3	Вяз	10,9	28	53,7	4,4	180,1	42,7	8,1

Примечание: здесь и далее: N – объём выборки; M_x – среднее арифметическое значение показателя; min, max – минимальное и максимальное значения показателя в выборке; S_x – среднее квадратическое отклонение; m_x – ошибка среднего.

Нумерация деревьев на ППП и измерение у каждого из них диаметра ствола, проводившееся регулярно через каждые пять лет, позволили выявить некоторые особенности динамики их текущего прироста, который изменялся в очень больших пределах (табл. 7). Так, у липы величина прироста по диаметру изменялась у деревьев от 0,2 до 9,0 см, у осины – от 5,8 до 15,1 см, у ели – от 0,8 до 11,4 см, у дуба – от 1,6 до 6,5 см, у вяза – от 0,4 до 6,6 см. Пределы изменчивости прироста по площади сечения ствола еще более значительны. Наиболее высок прирост деревьев по диаметру и по площади сечения стволов у осины, а наиболее мал у вяза. У дуба прирост по диаметру не отличается от остальных пород, однако по площади сечения стволов из-за больших размеров деревьев его величина лишь немногим меньше, чем у осины.

Исследования показали, что величина

прироста деревьев по диаметру очень слабо зависит от их исходного размера, о чём свидетельствуют низкие значения коэффициента детерминации уравнения, описывающего связь между этими показателями (табл. 8). Зависимость прироста по площади сечения ствола более тесная (рис. 2). Подобная закономерность наблюдается и в чистых сосновых древостоях [7, 8]. Исходный размер деревьев наиболее сильное влияние на величину прироста оказал у липы, а наиболее слабое – у вяза и дуба. Относительная величина текущего прироста по площади сечения ствола практически не зависит от исходного размера дерева (рис. 3), однако по мере его увеличения вариабельность показателя снижается. Средняя величина прироста ствола за 15 лет наблюдений относительно исходной площади его сечения составила: у осины 81,1 %, вяза – 60,7, липы – 32,5...56,1, ели – 32,9 и дуба – 15...20 % (табл. 9).

Таблица 8

Параметры уравнения, аппроксимирующего связь прироста деревьев разных пород с исходным диаметром их ствола

Параметры уравнения	Значения параметров уравнения $Y = a \cdot D^b$ для разных пород деревьев на ППП							
	Липа			Осина	Ель	Дуб		Вяз
	ППП 1	ППП 2	ППП 3	ППП 3	ППП 1	ППП 1	ППП 2	ППП 1-3
Прирост по диаметру ствола, см								
a	0,583	0,492	0,138	3,641	0,195	0,04	3,593	0,787
b	0,586	0,662	0,975	0,292	0,903	1,322	0,054	0,0442
R ²	0,173	0,231	0,324	0,151	0,364	0,155	0,001	0,049
Прирост по площади сечения ствола, см ²								
a	1,163	0,993	0,249	9,802	0,341	0,776	7,373	1,650
b	1,537	1,612	1,955	1,181	1,892	1,458	0,997	1,369
R ²	0,547	0,606	0,630	0,687	0,689	0,601	0,240	0,295

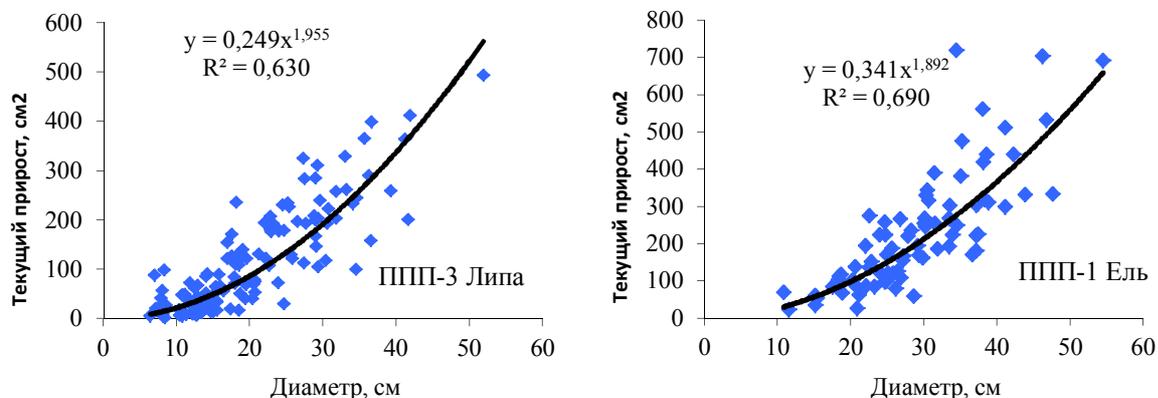


Рис. 2. Зависимость величины прироста деревьев липы и ели по площади сечения ствола от их исходного диаметра в 1995 году

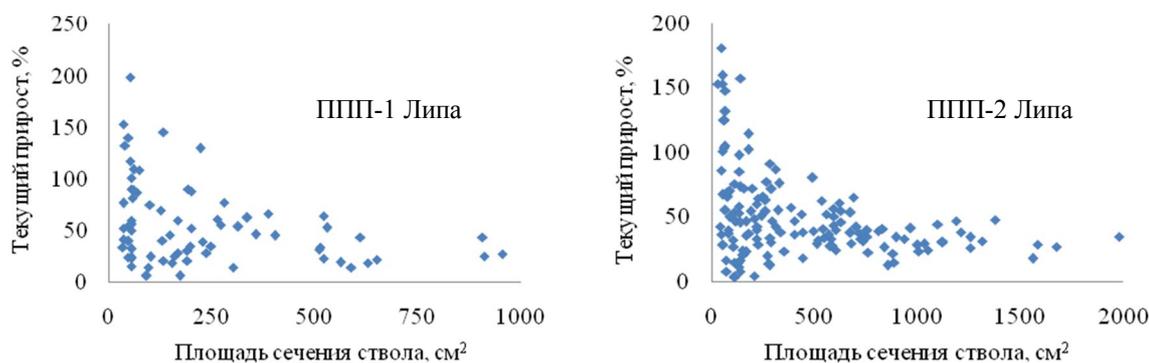


Рис. 3. Влияние площади сечения ствола дерева на долю прироста

Таблица 9

Изменчивость относительного прироста деревьев разных пород по площади сечения их стволов

Параметр	Значения параметров относительной величины прироста по площади сечения стволов, %							
	Осина	Вяз	Липа			Ель	Дуб	
	ППП-3	ППП-2	ППП-1	ППП-2	ППП-3	ППП-1	ППП-1	ППП-2
M_x	81,1	60,7	56,1	50,2	35,2	32,9	14,9	21,5
min	37,8	9,6	6,4	3,3	4,8	8,3	8,5	9,5
max	180,3	137,7	199,0	181,0	231,2	77,5	22,3	42,2
S_x	42,0	37,3	39,3	34,1	28,4	13,2	4,9	10,4
m_x	26,5	8,3	4,6	2,8	2,4	1,5	1,6	3,7

Исследования показали, что величина текущего прироста ствола у деревьев не оставалась стабильной во времени (табл. 10). Так, деревья липы на всех ППП в среднем снизили прирост за последние пять лет (2005–2010 гг.) по сравнению с предыдущими периодами. У ели, напротив, прирост неуклонно увеличивался, хотя и небольшими темпами. Эта закономерность характеризует ситуацию в древостоях лишь в среднем, т.к. в них имеют-

ся деревья либо постоянно увеличивающие или снижающие прирост, либо меняющие его со временем, что подтверждают результаты дендрохронологического анализа (рис. 4, табл. 11) и наши прежние выводы [7, 9] о высокой индивидуальной изменчивости прироста деревьев и изменении их рангового положения в ценозе в процессе роста. Причины этого явления нам пока не ясны и требуют дальнейшего изучения.

Таблица 10

Динамика средних значений прироста деревьев липы и ели на ППП

Годы учёта	Разница значений показателей у разных пород на ППП между годами учёта, $M \pm m$			
	Липа			Ель
	ППП-1; N = 72 экз.	ППП-2; N = 150 экз.	ППП-3; N = 133 экз.	ППП-1; N = 79 экз.
Прирост по диаметру, см				
1995 – 2000	$1,2 \pm 0,08$	$1,4 \pm 0,06$	$1,0 \pm 0,06$	$1,3 \pm 0,06$
2000 - 2005	$1,2 \pm 0,09$	$1,5 \pm 0,07$	$1,0 \pm 0,07$	$1,5 \pm 0,08$
2005 - 2010	$0,9 \pm 0,08$	$1,2 \pm 0,07$	$0,7 \pm 0,05$	$1,6 \pm 0,10$
Прирост по площади сечения ствола, cm^2				
1995 – 2000	$32,7 \pm 3,22$	$54,6 \pm 3,61$	$40,2 \pm 3,18$	$65,5 \pm 4,37$
2000 - 2005	$36,3 \pm 4,42$	$61,6 \pm 3,89$	$40,6 \pm 3,42$	$79,1 \pm 6,51$
2005 - 2010	$31,3 \pm 3,64$	$56,1 \pm 5,22$	$29,1 \pm 2,90$	$88,6 \pm 7,65$
Относительная величина прироста по площади сечения ствола, %				
1995 – 2000	$19,4 \pm 1,39$	$16,4 \pm 0,92$	$11,6 \pm 0,85$	$9,6 \pm 0,43$
2000 - 2005	$15,6 \pm 1,27$	$15,4 \pm 0,76$	$5,8 \pm 0,44$	$10,1 \pm 0,48$
2005 - 2010	$11,3 \pm 1,04$	$10,3 \pm 0,53$	$5,8 \pm 0,43$	$9,9 \pm 0,50$

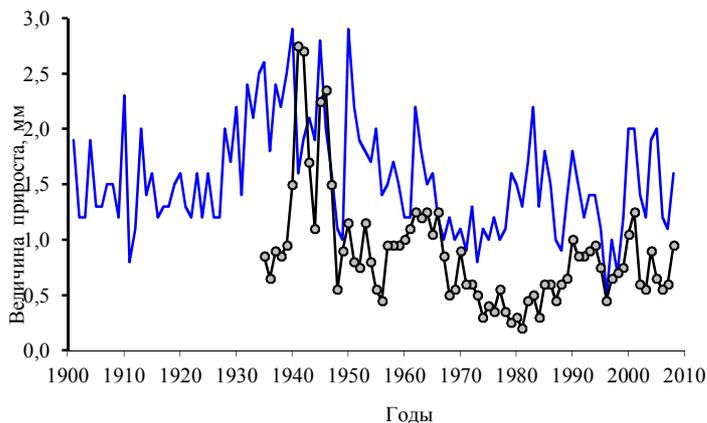


Рис. 4. Динамика радиального прироста различных деревьев ели на ППП-1

Таблица 11

Матрица коэффициентов корреляции рядов динамики радиального прироста деревьев ели

Номер дерева	Значения коэффициента корреляции между рядами прироста деревьев							
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6	№ 7	№ 8
№ 1	1,00							
№ 2	0,38	1,00						
№ 3	0,31	0,32	1,00					
№ 4	0,01	0,28	0,22	1,00				
№ 5	0,07	0,33	0,47	0,38	1,00			
№ 6	0,02	0,22	0,10	0,37	0,43	1,00		
№ 7	-0,07	0,18	0,24	0,41	0,53	0,59	1,00	
№ 8	0,16	0,36	0,23	0,09	0,55	0,20	0,38	1,00
№ 9	-0,04	0,20	0,45	0,17	0,06	-0,10	0,18	-0,09

На основе проведённых наблюдений, а также имеющихся литературных материалов [3–6, 10–13], можно спрогнозировать дальнейшее развитие древостоев. Вполне вероятно, что липа будет по-прежнему укреплять свои позиции в пойменных лесах за счёт вегетативного возобновления и своей теневыносливости, а также выпадения из состава насаждений других пород, главным образом осины, берёзы и ели. Вяз будет оставаться в составе второго яруса, сохраняя достаточно высокую численность популяции благодаря активному семенному возобновлению и образованию корневых отпрысков. Проблематично состояние популяции дуба черешчатого. Некоторые авторы [13] считают, что пойменные дубравы заповедника являются динамически устойчи-

выми вследствие онтогенетической полночленности популяции. Факты свидетельствуют скорее об обратном, однако делать вывод об исчезновении популяции дуба нельзя, так как он успешно возобновляется в разрывах полога древостоя (световых окнах), образовавшихся в результате гибели старых крупных деревьев. На ППП-2, по данным учёта 2010 года, присутствует его подрост высотой от 0,5 до 4 м в количестве до 1,0 тыс. экз./га, а обильный урожай желудей, самый высокий за 17 лет наблюдений [14], привёл к образованию самосева густотой до 15,0 тыс. экз./га. Установлено также, что дуб постепенно расселяется на пойменных лугах, где после установления заповедного режима прекращено сенокошение [3]. Таким образом, в пойменных лесах заповед-

ника возможно восстановление дубом утраченных им позиций.

Выводы

1. Число деревьев за 15 лет наблюдений на всех ППП, несмотря на их отпад, составляющий 10–15 % от первоначального числа стволов, в целом увеличилось за счёт молодого поколения. Сумма площади сечения стволов на всех ППП также увеличилась, однако произошло это в основном за счёт прироста деревьев.

2. Величина текущего отпада деревьев на ППП флуктуировала по годам, достигая иногда (в 1997 году) 23 экз./га. Отпад деревьев происходил у дуба и вяза преимущественно в высших ступенях толщины, у ели – по низовому типу, у липы – по смешанному. Процесс накопления сухостоя имеет чётко выраженный тренд, аппроксимируемый асимптотической функцией Вейбулла, указывающей на некоторую стабилизацию его величины.

3. За время наблюдений на ППП изменился также средний диаметр деревьев. Причём изменения происходили у разных пород как в сторону увеличения значений показателя, так и в сторону снижения за счёт прироста стволов, пополнения древостоя молодым поколением и отпада деревьев. У деревьев осины, к примеру, он в среднем увеличился на 10,4 см, у ели – на 5,4–6,6 см, у пихты – на 3,1 см, у липы в дубраве липово-крапивной и липняке крапиво-страусниковом – на 1,2–2,6 см, а в ельнике липово-крапивном, наоборот, снизился на 0,6 см. У вяза средний диаметр стволов уменьшился на 0,6–2,4 см. Средний диаметр деревьев дуба на ППП-2 снизился на 3,8 см, а на ППП-3 увеличился на 16,0 см.

Список литературы

1. Денисов, А.К. Возрастная структура и развитие девственных дубрав / А.К. Денисов // ИВУЗ: Лесной журнал. – 1965. – № 5. – С. 34-36

2. Абатуров, А.В. Динамика ельников на территории лесопаркового защитного пояса Москвы /

4. Величина текущего прироста занумерованных деревьев изменялась у различных пород как по диаметру, так и площади сечения ствола в очень больших пределах. Наиболее высоким прирост был у деревьев осины, а наиболее малым у вяза. У дуба прирост по диаметру не отличался от остальных пород, однако по площади сечения стволов из-за больших размеров деревьев его величина была лишь немногим меньше, чем у осины.

5. Прирост деревьев по диаметру очень слабо зависел от их исходного размера. Зависимость же прироста по площади сечения ствола от их исходного размера была более тесной. Наиболее сильное влияние на величину прироста исходный размер деревьев оказал у липы, а наиболее слабое – у вяза и дуба. Средняя величина прироста ствола за 15 лет наблюдений относительно исходной площади его сечения составила: у осины 81,1, вяза 60,7, липы 32,5...56,1, ели 32,9 и дуба 15...20 %.

6. Величина текущего прироста ствола у деревьев не оставалась стабильной во времени. Так, деревья липы на всех ППП в среднем снизили прирост за последние пять лет по сравнению с предыдущими периодами. У ели, напротив, прирост неуклонно увеличивался, хотя и небольшими темпами. Эта закономерность характеризует ситуацию в древостоях лишь в среднем, т.к. в них имеются деревья либо постоянно увеличивающие или снижающие прирост, либо меняющие его со временем.

7. На всех ППП отмечена чёткая тенденция укрепления прежних позиций в древостое липы и снижения их другими породами, особенно дубом, дальнейшая судьба популяции которого проблематична.

References

1. Denisov A.K. Vozrastnaya struktura i razvitiye devstvennykh dubrav [Age-Class Composition and Growth of Virgin Oak-forests]. IVUZ: Lesnoy zhurnal [Higher Institution: Journal on Forestry]. 1965. No 5. P. 34-36.

2. Abaturov A.V., Antyukhina V.V. Dinamika elnikov na territorii lesoparkovogo zashchitnogo

А.В. Абатуров, В.В. Антюхина // Динамика хвойных лесов Подмосковья.– М.: Наука, 2000. – С. 86-115.

3. *Браславская, Т.Ю.* Мониторинг старовозрастных пойменных лесов в заповеднике «Большая Кокшага» / Т.Ю. Браславская // Проблемы экологии и природопользования в бассейнах рек Республики Марий Эл и сопредельных регионов. – Йошкар-Ола: ПИК Принт-Ф, 2006. – С. 31-33.

4. *Браславская, Т.Ю.* Изучение демографической и пространственной структуры популяций древесных видов в пойме реки Большая Кокшага / Т.Ю. Браславская // Научные труды государственного природного заповедника «Большая Кокшага».– Йошкар-Ола: МарГТУ, 2008. – Вып. 3. – С. 38-68.

5. *Демаков, Ю.П.* Состояние пойменных дубрав Марийской ССР и принципы ведения хозяйства в них / Ю.П. Демаков, А.Ф. Агафонов, А.В. Иванов // Научные основы ведения лесного хозяйства в дубравах. – Воронеж: ВЛТИ, 1991. – Ч.1. – С. 73-74.

6. *Демаков, Ю.П.* Состояние пойменных насаждений Марий Эл и биологическая устойчивость слагающих их пород / Ю.П. Демаков, А.Ф. Агафонов, Е.К. Кудрявцев, А.В. Иванов // Рубки и восстановление леса в Среднем Поволжье: Сб. науч. тр.– М.: ВНИИЛМ, 1992. – С. 58-72.

7. *Демаков, Ю.П.* Итоги многолетних наблюдений за дифференциацией деревьев на стационарных объектах ТатЛЮС в сосняках Республики Марий Эл / Ю.П. Демаков, И.А. Козлова // Проблемы использования, воспроизводства и охраны лесных ресурсов Волжско-Камского региона. – Казань: ТатЛЮС, 2004. – С. 109-115.

8. *Демаков, Ю.П.* Особенности процесса дифференциации деревьев по диаметру в культуре сосны / Ю.П. Демаков, В.И. Пчелин, Е.И. Патрикеев // Современные проблемы теории и практики

poyasa Moskvy [Dynamics of Spruce Forests at the Territory of Moscow Forest-Park Shelter Belt]. *Dinamika khvoynykh lesov Podmoskovya* [Dynamics of Coniferous Forests of the Moscow region]. Moscow: Nauka, 2000. P. 86-115.

3. *Braslavskaya T.Yu.* Monitoring starovozrastnykh poymennykh lesov v zapovednike «Bolshaya Kokshaga» [Monitoring of Old Floodplain Forests in «Bolshaya Kokshaga» Reserve]. *Problemy ekologii i prirodopolzovaniya v basseynakh rek Respubliki Mariy El i sopredelnykh regionov* [Problems of Ecology and Nature Management in River Basins of Mari El Republic and its Neighbour Regions]. Yoshkar-Ola: PIK Print-F, 2006. P. 31-33.

4. *Braslavskaya T.Yu.* Izuchenie demograficheskoy i prostranstvennoy struktury populyatsiy drevesnykh vidov v poyme reki Bolshaya Kokshaga [Study of Demographic and Spatial Structure of Woody Species Population in the River Basin of the Bolshaya Kokshaga]. *Nauchnye trudy gosudarstvennogo prirodnogo zapovednika «Bolshaya Kokshaga»* [Scientific Works of State Natural Reserve «Bolshaya Kokshaga»]. Yoshkar-Ola: MarSTU, 2008. Issue 3. P. 38-68.

5. *Demakov Yu. P., Agafonov A.F., Ivanov A.V.* Sostoyanie poymennykh dubrav Mariyskoy SSR i printsipy vedeniya khozyaystva v nikh [Condition of Floodplain Oak Forests of Mari ASSR and Principles of Forest Management]. *Nauchnye osnovy vedeniya lesnogo khozyaystva v dubravakh* [Scientific Basis of Oak Forests Management]. Voronezh: VLTI, 1991. Part.1. P. 73-74.

6. *Demakov Yu. P., Agafonov A.F., Kudryavtsev E.K., Ivanov A.V.* Sostoyanie poymennykh nasazhdeniy Mariy El i biologicheskaya ustoychivost sлагayushchikh ikh porod [Condition of Floodplain Plantations of Mari El Republic and Biological Sustainability of the Species Which are the Part of It]. *Rubki i vosstanovlenie lesa v Srednem Povolzhe: sb.nauch.tr.* [Fellings and Forest Restoration in the Middle Volga: collection of scientific papers]. Moscow: VNIILM, 1992. P. 58-72.

7. *Demakov Yu. P., Kozlova I.A.* Itogi mnogoletnikh nablyudeniya za differentsiatsiey derev na statsionarnykh obektakh TatLOS v sosnyakakh Respubliki Mariy El [Results of Long-Term Observations after Trees Differentiation at the Stationary Sites of TatLOS in Pine Forests of the Republic of Mari El]. *Problemy ispolzovaniya, vosproizvodstva i okhrany lesnykh resursov Volzhsko-Kamskogo regiona* [Problems of Use, Reproduction and Protection of Forest Resources of the Volga-Kama Region]. Kazan: TatLOS, 2004. P. 109-115.

8. *Demakov Yu. P., Pchelin V.I., Patrikeev E.I.* Osobennosti protsessy differentsiatsii derev po diametru v culture sosny [Peculiarities of Trees Differentiation in Diameter (Planted Pines)]. *Sovremennye*

лесного хозяйства. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2008. – С. 108-112.

9. *Демаков, Ю.П.* Закономерности роста деревьев ели в пойме рек Большой и Малой Кокшаги / Ю.П. Демаков, А.В. Исаев // Научные труды государственного природного заповедника «Большая Кокшага». – Йошкар-Ола: МарГУ, 2009. – Вып. 4. – С. 68-123.

10. *Исаев, А.В.* Формирование почвенного и растительного покрова в поймах речных долин Марийского Полесья (на примере территории заповедника «Большая Кокшага»): Монография / А.В. Исаев. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2008. – 240 с.

11. *Шаталов, В.Г.* Пойменные леса / В.Г. Шаталов, И.В. Трещевский, И.В. Якимов. – М.: Лесная промышленность, 1984. – 160 с.

12. *Евстигнеев, О.И.* Популяционная организация и антропогенные преобразования пойменной дубравы реки Большая Кокшага / О.И. Евстигнеев, М.В. Почитаева, С.Е. Желонкин // Бюлл. МОИП. – 1993. – Т. 98, Вып. 5. – С. 80-87.

13. *Невидомов, А.М.* Состояние пойменных дубрав Волжского бассейна / А.М. Невидомов // Лесоведение. – 1996. – № 5. – С. 4-15.

14. *Демаков, Ю.П.* Динамика урожайности желудей дуба / Ю.П. Демаков, А.В. Исаев // Научные труды Государственного природного заповедника «Большая Кокшага». – Йошкар-Ола: МарГУ, 2011. – Вып. 5. – С. 144-159.

problemy teorii i praktiki lesnogo khozyaystva [Actual Problems of Theory and Practice in Forestry]. Yoshkar-Ola: MarSTU, 2008. P. 108-112.

9. *Demakov Yu. P., Isaev A.V.* Zakonomernosti rosta derevev eli v poyme rek Bolshoy i Maloy Kokshagi [Growth Peculiarities of Spruce in the Floodplain of the Bolshaya and Malaya Kokshaga]. Nauchnye trudy gosudarstvennogo prirodno zapovednika «Bolshaya Kokshaga» [Scientific Works of State Natural Reserve «Bolshaya Kokshaga»]. Yoshkar-Ola: MarSTU, 2009. Issue 4. P. 68-123.

10. *Isaev A.V.* Formirovanie pochvennogo i rastitelnogo pokrova v poymakh rechnykh dolin Mariyskogo Polesya (na primere territorii zapovednika «Bolshaya Kokshaga») [Forming of Soil and Vegetation Cover in the Bottom of River Valleys of Mari Forests (on the Example of «Bolshaya Kokshaga» Reserve): monograph.]. Yoshkar-Ola: MarSTU, 2008. 240 p.

11. *Shatalov V.G., Treshchevskiy I.V., Yakimov I.V.* Poymennye lesa [Floodplain Forests]. Moscow: Lesnaya promyshlennost, 1984. 160 p.

12. *Evstigneev O.I., Pochitaeva M.V., Zhelonkin S.E.* Populyatsionnaya organizatsiya i antropogennye preobrazovaniya poymennoy dubravy reki Bolshaya Kokshaga [Population Organization and Man-Made Transformations of Floodplain Oak Forests of the Bolshaya Kokshaga]. Bull MOIP. 1993. Vol. 98, Issue. 5. P. 80-87.

13. *Nevidomov A.M.* Sostoyanie poymennykh dubrav Volzhskogo basseyna [Condition of Floodplain Oak Forests of the Volga Region]. Lesovedenie [Forestry]. 1996. No 5. P. 4-15.

14. *Demakov Yu. P., Isaev A.V.* Dinamika urozhaynosti zheludey duba [Dynamics of Yield Capacity of Oak Glans]. Nauchnye trudy gosudarstvennogo prirodno zapovednika «Bolshaya Kokshaga» [Scientific Works of State Natural Reserve «Bolshaya Kokshaga»]. Yoshkar-Ola: MarSTU, 2011. Issue. 5. P. 144-159.

Статья поступила в редакцию 22.02.13.

ИСАЕВ Александр Викторович – кандидат сельскохозяйственных наук, заместитель директора по научной работе, Государственный природный заповедник «Большая Кокшага» (Российская Федерация, Йошкар-Ола). Область научных интересов – биогеоценология, лесное почвоведение. Автор 30 публикаций, в том числе одной монографии.

E-mail: nauka_gpz@yolamail.ru

ДЕМАКОВ Юрий Петрович – доктор биологических наук, профессор кафедры экологии, почвоведения и природопользования, Поволжский государственный технологический университет (Российская Федерация, Йошкар-Ола). Область научных интересов – биогеоценология, дендрохронология. Автор 246 научных и учебно-методических работ, в том числе четырёх монографий и пяти учебных пособий.

E-mail: DemakovYP@volgatech.net

ISAEV Alexander Viktorovich – Candidate of Agricultural Sciences, Deputy Director for Research Activity, State Natural Reserve «Bolshaya Kokshaga» (Yoshkar-Ola, Russian Federation). Research interests – biogeocenology, forest pedology. The author of 30 publications including one monograph.

E-mail: nauka_gpz@yolamail.ru

DEMAKOV Yuriy Petrovich – Doctor of Biological Sciences, Professor at the Chair of Ecology, Pedology and Nature Management, Volga State University of Technology (Yoshkar-Ola, Russian Federation). Research interests – biogeocenology, dendrochronology. The author of 246 research and teaching publications, including four monographs and five study guides.

E-mail: DemakovYP@volgatech.net

A. V. Isaev, Yu. P. Demakov

STANDS DYNAMICS IN FLOODPLAIN FORESTS OF «BOLSHAYA KOKSHAGA» RESERVE

Key words: floodplain stands; composition; productivity; drain; increment; dynamics.

The dynamics data (1995-2010 years) of composition and productivity of complex-mixed stands are offered. The data were obtained due to regular control at the three permanent sample sites, located in the central zone of the floodplain of the Bolshaya Kokshaga. Dependence between current trees increment and their original size were estimated. Tendencies for trees mortality were revealed.

It was determined that number of trees and total basal area of their stems has increased for 15 years. The scale of current mortality of trees fluctuated from year to year, sometimes it was 23 pcs./ha. Mean diameter of trees was varying in different species; it depended on stems increment, addition of young trees and mortality of some trees. The size of current increment of different species was measured in very large bounds. Aspen had the biggest increment, Elm had the least increment. Trees increment in diameter had a faint dependence on their original diameter. Dependence of basal increment on their original diameter was rather tight. Trees increment was not stable in the course of time: some trees had constant increment or otherwise, sometimes change of increment (in the both directions) was observed.

A clear tendency for consolidation of former positions of Lime at all the sampling areas was traced. A tendency for losing positions of other species, Oak in particular, was found. Existence of Oak population in the future is problematic.

УДК 574::539.1.04

Е. А. Гончаров, Д. И. Пигалин

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕХНОГЕННЫХ И ЕСТЕСТВЕННЫХ РАДИОНУКЛИДОВ В ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ ЗАПОВЕДНИКА «БОЛЬШАЯ КОКШАГА»

Приведены результаты оценки распределения радионуклидов цезия-137, калия-40, радия-226 и тория-232 в горизонтальной и вертикальной структуре лесных экосистем заповедника «Большая Кокшага» для целей фоновое радиоэкологического мониторинга. На пробных площадях (сосняк лишайниково-мишстый и дубняк крапивный) впервые проведена детальная гамма-спектрометрическая съёмка и оценка пространственного распределения техногенных и природных радионуклидов, спектрометрические измерения проб растений и грибов.

Установлено, что уровень загрязнения почвы цезием-137 составляет 0,8–1,0 кБк/м², причем 60–70 % радионуклидов сосредоточено в верхнем 5–10 см слое. Содержание природных радионуклидов радия, тория и калия в рассмотренных экосистемах определяется минералогическим составом почвообразующих пород: в песчаной почве они практически отсутствуют, в аллювиальной глинистой почве содержание калия и тория в 3–6 раз выше. Пространственное распределение цезия-137 и калия-40 носит нормальный, как правило, однородный характер, распределение тяжёлых природных радионуклидов – логнормально. Мощность эквивалентной дозы гамма-излучения составляет 0,01–0,02 мкЗв/ч.

Значимое содержание цезия-137 (30–60 Бк/кг) отмечено в растительности и, следовательно, в подстилке (60–70 Бк/кг) соснового биоценоза, тяжёлые природные радионуклиды – отсутствуют. Среди компонентов биоценозов максимальный уровень накопления техногенных радионуклидов отмечен в плодовых телах грибов (до 1700 Бк/кг сухой массы).

Ключевые слова: *пространственное распределение; цезий-137; калий-40; радий-226; торий-232; радиоэкологический мониторинг; лесная экосистема.*

Введение. Естественное ионизирующее излучение является важным фактором, влияющим на функционирование живых организмов и экосистем в целом. В результате извлечения и перераспределения природных радионуклидов с полезными ископаемыми, испытаний ядерного оружия и промышленных, радиационных аварий и катастроф произошло существенное изменение радиационной обстановки, что определяет необходимость ра-

диоэкологического мониторинга процессов миграции естественных и искусственных радионуклидов в пределах как природных (фоновых), так и природно-антропогенных систем.

Под радиационным экологическим мониторингом территории понимают систему наблюдения, оценки и прогноза радиационной обстановки. Чаще всего в качестве показателей радиационной обстановки используются значения мощности

эквивалентной дозы гамма-излучения, плотность потока бета-частиц, плотность радиоактивного загрязнения почвы техногенными радионуклидами, содержание радионуклидов в продукции животного и растительного происхождения. В частности, при мониторинге лесных территорий объектами мониторинга являются почва (содержание радионуклидов в лесной подстилке, минеральной части почвы, распределение по профилю почвы), растения и их части (структурные элементы древесных и подлесочных видов, растения живого напочвенного покрова, плоды), плодовые тела шляпочных грибов [1].

Радиационная обстановка в Республике Марий Эл остается стабильной. Уровень радиоактивного загрязнения территории республики техногенным цезием-137 составляет 1–4 кБк/м² [2], а среднее значение суммарной бета-активности выпадений в пунктах наблюдения составляет 0,6–2,5 Бк/м² в сутки, что ниже среднего по России [3]. В то же время по результатам исследований, проведенных ранее на территории Государственного природного заповедника «Большая Кокшага», в отобранных образцах грибов отмечалось повышенное, по сравнению с уровнем загрязнения почвы, содержание радиоцезия [4], поэтому представляет научный и практический интерес организация и проведение комплексных радиоэкологических наблюдений на территории заповедника «Большая Кокшага» как фонового участка, не испытывающего прямого техногенного воздействия, где радиационная обстановка обусловлена в основном естественными источниками ионизирующего излучения земного и космогенного происхождения, а также техногенными радионуклидами глобальных выпадений.

Цель работы – выявление закономерностей распределения техногенных и природных радионуклидов в горизонтальной и вертикальной структуре лесных экосистем заповедника «Большая Кокша-

га» в условиях глобальных радиоактивных выпадений.

При этом ставились следующие **задачи**:

- выбрать объекты исследований, различающиеся по условиям протекания миграционных процессов радионуклидов;
- определить наиболее информативные показатели радиационной обстановки и способы их измерения;
- провести полевые и лабораторные исследования компонентов лесных экосистем;
- сделать выводы о радиоэкологической обстановке и факторах, определяющих процессы миграции природных и искусственных радионуклидов в рассматриваемых экосистемах.

Объекты и методика исследований.

Объекты исследования были выбраны в пределах основных ландшафтов заповедника: дюнно-бугристой зандровой равнины, покрытой сосняками, и поймы р. Большая Кокшага, занятой дубово-липовыми насаждениями. Радиоэкологические исследования проводились на двух постоянных пробных площадях, заложенных сотрудниками заповедника для изучения динамики естественного изреживания древостоя, роста, дифференциации и пространственного размещения деревьев (ППП 90-3-05) и изучения лесоводственно-биологических процессов в пойменных лесах (ППП 2-Л). Характеристика участков приведена в табл. 1 и на рис. 1.

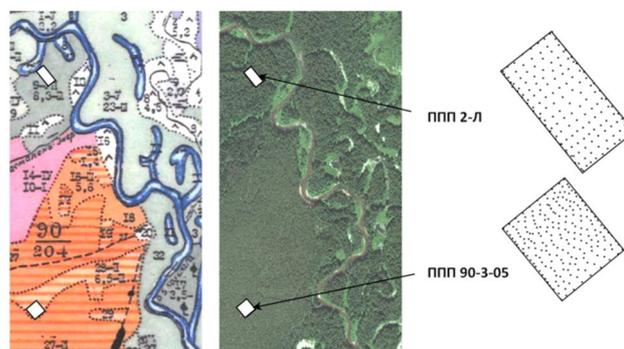


Рис. 1. Расположение пробных площадей и точек измерения

Таблица 1

Характеристика объектов исследования

Местоположение, размер, обозначение стационарного участка	Формула состава древостоя, возраст, тип леса, ТЛУ	Живой напочвенный покров	Почва
кв. 90, выд. 27, 50×60 м, 0,3 га ППП 90-3-05	9С1Б I поколение 150-220 лет II поколение 75 лет сосняк лишайниково-мшистый, А ₂	кладония оленья, плевроциум Шребера, марьянник луговой, ястребинка зонтичная, ландыш майский	дерново-слабо-подзолистая песчаная слабо-гумусированная
кв. 90, выд. 9. 40×80 м, 0,32 га ППП 2-Л	8Лп1Вз1Д возраст 115 лет дубняк крапивный, С ₂	крапива двудомная, будра плюшевидная	аллювиальная луговая среднеглинистая на слоистых глинисто-песчаных отложениях

На объектах исследования изучались следующие показатели радиационной обстановки:

- плотность поверхностного загрязнения почвы цезием-137 и её пространственное распределение;
- пространственное распределение в почвенном покрове удельной активности естественных радионуклидов (калия-40, радия-226, тория-232);
- распределение удельной активности радионуклидов по почвенному профилю;
- мощность эквивалентной дозы гамма-излучения на высоте 1 м;
- удельная активность радионуклидов в хвое (листве) древесных видов, наземной фитомассе растения живого напочвенного покрова;
- удельная активность радионуклидов в плодовых телах шляпочных грибов.

Оценка поверхностного загрязнения почвы цезием-137, пространственного распределения удельной активности естественных радионуклидов и мощности эквивалентной дозы гамма-излучения проводилась методом пешеходной гамма-спектрометрической съёмки портативным спектрометрическим комплексом МКС-01 А «Мультирад-гамма» с программным обеспечением «Прогресс-Навигатор» по параллельным профилям (расстояние между профилями 3–5 м, скорость движения не более 2 км/ч, период одного измерения 6 с, высота детектора 1 м над поверхно-

стью почвы) [5, 6]. Далее в соответствии с типовой схемой наблюдений на стационарных участках по оценке радиационной обстановки в лесном фонде [1] методом конверта на пробных площадях обозначались реперные точки, в которых на высоте 1 м проводились измерения мощности эквивалентной дозы (МЭД) гамма-излучения дозиметром-радиометром МКС-АТ 6130 (до достижения статистической погрешности ±10 %) и гамма-спектрометрическая съёмка МКС-01 А «Мультирад-гамма» для оценки содержания техногенных и естественных радионуклидов в почве (период одного измерения 6 с, в серии не менее 15 измерений).

В ходе предыдущих исследований [7] была установлена зависимость показаний портативного спектрометра МКС-01 А «Мультирад-гамма» от характера распределения радионуклидов по почвенному профилю, поэтому для определения поправочного коэффициента к данным полевых спектрометрических измерений после гамма-съёмки проводился послойный отбор проб почвы стандартным пробоотборником (Ø 40 мм) на глубину 20 см с разделением на 5 см слои для последующих измерений в лабораторных условиях. Дополнительно с фиксированной площади рамкой (20×20 см) отбиралась лесная подстилка.

С целью определения содержания радионуклидов в растительности проводил-

ся отбор надземной фитомассы видов живого напочвенного покрова. При этом выбирались виды-доминанты и виды – потенциальные аккумуляторы радионуклидов. Для характеристики загрязнения древесных видов отбирались ассимилирующие органы (листья и хвоя), которые среди структурных элементов древесных растений характеризуются максимальным накоплением радионуклидов [8–10]. Отбор древесины в условиях глобальных выпадений нецелесообразен.

Отобранные образцы почвы, подстилки и растительности помещали в полиэтиленовые пакеты, снабжали этикеткой и доставляли в лабораторию.

В аккредитованной лаборатории радиационного контроля ПГТУ в соответствии с [11–13] выполнялась пробоподготовка образцов и спектрометрические измерения на стационарной спектрометрической установке МКС-01 А «Мультирад-АБГ».

По результатам измерений рассчитывались поправочные коэффициенты для данных полевой спектрометрической съёмки, с помощью ГИС MapInfo строились карты радиоэкологических параметров (пространственного распределения

радионуклидов и мощности дозы по территории участков).

Результаты исследований. При крупномасштабной съёмке радиоактивного загрязнения методом наземной гамма-спектрометрии для оценки пространственного распределения радионуклидов необходим учёт распределения радионуклидов по глубине почвы [2, 7]. В ходе изучения характера распределения техногенных и природных радионуклидов в верхнем 20 см слое почвы установлено (табл. 2), что радионуклиды цезия-137 сосредоточены в поверхностном слое: на водоразделе в верхнем 5 см слое содержится 60–70 % (с учётом плотности почвы, из них половина – в подстилке, запас которой составляет 4,0–5,5 кг/м²), на пойменном участке – цезий имеет большее заглубление и 60–70 % его содержится в слое 0–10 см (причём доля подстилки незначительна как по активности, так и по массе – 0,4–0,5 кг/м²), что связано с быстрой минерализацией подстилки и более влажными условиями, повышающими интенсивность радиальной миграции элемента. На глубине более 20 см содержание цезия-137 с учётом неопределённости измерений не превышает 4 Бк/кг.

Таблица 2

Распределение радионуклидов в почве

Радиационный параметр	Значение параметра в почвенном слое				
	Подстилка	0-5 см (в т.ч. подстилка)	5-10 см	10-15 см	15-20 см
ППП 90-3-05					
Удельная активность Cs-137, Бк/кг	78,1±12,8	17,5±4,4	≤3,0	≤2,8	≤2,0
Удельная активность K-40, Бк/кг	≤21,1	≤16,7	≤16,8	26,2±21,7	38,3±23,9
Удельная активность Ra-226, Бк/кг	10,3±7,2	5,7±4,3	3,4±2,4	3,3±2,2	3,6±2,2
Удельная активность Th-232, Бк/кг	≤6,1	≤3,7	≤2,0	≤1,9	≤2,2
Суммарная бета-активность, Бк	1,35±0,28	0,60±0,20	0,28±0,17	0,32±0,17	0,32±0,17
ППП 90-3-05 (микроразнообразие)					
Удельная активность Cs-137, Бк/кг	60,4±12,1	36,7±8,0	2,8±1,9	3,0±1,7	≤3,1
Удельная активность K-40, Бк/кг	≤25,1	≤18,7	≤22,7	45,7±26,8	24,1±21,9
Удельная активность Ra-226, Бк/кг	≤5,3	10,0±6,5	4,6±2,8	2,8±2,3	3,2±2,3
Удельная активность Th-232, Бк/кг	≤8,7	≤9,0	≤2,7	2,7±2,3	4,5±2,3
Суммарная бета-активность, Бк	1,21±0,27	0,92±0,24	0,41±0,18	0,24±0,16	0,50±0,19
ППП 2-Л					
Удельная активность Cs-137, Бк/кг	15,5±6,3	28,3±7,9	24,3±5,9	8,3±2,9	≤4,0
Удельная активность K-40, Бк/кг	138,5±70,5	297,0±119,0	324,1±98,4	293,6±75,0	297,5±74,7
Удельная активность Ra-226, Бк/кг	≤10,1	17,5±8,7	17,5±6,5	12,7±4,5	25,4±5,8
Удельная активность Th-232, Бк/кг	≤8,1	26,4±9,9	29,0±7,8	26,8±5,9	33,0±6,5
Суммарная бета-активность, Бк	1,04±0,24	2,58±0,42	2,82±0,44	2,45±0,40	2,64±0,43

Содержание природных радионуклидов определяется минералогическим составом почвообразующих пород и почвообразовательными процессами: так, на песчаной почве они практически отсутствуют, лишь с глубиной отмечается незначительное накопление калия, что связано с подзолообразовательным процессом (вынос из верхнего горизонта в нижележащие), а на аллювиальной глинистой почве содержание калия, радия и тория на порядок выше и запас этих радионуклидов (с учётом плотности почвы) нарастает с глубиной (в верхней части почвы происходит «разбавление» органическим веществом концентрации «небиофильных» тяжёлых радионуклидов радия и тория, а также содержания калия, находящегося преимущественно в недоступной для растений форме).

Суммарная бета-активность показывает, что в песчаной почве основной вклад в бета-излучение вносит цезий подстилки. С глубиной при снижении его содержания бета-активность минимальна, в глинистой почве бета-активность существенно выше и определяется калием-40, а цезий компенсирует «нехватку» бета-излучения калия в слое 0–10 см, что в совокупности даёт равномерное распределение бета-активности по профилю пойменной почвы.

Относительно более высокий уровень загрязнения почвы пойменного участка цезием-137 связан, скорее всего, с его привносом паводковыми водами, а также

с более активным поглощением элементов минерального питания (в т.ч. и цезия) растительностью на песчаных автоморфных почвах. С процессом латерального привноса связано и увеличение уровня загрязнения в микропонижении первой пробной площади.

Для оценки среднего уровня загрязнения территории пробных площадей и неоднородности горизонтального распределения радионуклидов в поверхностном слое почвы проводилась пешеходная гамма-спектрометрическая съёмка. Для интерпретации данных съёмки необходимо применять поправочные коэффициенты, учитывающие характер перераспределения радионуклидов по почвенному профилю. Сопоставление результатов расчёта плотности загрязнения почвы по данным лабораторных и полевых спектрометрических измерений (соответственно с пробоотбором и без пробоотбора почвы) показало, что для условий загрязнения экосистем цезием-137 в результате глобальных выпадений существенен вклад «непочвенного» цезия, содержащегося в наземной фитомассе древесного и кустарникового ярусов, что приводит к значительному завышению результатов полевых измерений (табл. 3). Следует отметить, что повышение уровня загрязнения почвы, оценённого по данным лабораторных измерений, приводит к «сближению» результатов лабораторной и полевой оценки, т.е. к нивелированию влияния излучения от цезия древесного яруса.

Таблица 3

Сопоставление результатов оценки плотности загрязнения почвы цезием-137 по данным лабораторных и полевых спектрометрических измерений

Пробная площадь	Плотность загрязнения почвы цезием-137, кБк/м ²		Поправочный коэффициент, Рлаб/Рскан
	Лабораторные измерения, Рлаб	Полевые измерения, Рскан	
ППП 90-3-05	0,84±0,45	2,48±1,10	0,34
ППП 90-3-05 (микропонижение)	1,12±0,47	2,20±1,06	0,51
ППП 2-Л	1,57±0,53	2,44±1,52	0,64

Результаты оценки неоднородности плотности загрязнения почвы цезием-137 (с учётом поправочных коэффициентов), удельной активности в поверхностном слое почвы природных радионуклидов и мощности эквивалентной дозы гамма-

излучения (МЭД) приведены в табл. 4 и на рис. 2 и 3.

Средние уровни загрязнения участков (x) цезием-137 составляют 0,8–1,0 кБк/м² (0,02–0,03 Ки/км²), что соответствует литературным данным [2].

Таблица 4

Оценка неоднородности радиоэкологических показателей

Радиационный параметр	ППП 90-3-05 (N = 92)				ППП 2-Л (N = 113)			
	x	m _x	s	V, %	x	m _x	s	V, %
Плотность загрязнения Cs-137, кБк/м ²	0,82	0,02	0,21	25,5	1,02	0,03	0,37	36,1
Удельная активность К-40, Бк/кг	51,1	1,2	11,8	23,1	290,6	5,1	61,0	21,0
Удельная активность Ra-226, Бк/кг	3,4	0,3	2,6	77,0	11,7	0,5	6,1	52,1
Удельная активность Th-232, Бк/кг	9,9	0,4	3,7	37,2	32,2	0,5	6,6	20,5
Мощность эквивалентной дозы гамма-излучения, мкЗв/ч	0,010	0,0001	0,001	9,6	0,024	0,0001	0,002	7,3

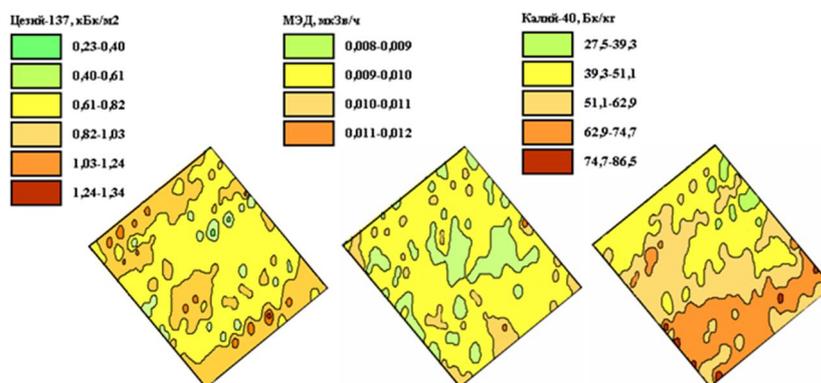


Рис. 2. Пространственное распределение плотности загрязнения почвы цезием-137, мощности эквивалентной дозы гамма-излучения и удельной активности калия-40 на ППП 90-3-05

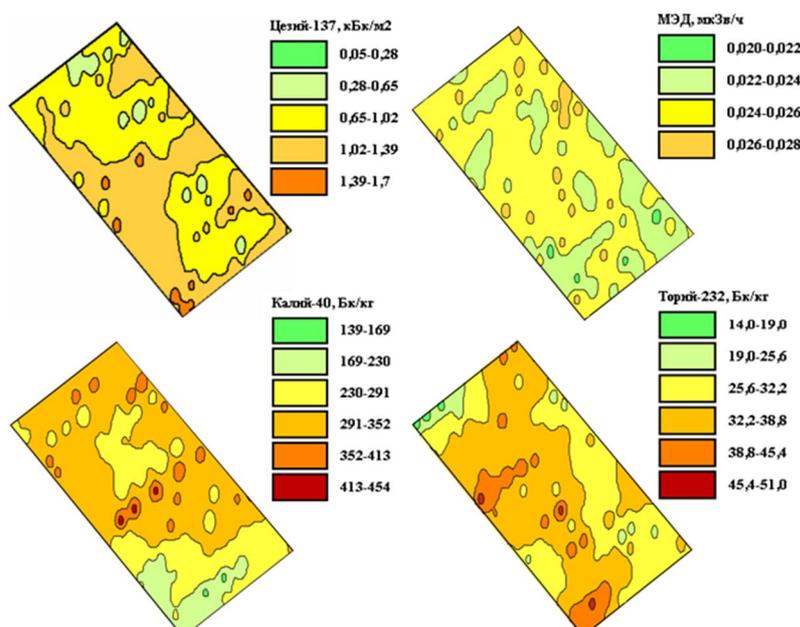


Рис. 3. Пространственное распределение плотности загрязнения почвы цезием-137, мощности эквивалентной дозы гамма-излучения, удельной активности калия-40 и тория-232 на ППП 2-Л

Пространственное распределение цезия-137, калия-40 и мощности дозы носит нормальный характер, распределение тяжёлых природных радионуклидов – логнормально с преобладанием меньших значений, что согласуется с литературными данными [14].

По значению коэффициента вариации (V) содержание радионуклидов калия-40 в поверхностном слое почвы обеих пробных площадей можно считать однородным (V = 21–23 %), также однородны значения МЭД (V = 7–10 %), плотность загрязнения цезием-137 на пойменном участке – недостаточно однородна (V = 36 %) по сравнению с водоразделом (V = 25,5 %), что, скорее всего, связано с большим числом факторов, определяющих как горизонтальную, так и радиальную миграцию данного радионуклида. Неоднородность (большая вариация) тяжёлых природных радионуклидов, за исключением тория-232 на пойменном участке (V = 20 %), связана с их низким содержанием, близким к неопределённости измерения.

В целом, пойменный участок, как отмечалось ранее, отличается повышенным содержанием как техногенных, так и природных радионуклидов. В то же время локальные аномалии, удовлетворяющие критерию $\pm 3s$, отсутствуют [14].

Более высокое содержание калия в пойме приводит к повышению уровня МЭД на ППП 2-Л. Следует отметить, что при оценке мощности дозы гамма-излучения необходимо учитывать «нулевой» фон (собственный фон и отклик на космическое излучение) дозиметрического оборудования, который определяется над водной поверхностью при глубине воды не менее 5 м и расстоянии до берега не менее 50 м [6]. Так, для условий Республики Марий Эл значение «нулевого» фона для портативного спектрометрического комплекса МКС 01 А «Мультирадиогамма» составляет 0,004 мкЗв/ч.

Далее на пробных площадях проводилась оценка содержания радионуклидов в

растительном покрове. В методике [1] предусматривается отбор проб древесных растений (образцы древесины, луба, коры из комлевой, срединной и вершинной частей ствола, мелких веток, хвои (листьев), плодов (семян)) путём рубки модельных деревьев за границами стационарного участка, но в пределах выдела, где заложен стационарный участок. Это приводит к нарушению исследуемого биогеоценоза, а также не позволяет соотносить данные загрязнения почвы и содержание радионуклидов в древесных растениях, либо к необходимости дополнительного отбора проб почвы в площади питания каждого модельного дерева, а также к трудной сопоставимости данных разных лет наблюдения. В настоящее время при радиационном мониторинге в условиях минимального радиоактивного загрязнения нецелесообразен отбор проб древесины. Информативным элементом древостоя, характеризующим его радиоэкологическое состояние, является листва и хвоя, в которых может наблюдаться повышенное содержание цезия-137 даже при минимальном уровне загрязнения [8, 9].

Среди видов живого напочвенного покрова для целей радиоэкологического мониторинга в условиях минимального загрязнения почвы цезием-137 (до 5 Ки/км²) необходимо использовать биоиндикаторы по аккумуляции, виды-доминанты и хозяйственно ценные виды. Таким образом, для определения содержания радионуклидов в биологических объектах были исследованы следующие виды:

1) ППП 90-3-05: сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.), кладония оленья (*Cladonia rangiferina* L.), плевроциум Шребера (*Pleurozium schreberi* (Brid.) Mitt), брусника (*Vaccinium vitis idaea* L.); а также плодовые тела шляпочных грибов, встречающиеся в пределах выдела, где расположена площадь ППП 90-3-05: белый гриб (*Boletus edulis* Fr.), лисичка обыкновенная (*Cantharellus cibarius* Fr.) – средненакапливающие виды – и горькушка (*Lactarius rufus* Fr.) – вид-аккумулятор [8, 9];

Таблица 5

Результаты измерений компонентов фито- и микоценозов

Компонент	Удельная активность радионуклидов, Бк/кг				Суммарная бета-активность, Бк
	Cs-137	K-40	Ra-226	Th-232	
ППП 90-3-05					
Хвоя сосны обыкновенной	36,9±13,1	≤31,2	≤3,9	≤5,3	0,44±0,12
Кладония оленья	34,9±23,0	≤41,7	≤8,9	≤4,7	0,71±0,15
Плевроциум Шребера	55,3±20,6	≤36,9	≤9,1	≤3,9	0,77±0,19
Листья брусники	69,1±33,5	≤58,2	≤5,6	≤4,7	0,83±0,16
Белый гриб	301,8±48,0	98,0±46,8	≤3,2	≤6,5	-
Лисичка	340,2±80,9	164,6±109,9	≤6,7	≤7,3	-
Горькушка	1695,0±184,0	62,0±28,9	5,1±2,1	≤6,5	-
ППП 2-Л					
Листья липы мелколистной	≤5,6	102,0±55,10	≤6,2	≤7,8	1,63±0,28
Листья дуба черешчатого	≤3,2	134,2±80,9	≤4,6	≤5,2	1,02±0,18
Будра плющевидная	≤5,7	119,1±85,9	≤5,1	≤9,3	3,34±0,42

2) ППП 2-Л: липа мелколистная (*Tilia cordata* Mill.), дуб черешчатый (*Quercus robur* L.), будра плющевидная (*Glechoma hederacea* L.).

Результаты спектрометрических измерений воздушно-сухих образцов приведены в табл. 5.

Спектрометрический анализ показал отсутствие в образцах растений и грибов тяжёлых природных радионуклидов радия и тория. В соответствии с содержанием в почве радиоактивный калий присутствует только в образцах ППП 2-Л. В растительности ППП 90-3-05, наоборот, зафиксирована значимая удельная активность цезия, что определяет относительно высокий уровень его содержания в лесной подстилке (см. табл. 2). Интенсивному поступлению цезия в растительность и накоплению его в подстилке способствует низкое содержание в песчаной почве элементов минерального питания (в т.ч. калия – биофильного химического аналога цезия), незначительная сорбционная способность почвы (низкое содержание гумуса и глинистых частиц) и медленная минерализация опада [15].

Максимальный уровень накопления техногенных радионуклидов отмечен в плодовых телах грибов, особенно в горькушках, что полностью согласуется с данными предыдущих исследований [4], т.е. в

условиях глобальных радиоактивных выпадений грибы являются основными индикаторами по аккумуляции присутствия цезия-137 в лесных экосистемах и играют значительную роль в биогеохимической миграции этого радионуклида [8, 15]. Несмотря на это, полученные результаты свидетельствуют о том, что содержание техногенных радионуклидов не превышает допустимые санитарные нормы (2500 Бк/кг для сушёных грибов) [16].

Выводы. В ходе проведённой работы впервые на территории Республики Марий Эл заложены постоянные пробные площади для целей радиоэкологического мониторинга лесных экосистем в условиях радиоактивного загрязнения, формируемого глобальными выпадениями.

Результаты детальной спектрометрической съёмки участков позволяют сделать следующие выводы:

- в почве 60–70 % радионуклидов цезия-137 сосредоточено в верхнем 5–10 см слое;
- в сосновом фитоценозе значительная доля почвенного цезия содержится в подстилке;
- содержание природных радионуклидов радия, тория и калия в рассмотренных экосистемах определяется минералогическим составом почвообразующих пород: в песчаной почве они практически отсут-

ствуют, в аллювиальной глинистой почве содержание калия и тория в 3–6 раз выше;

- в целом уровень загрязнения почвы цезия-137 на обоих участках соответствует литературным данным, составляя в среднем 0,8–1,0 кБк/м²;

- пространственное распределение цезия-137 и калия-40 носит нормальный, как правило, однородный характер, распределение тяжёлых природных радионуклидов – логнормально с преобладанием меньших значений;

- пойменный участок, как отмечалось ранее, отличается повышенным содержанием как техногенных, так и природных радионуклидов, что связано с минералогическим и гранулометрическим составом почвенного покрова, интенсивностью процессов поверхностной (латеральной) и радиальной миграции радионуклидов;

- значения мощности эквивалентной дозы гамма-излучения на участках составляют 0,01–0,02 мкЗв/ч, гамма-фон однороден и определяется в основном радионуклидами калия и цезия.

Спектрометрический анализ биологических объектов показал:

- в образцах растений и грибов от-

Список литературы

1. Методические указания по оценке радиационной обстановки в лесном фонде Российской Федерации на стационарных участках (для части территории, загрязненной радионуклидами при аварии на Чернобыльской АЭС). – М.: Федеральная служба лесного хозяйства России, 1993. – 15 с.

2. Atlas of cesium deposition of Europe after the Chernobyl accident [Электронный ресурс]. – Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 1998. – CD-ROM.

3. Ежегодный доклад о состоянии окружающей среды Республики Марий Эл за 2007 год / Министерство сельского хозяйства, продовольствия и природопользования Республики Марий Эл. – Йошкар-Ола: ООО «Реклайн», 2008. – 264 с.

4. Малуя, О.В. Содержание радионуклидов в природных объектах заповедника «Большая Кокшага» / О.В. Малуя, Д.Е. Конаков, Е.А. Гон-

сутствуют тяжёлые природные радионуклиды радия и тория;

- содержание радиоактивного калия в биологических образцах зависит от агрохимических свойств почв;

- значимое содержание цезия отмечено в растительности соснового биоценоза, что определяет накопление радионуклидов в лесной подстилке и существенный вклад в результаты полевых спектрометрических измерений;

- максимальный уровень накопления техногенных радионуклидов отмечен в плодовых телах грибов, особенно в горькушках, т.е. в условиях глобальных радиоактивных выпадений грибы являются основными «индикаторами по аккумуляции» присутствия цезия-137 в лесных экосистемах;

- содержание техногенных радионуклидов в биологических объектах не превышает допустимые санитарные нормы.

Таким образом, наиболее интенсивно техногенные радионуклиды цезия-137 вовлекаются в биологический круговорот в условиях соснового фитоценоза на песчаных почвах, что препятствует выносу радионуклидов за пределы данной экосистемы.

References

1. Metodicheskie ukazaniya po otsenke radiatsionnoy obstanovki v lesnom fonde Rossiyskoy Federatsii na statsionarnykh uchastkakh (dlya chasti territorii, zagryaznennoy radionuklidami pri avarii na Chernobylskoy AES) [Guidance on the Radiation Situation in the Forests of the Russian Federation on the Stationary Sites (for the Territory Contaminated with Radionuclides in the Accident at the Chernobyl Nuclear Power Plant)]. Moscow: Federal Forestry Agency of the Russian Federation, 1993. 15 p.

2. Atlas of Cesium Deposition of Europe after the Chernobyl Accident. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 1998. CD-ROM.

3. Ezhegodnyy doklad o sostoyanii okruzhayushchey sredy respubliky Mariy El za 2007 god [Annual Report on the State of Mari El Republic Environment in 2007]. Ministry of Agriculture, Food and Nature Management. Yoshkar-Ola, 2008. 264 p.

4. Malyuta O.V., Konakov D.E., Goncharov E.A. Soderzhanie radionuklidov v prirodnykh obektah zapovednika «Bolshaya Kokshaga» [The Content of

чаров // Проблемы экологии и природопользования в бассейнах рек Республики Марий Эл и сопредельных регионов. Сб. материалов межрегиональной научно-практической конф. – Йошкар-Ола: ООО «ПИК Принт-Ф», 2006. – С.97-101.

5. Гончаров, Е.А. К методике радиэкологического мониторинга лесных территорий в условиях радиоактивного загрязнения Cs-137 до 185 кБк/м² / Е.А. Гончаров // Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека: материалы IV Международной конференции (Томск, 4–8 июня 2013 г.); Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2013. – С. 147-151.

6. Радиационный контроль и санитарно-эпидемиологическая оценка земельных участков под строительство жилых домов, зданий и сооружений общественного и производственного назначения в части обеспечения радиационной безопасности. МУ 2.6.1.2398-08: утв. Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека 02.07.08 : введ. в действие с 02.09.08. – М., 2008. – 36 с.

7. Гончаров, Е.А. Применение портативных спектрометров для оценки плотности загрязнения ¹³⁷Cs лесных территорий / Е.А.Гончаров, С.Г. Васин, А.М.Татарников // Журнал «АНРИ». – 2012. – № 4. – С. 45-50.

8. Shcheglov, A.I. Biogeochemical migration of technogenic radionuclides in forest ecosystems / A.I. Shcheglov, O.B. Tsvetnova, A.L. Klyashtorin. – М.: Nauka, 2001. – 235 p.

9. Переволоцкий, А.Н. Распределение ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr в лесных биогеоценозах / А.Н. Переволоцкий. – Гомель: РНИУП «Институт радиологии», 2006. – 255 с.

10. Малюта, О.В. Радиэкологические исследования лесных экосистем Среднего Поволжья / О.В. Малюта, Д.Е. Конаков, Е.А. Гончаров // Лесной журнал. – 2010. – № 4. – С. 132-138.

Radionuclides in Natural Objects of the Reserve «Bolshaya Kokshaga». Problemy ekologii i prirodopolzovaniya v basseynakh rek Respubliki Mariy El i sopredelnykh regionov. Sb. materialov mezhregionalnoy nauchno-prakticheskoy konf. [Problems of Ecology and Nature Management in River Basins of the Republic of Mari El and its Neighboring Regions. Proceedings of the Interregional Scientific and Practical Conference]. Yoshkar-Ola: ООО «ПИК Принт-Ф», 2006. P. 97-101.

5. Goncharov E.A. K metodike radioekologicheskogo monitoringa lesnykh territoriy v usloviyakh radioaktivnogo zagryazneniya Cs-137 do 185 kBq/m² [To the Method of Radioecological Monitoring of Forest Areas in the Context of Radioactive Contamination of Cs-137 up to 185 kBq/m²]. Radioaktivnost i radioaktivnye elementy v srede obitaniya cheloveka: materialy IV Mezhdunarodnoy konferentsii (Tomsk, 4–8 iyunya 2013, Tomskiy politekhnicheskii universitet [Radioactivity and Radioactive Elements in the Environment: Proceedings of the IV International Conference (Tomsk, June 4-8, 2013, Tomsk Polytechnic University)]. Tomsk: Publishing house of Tomsk Polytechnic University, 2013. P. 147-151.

6. Radiatsionnyy kontrol i sanitarno-epidemiologicheskaya otsenka zemelnykh uchastkov pod stroitelstvo zhilykh domov, zdaniy i sooruzheniy obshchestvennogo i proizvodstvennogo naznacheniya v chasti obespecheniya radiatsionnoy bezopasnosti [Radiation Monitoring and Sanitary-Epidemiological Evaluation of Land Plots for Construction of Houses, Buildings and Public Facilities and Production Facilities in Terms of Ensuring Radiation Safety]. MU 2.6.1.2398-08: utv. Federalnoy sluzhboy po nadzoru v sfere zashchity prav potrebiteley i blagopoluchiya cheloveka 02.07.08 : vvod. v deystvie s 02.09.08. [Municipal Institution 2.6.1.2398-08: Approved by the Federal Service for Consumer Rights and Human Welfare Protection 02.07.08: effective from 02.09.08]. Moscow, 2008. 36 p.

7. Goncharov E.A., Vasin S.G., Tatarnikov A.M. Primenenie portativnykh spektrometrov dlya otsenki plotnosti zagryazneniya ¹³⁷Cs lesnykh territoriy [Use of Portable Spectrometers for Assessment of Contamination Level (Caesium-137) in Forests.] Zhurnal «ANRI». [Journal «ANRI»]. 2012. No 4. P. 45-50.

8. Shcheglov A.I., Tsvetnova O.B., Klyashtorin A.L. Biogeochemical Migration of Technogenic Radionuclides in Forest Ecosystems. Moscow: Nauka, 2001. 235 p.

9. Perevolotskiy A.N. Raspreделение ¹³⁷Cs i ⁹⁰Sr v lesnykh biogeotsenozakh [Distribution of ¹³⁷Cs and ⁹⁰Sr in Forest Ecosystems]. Gomel: Institute of Radiology, 2006. 255 p.

10. Malyuta O.V., Konakov D.E., Goncharov E.A. Radioekologicheskie issledovaniya lesnykh ekosistem Srednego Povolzhya [Radioecological Studies of Forest Ecosystems in the Middle Volga]. Lesnoy zhurnal [Forest Journal]. 2010. No 4. P. 132-138.

11. Методика выполнения гамма-спектрометрических измерений активности радионуклидов в пробах почвы и растительных материалов. – М.: Рослесхоз, 1994. – 16 с.

12. Методика измерения активности радионуклидов с использованием сцинтилляционного гамма-спектрометра с программным обеспечением «Прогресс». – Менделеево: ГНМЦ «ВНИИФТРИ», 2003. – 30 с.

13. Методика измерения активности радионуклидов с использованием сцинтилляционного бета-спектрометра с программным обеспечением «Прогресс». – Менделеево: ГНМЦ «ВНИИФТРИ», 2004. – 24 с.

14. *Перельман, А.И.* Геохимия ландшафта / А.И. Перельман, Н.С. Касимов. – М.: Издательство Московского государственного университета, 1999. – 610 с.

15. *Малюта, О.В.* Биоиндикация в условиях радиоактивного загрязнения / О. В. Малюта, Е. А. Гончаров // Вестник Марийского государственного технического университета. Сер.: Лес. Экология. Природопользование. – 2008. – № 1. – С. 80-84

16. Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю): утв. Решением Комиссии таможенного союза от 28.05.2010 № 299. URL: http://tsouz.ru/KTS/KTS17/Pages/P2_299.aspx (дата обращения: 03.08.2013).

11. Metodika vypolneniya gamma-spektrometricheskikh izmereniy aktivnosti radionuklidov v probakh pochvy i rastitelnykh materialov [Methodology for Gamma-Spectrometric Measurements of Radionuclide Activity in Soil and Plant Materials]. Moscow: Federal Forestry Agency, 1994. 16 p.

12. Metodika izmereniya aktivnosti radionuklidov s ispolzovaniem stsintillyatsionnogo gamma-spektrometra s programmnyim obespecheniem «Progress» [Method of Measuring of Radionuclides Activity Using Scintillation Gamma Spectrometer with Software «Progress»]. Mendeleevo: GNMTS «VNIIFTRI», 2003. 30 p.

13. Metodika izmereniya aktivnosti radionuklidov s ispolzovaniem stsintillyatsionnogo beta-spektrometra s programmnyim obespecheniem «Progress» [Method of Measuring of Radionuclides Activity Using Scintillation Gamma Spectrometer with Software «Progress»]. Mendeleevo: GNMTS «VNIIFTRI», 2004. 24 p.

14. *Perelman A.I., Kasimov N.S.* Geokhimiya landshafta [Geochemistry of Landscape]. Moscow: Publishing house of Moscow State University, 1999. 610 p.

15. *Malyuta O. V., Goncharov E. A.* Bioindikatsiya v usloviyakh radioaktivnogo zagryazneniya [Bioindication in Conditions of Radioactive Contamination]. Vestnik Mariyskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Ser.: Les. Ekologiya. Prirodopolzovanie. [Vestnik of Mari State Technical University. Ser.: Forest. Ecology. Nature Management]. 2008. No 1, P. 80-84

16. Edinye sanitarno-epidemiologicheskie i higienicheskie trebovaniya k tovaram, podlezhashchim sanitarno-epidemiologicheskomu nadzoru (kontrolyu): utv. Resheniem Komissii tamozhennogo soyuza ot 28.05.2010 № 299 [Uniform Sanitary and Epidemiological and Hygienic Requirements for Goods Subject to Sanitary and Epidemiological Supervision (Control): approved by the Commission of the Customs Union of 28.05.2010 № 299]. URL: http://tsouz.ru/KTS/KTS17/Pages/P2_299.aspx (Reference date: 03.08.2013).

Статья поступила в редакцию 16.08.13.

ГОНЧАРОВ Евгений Алексеевич – кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий лабораторией радиационного контроля, Поволжский государственный технологический университет (Российская Федерация, Йошкар-Ола). Область научных интересов – природопользование, радиоэкология, геохимия окружающей среды. Автор 53 публикаций.
E-mail: GoncharovEA@volgatech.net

ПИГАЛИН Дмитрий Иванович – магистрант факультета лесного хозяйства и экологии, Поволжский государственный технологический университет (Российская Федерация, Йошкар-Ола). Область научных интересов – природопользование, радиоэкология, геохимия окружающей среды. Автор двух публикаций.
E-mail: pigalin.dima@yandex.ru

GONCHAROV Evgeny Alexeyevich – Candidate of Agricultural Sciences, Head of the Laboratory of Radiation Survey, Volga State University of Technology (Yoshkar-Ola, Russian Federation). Research interests – nature management, radioecology, geochemistry of environment. The author of 53 publications.

E-mail: GoncharovEA@volgatech.net

PIGALIN Dmitry Ivanovich – student in the Master's programme, Faculty of Forestry and Ecology, Volga State University of Technology (Yoshkar-Ola, Russian Federation). Research interests – nature management, radioecology, geochemistry of environment. The author of two publications.

E-mail: pigalin.dima@yandex.ru

E. A. Goncharov, D. I. Pigalin

DISTRIBUTION OF ANTHROPOGENIC RADIONUCLIDES AND RADIONUCLIDES OF NATURAL ORIGIN IN FOREST ECOSYSTEMS OF «BOLSHAYA KOKSHAGA» RESERVE

Key words: space distribution; cesium-137; potassium-40; radium -226; thorium -232; radioecological monitoring; forest ecosystem;

Assessment results of radioactive nuclides (cesium-137; potassium-40; radium -226; thorium -232) distribution in horizontal and vertical forest ecosystems of «Bolshaya Kokshaga» natural reserve for the purpose of basic radioecological monitoring are offered. A detailed gamma - spectrometric survey and assessment of space distribution of anthropogenic radionuclides and radionuclides of natural origin, spectral measurements of tests of plants and mushrooms are carried out at the sampling plots (lichenous and sphagnous pine forest and nettle oak forest) for the first time.

It was determined that the level of soil contamination with cesium-137 is 0,8–1,0 kBq/m²; at that, 60–70 % of radionuclides are located in the top soil (5–10 cm). The content of natural radionuclides (radium, thorium and potassium) in the considered ecosystems is formed by mineral composition of soil material: there are practically no natural radionuclides in sandy soil but the content of potassium and thorium is 3-6 times higher in alluvial clayey soil. Space distribution of cesium-137 and potassium-40 is as a rule of normal and regular nature, distribution of heavy radionuclides of natural origin is lognormal. The power of equivalent dose of gamma radiation is 0,01–0,02 mSv/h.

A significant content of cesium-137 (30–60 Bq /kg) was found in vegetation and, consequently, in the underlay (60–70 Bq /kg) of pine community, heavy radionuclides of natural origin were not found in the community. Among all the components of the community, maximum level of accumulation of anthropogenic radionuclides was found in the kames (up to 1700 Bq /kg of dry weight).

ДАТЫ. СОБЫТИЯ. КОММЕНТАРИИ

УДК 630. 9

**К 100-ЛЕТИЮ
АЛЕКСАНДРА КОНСТАНТИНОВИЧА ДЕНИСОВА**
(5 декабря 1913 года – 22 января 1991 года)

Значительный вклад А. К. Денисов сделал в изучение пойменных дубовых лесов Севера европейской части России. В работах учёного впервые были раскрыты биологические и экологические свойства дуба, позволяющие ему формировать коренные пойменные леса, им разработана типология пойменных лесов южной европейской тайги. Значительная часть работ А. К. Денисова является актуальной и в настоящее время.

Ключевые слова: учёный-лесовод; генезис дубрав; дубовые леса; пойменные леса; водоохранно-защитные леса; экология.



5 декабря 2013 года исполнилось 100 лет со дня рождения **Александра Константиновича Денисова**, доктора сельскохозяйственных наук, профессора, участника Великой Отечественной войны.

Александр Константинович родился в 1913 году в семье мельника, Константина Григорьевича Денисова в д. Слаим, относящейся сейчас к Торбеевскому р-ну Мордовии.

Его отец, Константин Григорьевич, учился в Императорском московском техническом училище. Участвовал в 1900-е годы в народовольческом движении. Но его отец, Григорий Федорович, которому тогда было уже за 70 лет, решил, что сына Константина нужно оторвать от «смутьяинства» и переключить на своё дело и отозвал сына с учёбы, передав ему мельничное хозяйство.

Мама, Александра Михайловна, в девичестве Лукшина, уроженка Спасска (тогда Тамбовского уезда), родила пятерых детей, четвёртым из которых был Александр. День своего рождения он отмечал 5 декабря, не зная точной даты, поскольку церковные записи в с. Слаим не сохранились. По словам его мамы, это было «три дня после Веденя...» (Праздник – Введение во храм Пресвятой Богородицы, отмечаемый 4 декабря по новому стилю. – прим. авт.).

Частым гостем в семье был А. С. Новиков-Прибой, купивший дом неподалёку

и участвовавший в совместной с Константином Григорьевичем охоте, к которой оба были совершенно равнодушны.

После революции жизнь мельника и его детей стала сложной, и после раскулачивания семья разделилась. Родители были отправлены в Мурманскую область, а затем в Среднюю Азию, а дети рано начали свою трудовую жизнь. Юность Александра Константиновича началась с работы в лесоустройстве помощником таксатора, затем плотником в Москве, электромонтером на Волховской ГЭС, матросом на Волге, а после возвращения семье гражданских прав закончил рабфак Лесотехнической академии в Ленинграде, затем учился в Лесотехническом техникуме.

В 1938 году поступил учиться в Поволжский лесотехнический институт в Йошкар-Оле на факультет лесного хозяйства. Летом 1941 и 1942 годов работал таксатором в лесоустроительной экспедиции ПЛТИ. В ноябре 1942 года он получил диплом инженера лесного хозяйства с отличием и был призван в Красную армию. После ускоренных командирских курсов в зенитно-пулемётной школе под Арзамасом лейтенант А. К. Денисов со своим взводом в составе лыжного батальона 32-й стрелковой бригады был отправлен на Северо-Западный фронт, где на Ржевско-Вяземском плацдарме велись постоянные активные бои. Во время проведения Демьянской наступательной операции 15–22 февраля 1943 года по устранению немецкого плацдарма для наступления на Москву был тяжело ранен.

После выздоровления Александр Константинович демобилизовался и с 1943 по 1945 гг. работал инженером Управления местной топливной промышленности МАССР, начальником Козьмодемьянского леспромхоза, а в декабре 1945 года поступил в аспирантуру к проф. М. В. Колпикову, тогда заведующему кафедрой лесоводства ПЛТИ.

Детство и юность, проведённые вблизи рек, увлечение охотой повлияли не

только на выбор специальности, но и на тему кандидатской и докторской диссертаций. За изучение генезиса пойменных дубрав Камско-Ветлужского междуречья аспирант-фронтовик взялся с большим энтузиазмом. Первая же статья «К генезису пойменных дубняков южной тайги» по результатам его исследований была представлена академиком В.Н.Сукачевым для публикации в Докладах Академии наук СССР [1].

Диссертацию на соискание учёной степени кандидата сельскохозяйственных наук А. К. Денисов подготовил к защите в 1949 году [2], которую успешно защитил в 1950 году в Московском лесотехническом институте. В этот же год публикуются его новые работы в Докладах Академии наук СССР, журналах «Лесное хозяйство», «Лес и степь» [3–5].

Его работы сразу привлекали к себе внимание геоботаников. Уже в первых работах А. К. Денисова отразились широта его интересов, чрезвычайная трудоспособность и глубокое понимание сущности сложных природных явлений, к которым относятся и пойменные дубовые леса.

Связь растительного покрова с историей ландшафтов, зональная принадлежность широколиственных лесов, генезис дубрав — вопросы актуальные и сегодня — интересовали они и Александра Константиновича, который к их выяснению подошёл с обычной для него оригинальностью. Так, при изучении закономерностей естественного возобновления пойменных дубняков он, заложив пробные площади на вырубках, смог выявить возрастную структуру древостоев. Это позволило установить наличие в нетронутых хозяйственным воздействием дубняках чётко выраженные возрастные поколения. Было показано, что смена поколений в дубравах возможна и происходит. Восстановление дубовых лесов за счёт подроста возможно лишь при изреживании древесного яруса предыдущего поколения. Новое поколение формируется в течение

40 лет. Процесс этот достигает максимума, когда предыдущее поколение находится в возрасте 140 лет [6–8]. Таким образом, был сделан существенный вклад в решение полемики между С. И. Коржинским и Г. Ф. Морозовым о судьбе дубовых лесов и их неизбежной смене на ель.

Согласно исследованиям А. К. Денисова, смена дуба елью прекратилась со стабилизацией климата, и широколиственные леса к настоящему времени даже расширили свой ареал к северу, расселяясь по поймам рек [9, 10].

Объяснил он и причины приуроченности дуба к поймам, связав биологически особенности дуба черешчатого с экологией пойм [3, 5].

При этом немалую роль играет и открытая им способность дуба и его спутников, при погребении песчаными и супесчаными отложениями, формировать придаточные корни [11, 12]. Эти работы позволили Александру Константиновичу сделать выводы об устойчивости дубрав в поймах рек.

В дальнейшем, обратившись к данным спорово-пыльцевого анализа, работам географов, зоологов, палинологов, почвоведов, морфологов, лесоводов, фитоценологов и к сводкам метеонаблюдений, он пришёл к выводу о том, что первичными путями продвижения дуба на север были долины и поймы рек. Пойменные дубравы являются самой ранней формацией дубовых лесов в высоких широтах: позже дуб вышел на междуречья и водоразделы. Послеледниковая миграция дуба на север происходила только при участии фитоценозов-предшественников. Такими предшественниками являлись сообщества липы, клёна остролистного, ильмовых, опадающие листья которых, имеющие широкие пластинки, надёжно предохраняли жёлуди дуба от вымерзания [13, 14].

По результатам своих многолетних исследований, глубокого анализа публикаций, у Александра Константиновича

сложилось твёрдое убеждение, что главной причиной современной деградации дубрав являются все виды антропогенных влияний, нарушающие саморегуляцию сложившихся экосистем дубовых лесов [14]. Он приходит к заключению, что изучение естественно-исторического пути развития дубрав, их филоценогенеза является основой для разработки мер повышения их устойчивости в современных условиях, даёт научную основу ведения хозяйства в дубравах [15–18].

В своей докторской диссертации «Дубовые леса Севера» А. К. Денисов подчёркивает, что особенно важно учесть в лесохозяйственной деятельности то, что современные дубравы Севера – продукт длительного эволюционного развития. Под влиянием изменяющихся климатов они перемещались то к северу, то к югу, всегда оставаясь на полярном рубеже произрастания. Это привело их к повышенной зимостойкости. Последнее обязывает принять все меры к сохранению уникального генофонда дубрав [19–21].

Александр Константинович составил геоботанические описания дубрав [22], разработал типологию пойменных дубрав южной европейской тайги [23, 24], указал на необходимость природоохранных мероприятий в отношении как дубрав, так и отдельных деревьев-долгожителей [25, 26].

Большое внимание Александр Константинович уделял в своих исследованиях дубовых лесов появлению морозных трещин на стволах дуба (морозобоя). Его исследованиями выявлены факторы, способствующие образованию трещин, резко снижающих товарность дуба, и предложены меры по борьбе с этим явлением, в частности формирования густого подлеска и второго яруса, а также селекция дуба по ширине сердцевинных лучей [27–33].

Но не только дубравной тематикой интересовался Александр Константинович. Вопросы лесовосстановления после крупных лесных пожаров 1921 и 1972 годов были актуальны, надо сказать, акту-

альны и сейчас. Производству необходимо было найти и применить лесоводственно- и экономически эффективные технологии лесовосстановления на гарях. Выполненный Александром Константиновичем анализ формирования сосняков брусничных на гарях 1921 года [32], прошедших пожаров 1921 и 1972 годов [33–35] и классификация гарей [33] позволили обоснованно принимать решение о методах восстановления лесов. Решение вопроса о необходимости проведения рубок в сосново-берёзовых молодняках, возникших в условиях свежих боров на пожарищах, позволило обосновать отказ здесь от рубок ухода [32, 36].

Вопросы использования недревесных ресурсов леса также интересовали Александра Константиновича. Так, совместно с ВНИИЛМом в 1970-х годах были проведены под его руководством исследования сфагновых сосняков Марийской АССР, по результатам которых появилось предложение лесоустройству – исключить сфагновые сосняки из расчётных лесосек, обратив внимание на более важную экономическую составляющую – клюкву [37–40].

Не проходили мимо и проблемы эколого-лесоводственного плана, в том числе проблемы строительства Куйбышевской и Чебоксарской ГЭС на Волге [40–43].

Жизнь А. К. Денисова была напряжённой. С 1948 по 1967 гг. он прошёл путь от ассистента до профессора, доктора сельскохозяйственных наук, с 1971 по 1979 год заведовал кафедрой лесоводства и дендрологии Марийского политехнического института. В дальнейшем по состоянию здоровья Александр Константинович отказался от заведования и работал профессором кафедры, а затем консультантом, совмещая научную работу с педагогической и общественной. Многие его дипломники и аспиранты стали сами учёными, организаторами производства. Это занимало много времени. Приходится удивляться тому, что он успевал всегда находить время для своих учеников, которые постоянно обращались к нему за советами.

Он был членом Научно-технического совета Министерства лесного хозяйства РСФСР, членом диссертационных советов. Руководил разработкой ряда хоздоговорных и госбюджетных научно-исследовательских тем, выполнял задания Минлесхоза Марийской АССР, Совета Министров республики, Минлесхоза РСФСР научно-технического и природоохранного характера. Он был официальным оппонентом ряда советов по присуждению учёных степеней, рецензентом ВАК и редакций научно-технических журналов лесного профиля.



А.К. Денисов со студентами лесного кружка



Во время экспедиции по выбору территории для Марийского заповедника. Слева направо: лесничий Коришунов В.С, профессора: В.Н. Смирнов, М.Д. Данилов, А.К. Денисов, доц. Г.К. Незабудкин

А. К. Денисов опубликовал более 100 статей*, в том числе десять книг и брошюр, получил авторское свидетельство Комитета по изобретениям и открытиям при Совете Министров СССР. За заслуги перед Родиной в годы войны, а также в деле развития науки и образования в высшей школе он неоднократно награждался орденами и медалями, почётными грамотами правительства Марийской республики, Советского комитета защиты мира.

За боевые заслуги Александр Константинович был награждён боевыми орденами: орден Красной Звезды, орден Отечественной войны I степени. Как ветеран Великой Отечественной войны награждён медалями: «20 лет Победы в Великой Отечественной войне», «25 лет Победы в Великой Отечественной войне 1941-1945 гг.», «30 лет Победы в Великой Отечественной войне», «40 лет Победы в Великой Отечественной войне», «50 лет Вооружённых сил СССР», «60 лет Во-

оружённых сил СССР», «70 лет Вооружённых сил СССР».

Трудовые успехи отмечены орденами и медалями: орден Дружбы Народов, медаль «За трудовую доблесть», медаль «За доблестный труд в ознаменование 100-летия со дня рождения В.И.Ленина», медаль «Ветеран труда». Ему присвоены звания: «Заслуженный лесовод МАССР» (1969 г.), «Заслуженный деятель науки и техники МАССР» (1972 г.).

«Пожалуй, к нему можно отнести слова, высказанные в свое время И.П. Бородиным в письме к В.Н. Сукачеву: «...изумительная скромность, незлобивость, снисходительность к другим при строгости к себе, готовность помочь каждому своими знаниями, прямота и удивительно ровный характер — всё это образует такое прекрасное сочетание, такую духовную «формацию», которая невольно влечёт сердца». Эти замечательные качества Александра Константиновича памятны всем, кто его знал» [44].

*Полный список работ А.К. Денисова на сайте ПГТУ: http://www.volgatech.net/about_the_university/staff/27031/

Список литературы

1. Денисов, А.К. К генезису пойменных дубняков южной тайги / А.К. Денисов // ДАН СССР. – 1948. – Т. 61, № 2. – С. 379–381.
2. Денисов, А.К. Генезис пойменных дубрав Камско-Ветлужского междуречья: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / А.К. Денисов. Поволж. лесотехн. ин-т им. М. Горького. – Йошкар-Ола: Маргосиздат, 1949. – 12 с..
3. Денисов, А.К. О причинах приуроченности дуба черешчатого (*Quercus robur* L.) к поймам рек у северных пределов его ареала / А.К. Денисов // ДАН СССР. – 1950. – Т. 71, № 3. – С. 553–556.
4. Денисов, А.К. Некоторые закономерности естественного развития дубрав / А.К. Денисов // Лесное хозяйство. – 1950. – № 4. – С. 41–42.
5. Денисов, А.К. Биологические особенности пойменного дуба и защитные лесные полосы по берегам рек / А.К. Денисов // Лес и степь. – 1950. – № 10. – С. 40–45.
6. Денисов, А.К. Некоторые закономерности естественного развития дубрав / А.К. Денисов // Лесное хозяйство. – 1950. – № 4(19). – С. 41–42.
7. Денисов, А.К. Семенное возобновление пойменных дубрав Марийской АССР / А.К. Денисов // Сборник трудов ПЛТИ. – 1951. – № 48. – С. 33–51.
8. Денисов, А.К. Возрастная структура и развитие девственных дубрав / А.К. Денисов // Изв. вузов СССР. Лесной журнал. – 1965. – № 5. – С. 34–36.
9. Денисов, А.К. Пути продвижения дуба в Сибирь / А.К. Денисов // Лесное хозяйство. – 1951. – № 6. – С. 32–34
10. Денисов, А.К. Естественное семенное возобновление дуба черешчатого на северном пределе его ареала / А.К. Денисов // Лесоводство, лесные культуры и почвоведение. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1979. – Вып. 8. – С. 19–26.
11. Денисов, А.К. Развитие придаточных корней в песчаном аллювии древесными и кустарниковыми породами южной тайги / А.К. Денисов // Ботанический журнал. – 1960. – Т. 45, № 10. – С. 1516–1522.

References

1. Denisov A.K. K genezisu poymennykh dubnyakov yuzhnoy taygi [To the Genesis of Floodplain Oak Forests in Southern Taiga]. DAN SSSR. Vol. 61. No 2. 1948. P. 379–381.
2. Denisov A.K. Genezis poymennykh dubrav Kamsko-Vetluzhskogo mezhdurechya: avtoref. dis. kand. s.-kh. nauk, Povolzhskiy lesotekhnicheskiy institut imeni M.Gorkogo [Genesis of Kama-Vetluga In-Between Rivers Region. Autoref. Cand. Agric. Sci., Volga Forestry Engineering Institute named after M. Gorkiy]. Yoshkar-Ola: Margosizdat, 1949. 12 p.
3. Denisov A.K. O prichinakh priurochennosti duba chereshchatogo (*Quercus robur* L.) k poymam rek u severnykh predelov ego areala [On the Reasons of Ascription of English Oak to the Floodplains in the Northern Bounds of its Areal]. DAN SSSR. Vol. 71. No. 3. 1950. P. 553–556.
4. Denisov A.K. Nekotorye zakonomernosti estestvennogo razvitiya dubrav [Some Regularities of Natural Growth of Oak Forests]. Lesnoe khozyaystvo [Forestry]. No 4. 1950. P. 41–42.
5. Denisov A.K. Biologicheskie osobennosti poymennogo duba i zashchitnye lesnye polosy po beregam rek [Biological Peculiarities of Floodplain Oaks and Protective Forest Strips Along the Rivers]. Les i step [Forest and Steppe]. No 10. 1950. P. 40–45.
6. Denisov A.K. Nekotorye zakonomernosti estestvennogo razvitiya dubrav [Some Peculiarities of Natural Growth of Oak Forests]. Lesnoe khozyaystvo [Forestry]. No 4 (19), 1950, P. 41–42.
7. Denisov A.K. Semennoe vozobnovlenie poymennykh dubrav Mariyskoi ASSR [Seed Regeneration of Floodplain Oak Forests in Mari ASSR]. Sbornik trudov PLTI [Collected works of PLTI]. No 48/ 1951. P. 33–51.
8. Denisov A.K. Vozrastnaya struktura i razvitie devstvennykh dubrav [Age Structure and Development of Virgin Oak Trees]. Izv. vuzov SSSR. Lesnoy zhurn. [USSR University News. Forest Journal]. No 5. 1965. P. 34–36.
9. Denisov A.K. Puti prodvizheniya duba v Sibir [Ways for Oak Promotion in Siberia]. Lesnoe khozyaystvo [Forestry]. No 6. 1951. P. 32–34.
10. Denisov A.K. Estestvennoe semennoe vozobnovlenie duba chereshchatogo na severnom predele ego areala [Natural Seed Regeneration of English Oak in the Northern Bounds of its Areal]. Lesovodstvo, lesnye kultury i pochvovedenie [Forestry. Plantations. Pedology.]. Leningrad: LGU Publ. Issue 8. P. 19–26.
11. Denisov A.K. Razvitie pridatochnykh korney v peschanom allyuvii drevesnymi i kustarnikovymi porodami yuzhnoi taygi [Development of Secondary Roots in Sand Alluvium in Woody and Shrubby Species of the Southern Taiga]. Bot. zhurn. [Botanical Journal]. V. 45. No 10. 1960. P. 1516–1522.

12. Денисов, А.К. Деревья – летописцы погребенных почв / А.К. Денисов // Природа. – 1960. – № 1. – С. 102–103.
13. Денисов, А.К. Северная граница ареала *Quercus pedunculata* Ehrh. в СССР и ее динамика за агрикультурное время / А.К. Денисов // Ботанический журнал. – 1970. – Т. 55, № 6. – С. 815–827.
14. Денисов, А.К. Послеледниковая динамика северной границы ареала дуба черешчатого в СССР и филоценогенез дубрав Севера / А.К. Денисов // Лесоведение. – 1980. – № 1. – С. 3–11.
15. Денисов, А.К. Защитно-водоохранная служба прирусловых лесов и принципы хозяйства, ее повышающие / А.К. Денисов // А. С. № 7351. 1957 г.
16. Денисов, А.К. Роль прирусловых лесов запретных полос рек лесной зоны и хозяйство в них / А.К. Денисов // Лесное хозяйство. – 1957. – № 8. – С. 28–32.
17. Денисов, А.К. Защитно-водоохранная роль прирусловых лесов и принципы хозяйства в них. / А.К. Денисов. – М.; Л.: Гослесбумиздат, 1963. – 140 с.
18. Денисов, А.К. Дубовые леса севера и основы рационального хозяйства в них / А.К. Денисов // Научные основы ведения лесного хозяйства в дубравах. Тез. Всесоюз. науч. практич. конфер. в г. Воронеж; 5-7 июня 1991 г., секция 1-2. – М.: ВЛТИ, 1991. – С. 75-76.
19. Денисов, А.К. Сохранить дубравы севера / А.К. Денисов // Лесное хозяйство. – 1960. – № 2. – С. 12–14.
20. Денисов, А.К. Сохраним и рационально используем дубовые леса Марийской АССР: Монография / А.К. Денисов. – Йошкар-Ола: Маркнигоиздат, 1965. – 60 с.
21. Денисов, А.К. Состояние и меры улучшения хозяйства в дубравах лесного и лесостепного Поволжья / А.К. Денисов, М. Д. Данилов, Б. М. Алимбек, М. М. Михайлов // Матер. Всесоюз. конф. Минлесхоза. – Воронеж: ВНИИЦлесресурс, 1973. – С. 3-8.
22. Денисов, А.К. Дубравы Волго-Вятского района, их геоботанические и исторические осо-
12. Denisov A.K. Derevyia – letopistsy pogrebennykh pochv [Trees are the Chronicles of Dead Soil]. Priroda [Nature]. No 1. 1960. P. 102–103.
13. Denisov A.K. Severnaya granitsa areala *Quercus pedunculata* Ehrh. v SSSR i ee dinamika za agrikulturnoe vremya [USSR Northern Bound of *Quercus pedunculata* Ehrh. Areal and its Dynamics for an Agricultural Period]. Bot. zhurn. [Botanical Journal]. V. 55. No 6. 1970. P. 815–827.
14. Denisov A.K. Poslelednikovaya dinamika severnoy granitsy areala duba chereschatogo v SSSR i filotsenogenezdubrav Severa [Post Glacial Dynamics of Northern Bound of English Oak Areal in the USSR and Philotsenogenes of Northern Oak Trees]. Lesovedenie [Forestry]. No 1. 1980. P. 3–11.
15. Denisov A.K. Zashchitno-vodookhrannaya sluzhba priruslovykh lesov i printsipy khozyaystva ee povyshayushchie [Water-Protective Function of Riparian Forest and Principles of Management Improving its Quality]. A. S. No 7351. 1957.
16. Denisov A.K. Rol priruslovykh lesov zapretnykh polos rek lesnoy zony i khozyaystvo v nikh [The Role of Riparian Forest of Prohibited Areas of Rivers of Forest Zone and Management in It]. Lesnoe khozyaystvo [Forestry]. No 8. 1957. P. 28–32.
17. Denisov A.K. Zashchitno-vodookhrannaya rol priruslovykh lesov i printsipy khozyaystva v nikh. [Water-Protective Function of Riparian Forest and Principles of Management in the Forests]. Moscow, Leningrad: Goslesbumizdat, 1963. 140 p.
18. Denisov A.K. Dubovye lesa severa i osnovy ratsionalnogo khozyaystva v nikh [Northern Oak Forests and Principles of Rational Management in the Forests]. Nauchnye osnovy vedeniya lesnogo khozyaystva v dubravakh. Tez. Vsesoyuz. konf. (5-7 iyunya 1991 g.), sektsiya I-II [Scientific Concepts of Forest Management in Oak Forests. Proceedings of All-Russian Practical Conference in Voronezh (June 5-7, 1991, workshop 1-2)]. Voronezh, 1991. P. 75-76.
19. Denisov A.K. Sokhranit dubravyy severa [Preserve Northern Oak Trees]. Lesnoe khozyaystvo [Forestry]. No 2. 1960. P. 12–14.
20. Denisov A.K. Sokhranim i ratsionalno ispolzuem dubovye lesa Mariyskoi ASSR: monografiya [We Shall Save and Shall Have Rational Management of Oak Forests of Mari ASSR: monograph]. Yoshkar-Ola: Marknigoizdat. 1965. 60 p.
21. Denisov A.K., Danilov M. D., Alimbek B. M., Mikhailov M. M. Sostoyanie i mery uluchsheniya khozyaystva v dubravakh lesnogo i lesostepnogo Povolzhya [Condition and Measures for Improvement of Forest Management (Oak Forests of the Volga Region)]. Mater. Vsesoyuz. konf. Minleskhoza [Proceedings of All-Union Conference of the Ministry of Forestry]. Voronezh: VNIITSlesresurs, 1973. P. 3-8.
22. Denisov A.K. Dubravyy Volgo-Vyatskogo rayona, ikh geobotanicheskie i istoricheskie osobennosti

бенности // Структура и динамика растительных сообществ Волго-Вятского региона. – Горький: Изд-во ГГУ, 1987. – С. 4–9.

23. Денисов, А.К. Типы пойменных лесов южной европейской тайги / А.К. Денисов // Лесное хозяйство. – 1968. – № 9. – С. 21-27.

24. Денисов, А.К. Типология пойменных лесов южной европейской тайги / А.К. Денисов. – Горький: Изд-во ГГУ, 1979. – 46 с.

25. Денисов, А.К. Дубравы – памятники природы Марийской АССР / А.К. Денисов // Памятники природы Марийской республики. – Йошкар-Ола: Маркнигоиздат, 1989. – С. 29–31.

26. Денисов, А.К. Значение деревьев – памятников природы / А.К. Денисов // Памятники природы Марийской республики. – Йошкар-Ола: Маркнигоиздат, 1989. – С. 43–47.

27. Денисов, А.К. О возможности селекции дуба черешчатого на устойчивость против образования морозобойных трещин // Совещ. по лесной генетике, селекции и семеноводству. Тез. докл. – Петрозаводск: Институт леса Карельского филиала АН СССР, 1967. – С. 91–94.

28. Денисов, А.К. Поражаемость древостоев морозобойными трещинами в связи с типами леса / А.К. Денисов // Лесоведение. – 1968. – № 4. – С. 56–61.

29. Денисов, А.К. Влияние лесоводственных свойств насаждения на образование морозобоя и меры борьбы с ним / А.К. Денисов // Лесоводство, лесные культуры и почвоведение. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1980. – Вып. 9. – С. 36–40.

30. Денисов, А.К. Борьба с повреждаемостью древостоев морозобоем / А.К. Денисов, А.А.Пучкова // Лесное хозяйство. – 1985. – № 2. – С. 35–37.

31. Денисов, А.К. К познанию природы морозобоя / А.К. Денисов, С.А.Денисов // Изв. вузов. Лесной журнал. – 1986. – № 2. – С.13-17.

32. Денисов, А.К. Формирование смешанных древостоев на свежих горяях / А.К. Денисов, А.А. Александров // Лесное хозяйство. – 1954. – № 10. – С. 26–31.

33. Денисов, А.К. Состояние горельников и их классификация в Марийской АССР / А.К. Денисов

[Oak Forests of Volga-Vyatka Region, Their Geobotanical and Historical Peculiarities]. Struktura i dinamika rastitelnykh soobshchestv Volgo-Vyatskogo regiona [Structure and Dynamics of Vegetation Communities in Volga-Vyatka Region]. Gorkiy: GGU Publ. 1987. P. 4–9.

23. Denisov A.K. Tipy poymennykh lesov yuzhnoy evropeyskoy taygi [Types of Floodplain Forests in Southern Taiga (European Territory)]. Lesnoe khozyaystvo [Forestry]. No 9.1968. P. 21-27.

24. Denisov A.K. Tipologiya poymennykh lesov yuzhnoy evropeyskoy taygi [Tipology of Floodplain Forests in Southern Taiga (European Territory)]. Gorkiy: GGU Publ. 1979. 46 p.

25. Denisov A.K. Dubravy — pamyatniki prirody Mariyskoi ASSR [Oak Forests are the Natural Landmarks of Mari ASSR]. Pamyatniki prirody Mariyskoi respubliki [Natural Landmarks of Mari Republic]. Yoshkar-Ola: Marknigoizdat, 1989 P. 29–31.

26. Denisov A.K. Znachenie derevev — pamyatnikov prirody [Significance of Trees — Natural Landmarks]. Pamyatniki prirody Mariyskoi respubliki [Natural Landmarks of Mari Republic]. Yoshkar-Ola: Marknigoizdat, 1989. P. 43–47.

27. Denisov A.K. O vozmozhnosti selektsii duba chershchatogo na ustoychivost protiv obrazovaniya morozoboynykh treshchin [On Possibility of English Oak Selection for Improvement of Its Stability Against Frost Cleft]. Soveshch. po lesnoy genetike, selektsii i semenovodstvu. Tez. dokl. [Meeting on Forest Genetics, Selection and Seedage. Proceedings of Report.]. Petrozavodsk: Forest Institute of Karelian Branch of the Academy of Sciences of the USSR]. 1967. P. 91–94.

28. Denisov A.K. Porazhaemost drevostoev morozoboynymi treshchinami v svyazi s tipami lesa [Trees Vulnerability to Frost Clefts]. Lesovedenie [Forestry]. No 4. 1968. P. 56–61.

29. Denisov A.K. Vliyanie lesovodstvennykh svoystv nasazhdeniya na obrazovanie morozoboya i mery borby s nim [Stands Silvicultural Properties Influence on Winterkilling Formation and Control Measures]. Lesovodstvo, lesnye kultury i pochvovedenie [Forestry, Plantations and Pedology]. Leningrad: LGU Publ. Issue. 9. 1980. P. 36–40.

30. Denisov A.K., Puchkova A.A. Borba s povrezhdaemostyu drevostoev morozoboem [Struggle Against Stands Vulnerability to Winterkilling.]. Lesnoe khozyaystvo [Forestry]. No 2. 1985. P. 35–37.

31. Denisov A.K., Denisov S.A. K poznaniyu prirody morozoboya [On Perception of Winterkilling Nature]. Izv. vuzov «Lesnoy zhurnal» [University News «Forest Journal»]. No 2. 1986. P. 13-17.

32. Denisov A.K., Aleksandrov A.A. Formirovanie smeshannykh drevostoev na svezhikh garyakh [Formation of Mixed Stands at the Fresh Fire-Sites]. Lesnoe khozyaystvo [Forestry]. No 10. 1954. P. 26–31.

33. Denisov A.K. Sostoyanie gorelnikov i ikh klassifikatsiya v Mariyskoy ASSR [Fire-Sites Condi-

// Проблемы ликвидации последствий лесных пожаров 1972 года в Марийской АССР. – Йошкар-Ола: Маркнигоиздат, 1976. – С. 34–42.

34. Денисов, А.К. Лесные пожары в Марийской АССР и Горьковском Заволжье / А.К. Денисов // Тез. докл. I Всесоюз. совещ. «Горение и пожары в лесу». – Красноярск: ИЛИД СО АН СССР, 1978. – С. 38–40.

35. Денисов, А.К. Лесные пожары в лесном Среднем Заволжье в 1921 и 1972 годах и их уроки / А.К. Денисов // Матер. I Всесоюз. науч.-тех. совещ. «Лесные пожары и их последствия». – Красноярск: ИЛИД СО АН СССР, 1979. – Ч. 3. – С. 16–26.

36. Денисов, А.К. Уходы в молодняках на гаях в связи с особенностью их формирования / А.К. Денисов // Проблемы ликвидации последствий лесных пожаров 1972 года в Марийской АССР. – Йошкар-Ола: Маркнигоиздат, 1976. – С. 114–115.

37. Денисов, А.К. Сравнительная экономическая оценка главного и побочного пользования в условиях сосняков сфагновых V и ниже класса бонитета в Марийской АССР / А.К. Денисов // Матер. науч. конф. по итогам работ за 1973 г. – Йошкар-Ола: МПИ, 1974. – С. 52–53.

38. Денисов, А.К. Восстановление клюквы четырехлепестной на лесных гаях / А.К. Денисов, А.В.Иванов // Матер. науч. конф. Марийск. политех. ин-та. – Йошкар-Ола: МПИ, 1975. – С. 64–66.

39. Денисов, А.К. Сравнительная оценка верховых лесопокрытых болот по продуктивности древостоев и клюквы в условиях Марийской АССР и методы такой оценки / А.К. Денисов // Клюква. – Вильнюс: Изд-во АН ЛитССР, 1977. – С. 27–29.

40. Денисов, А.К. Об оценке сфагновых сосняков / А.К. Денисов // Лесное хозяйство. – 1978. – № 10. – С. 24–27.

41. Денисов, А.К. Влияние гидротехнических сооружений на продуктивность лесов / А.К. Денисов, А.И. Князев // Лесное хозяйство. – 1954. – № 5. С. 12–17.

tion and Its Classification in Mari ASSR.]. Problemy likvidatsii posledstviy lesnykh pozharov 1972 goda v Mariyskoy ASSR [Problems of Liquidation of Forest Fires – 1972 Consequences (Mari ASSR)]. Yoshkar-Ola: Marknigoizdat, 1976. P. 34–42.

34. Denisov A.K. Lesnye pozhary v Mariyskoy ASSR i Gorkovskom Zavolzhe [Forest Fires in Mari ASSR and Gorkiy Trans-Volga region]. Tez. dokl. I Vsesoyuz. soveshch. «Gorenie i pozhary v lesu» [Proceedings of I All-Union Meeting «Burning and Fires in Forests»]. Krasnoyarsk. 1978. P. 38–40.

35. Denisov A.K. Lesnye pozhary v lesnom Srednem Zavolzhe v 1921 i 1972 godakh i ikh uroki [Forest Fires in Forest Middle Trans-Volga Region in 1921 and 1972 Years and Taught Lessons]. Mater. I Vsesoyuz. nauch.-tekh. soveshch. «Lesnye pozhary i ikh posledstviya» [Proceedings of I All-Union Scientific-Technical Meeting «Forest Fires and Their Consequences»]. Krasnoyarsk. 1979. Part 3. P. 16–26.

36. Denisov A.K. Ukhody v molodnyakakh na garyakh v svyazi s osobennostyu ikh formirovaniya [Tendings of Young Stands Growing at the Fire-Sites and Peculiarities of Their Formation]. Problemy likvidatsii posledstviy lesnykh pozharov 1972 goda v Mariyskoi ASSR [Problems of Liquidation of Consequences of Forest Fires-1972 (Mari ASSR)]. Yoshkar-Ola: Marknigoizdat, 1976. P. 114–115.

37. Denisov A.K. Sravnitel'naya ekonomicheskaya otsenka glavnogo i pobochnogo polzovaniya v usloviyakh sosnyakov sfagnovykh V i nizhe klassa boniteta v Mariyskoi ASSR [Comparative Economic Assessment of Principal Felling and Minor Forest Production of Sphagnous Pine Forests (Class V and Lower)]. Mater. nauch. konf. po itogam rabot za 1973 g. [Proceedings of Scientific Conference Summarizing the Results of 1973]. Yoshkar-Ola. 1974. P. 52–53.

38. Denisov A.K., Ivanov A.V. Vosstanovlenie klyukvy chetyrehlepestnoy na lesnykh garyakh [Marsh Rosemary Recovery at the Fire Sites]. Mater. nauch. konf. Mariysk. politekh. in-ta [Proceedings of Scientific Conference of Mari Politechnical Institute]. Yoshkar-Ola: MPI, 1975. P. 64–66.

39. Denisov A.K. Sravnitel'naya otsenka verkhovykh lesopokrytykh bolot po produktivnosti drevostoev i klyukvy v usloviyakh Mariyskoy ASSR i metody takoy otsenki [Comparative Assessment of Mounted Forested Bogs in Productivity of Stands and Marsh Rosemary in Mari ASSR and Methods of Such Assessment]. Klyukva [Marsh Rosemary]. Vilnyus: AN LitSSR Publ., 1977. P. 27–29.

40. Denisov A.K. Ob otsenke sfagnovykh sosnyakov [On Assessment of Sphagnous Pine Forest]. Lesnoe khozyaystvo [Forestry]. No 10. 1978. P. 24–27.

41. Denisov A.K., Knyazev A.I. Vliyaniye gidrotekhnicheskikh sooruzheniy na produktivnost lesov [Influence of Hydrotechnical Facilities on Forests Productivity]. Lesnoe khozyaystvo [Forestry]. No 5. 1954. P. 12–17.

42. Денисов, А.К. О влиянии подтопления на состояние лесных насаждений / А.К. Денисов, Г. К. Незабудкин, В. Н. Смирнов // Сб. тр. Поволжск. лесотех. ин-та. – 1958. – № 53. – С. 19–30.

43. Денисов, А.К. Экологические беды от повышения уровня Чебоксарского водохранилища / А.К. Денисов // Комплексная оценка результатов строительства и эксплуатации Чебоксарской ГЭС. Тез. докл. – Горький: ГИСИ, 1989. – С. 40–43.

44. Памяти Александра Константиновича Денисова [Лесовод: 1913 – 1991] / С. Я. Файзуллина // Ботанический журнал. – 1993. – Т. 7, № 11. – С. 101-108.

42. Denisov A.K., Nezabudkin G. K., Smirnov V. N. O vliyaniy podtopleniya na sostoyanie lesnykh nasazhdeniy [On Influence of Raised Water Table on Forest Stands Condition] Sb. tr. Povolzhsk. lesotekh. in-ta [Collected papers of Volga Forestry Engineering Institute.]. № 53. 1958. P. 19–30.

43. Denisov A.K. Ekologicheskie bedy ot povysheniya urovnya Cheboksarskogo vodokhranilishcha [Ecological Woes Caused by Water Level Rise at the Cheboksary Reservoir.]. Kompleksnaya otsenka rezultatov stroitelstva i ekspluatatsii Cheboksarskoy GES. Tez. dokl. Gorkiy [Complex Assessment of Results of Construction and Exploitation of Cheboksary Hydro-Electric Power Station]. 1989. P. 40–43.

44. Fayzullina S.Ya. Pamyati Alexandra Konstantinovicha Denisova: (Lesovod: 1913-1991) [In Memory of Alexander Konstantinovich Denisov (Forester: 1913-1991).]. Botanicheskiy zhurnal [Botanical Journal]. V.7. No 11. P. 101-108.

Статья поступила в редакцию 24.10.13.

ДЕНИСОВ Сергей Александрович – доктор сельскохозяйственных наук, заведующий кафедрой лесоводства, Поволжский государственный технологический университет (Российская Федерация, Йошкар-Ола). Область научных интересов – лесная экология, естественное лесовосстановление, лесоводство. Автор более 120 публикаций.

E-mail: DenisovSA@volgatech.net

DENISOV Sergey Alexandrovich – Doctor of Agricultural Sciences, Head at the Chair of Forestry, Volga State University of Technology (Yoshkar-Ola, Russian Federation). Research interests – forest ecology, natural reforestation, forestry. The author of more than 120 publications.

E-mail: DenisovSA@volgatech.net

S. A. Denisov

**ON THE OCCASION OF THE CENTENARY OF BIRTH OF
ALEXANDER KONSTANTINOVICH DENISOV
(5 December 1913 – 22 January 1991)**

Key words: *research forester; genesis of Oak forests; Oak forests; floodplain forest; water protection forests; ecology.*

On the 5th of December 2013 Alexander Konstantinovich Denisov (prominent forester, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, participant of the Great Patriotic War) could be 100 years.

A.K.Denisov made a great contribution to the study of floodplain Oak forests growing in the North of the European part of Russia. Many of his works concern the problems of genesis of floodplain Oak forest, ecological and biological peculiarities of English Oak (Quercus robur L.) in floodplains (northern bound of its areal). A.K.Denisov offered a detailed analysis of post glacial dynamics of northern Oak growth in a number of his papers. Biological and ecological peculiarities of Oaks allowing to form native floodplain forests were elaborated for the first time. A typology of floodplain forests of southern taiga (European territory) was also elaborated.

A problem of water-protective role of forests and floodplain Oak forests and forestry management in riverain forests in particular takes a significant place in his researches and publications. A.K.Denisov also revealed the reasons of frost cleft appearance at the Oak stems (frost clefts sharply reduce marketability of Oak stands) and offered silvicultural measures for prevention of this phenomenon.

Most papers of A.K.Denisov are still of current importance.

630*2(470.4)

ВЫЕЗДНОЕ ЗАСЕДАНИЕ БЮРО ОТДЕЛЕНИЯ МЕЛИОРАЦИИ, ВОДНОГО И ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ АКАДЕМИИ

22–24 октября в Йошкар-Оле на базе Поволжского государственного технологического университета состоялось выездное заседание бюро отделения мелиорации, водного и лесного хозяйства Российской академии сельскохозяйственных наук. В рамках заседания бюро РАСХН прошла Всероссийская научно-практическая конференция «Лесовосстановление в Поволжье: состояние и задачи по совершенствованию». По итогам работы было принято постановление.

ПОСТАНОВЛЕНИЕ

совместного выездного заседания бюро Отделения мелиорации, водного и лесного хозяйства Россельхозакадемии и Всероссийской конференции «Лесовосстановление в Поволжье: состояние и задачи по совершенствованию», проходивших на базе Поволжского государственного технологического университета

г. Йошкар-Ола

22 – 24 октября 2013 г.

Заслушав и обсудив представленные доклады, участники совместного выездного заседания бюро Отделения мелиорации, водного и лесного хозяйства Россельхозакадемии и Всероссийской конференции «Лесовосстановление в Поволжье: состояние и задачи по совершенствованию», проходивших на базе Поволжского государственного технологического университета, отмечают своевременность и актуальность затронутых на форуме проблем по воспроизводству лесов.

Отечественная наука и практика накопила огромный положительный опыт по естественным способам лесовосстановления, производству лесных культур, мелиоративных лесных насаждений. Созданные на сотнях тысяч гектаров рукотворные леса являются живым памятником многим поколениям лесоводов-учёных и лесоводов-практиков. Они порой в тяжелейших условиях, прикладывая неимоверные усилия, нарабатывали бесценный опыт лесовосстановления и лесоразведения, который должен в максимально полном объёме использоваться при интенсификации лесного хозяйства России в настоящее время.

Воспроизводство лесов в последние два десятилетия осуществляется с минимальными затратами, в большей степени за счёт естественного восстановления, преимущественно мягколиственных пород. Произошло резкое снижение запаса молодняков I класса возраста в эксплуатируемых сосняках. В целом по России снизилась на 2 % доля площадей, занятых елью, и на 4 % – лиственницей.

Недостаточно эффективное лесовосстановление сплошных концентрированных вырубок привело к истощению лесосырьевых баз и массовой смене хвойных пород на лиственные в Европейско-Уральской зоне, где сосредоточено большинство деревоперерабатывающих предприятий, и на 80 % населения страны приходится лишь 17 % запасов древесины. Не лучшее положение в других регионах страны, особенно за Уралом. Кроме того, в результате многочисленных лесных пожаров прошлого и нынешнего столетий площадь гарей в целом по РФ составляет 25,3 млн. га. Учитывая, что восстановление гарей иногда затягивается не на одно десятилетие, налицо «простой» земли и недополучение древесной массы. Процессы восстановления гарей находятся вне контроля органов лесного хозяйства; отсутствует системный подход к оценке их лесовосстановления.

К сожалению, Лесной кодекс 2006 года снизил заинтересованность хозяйствующих субъектов в восстановлении лесов, поскольку это затратное производство не даёт быстрой прибыли. Хозяйственники, не желая вкладывать средства в то, чем будут пользоваться другие, любыми способами минимизируют затраты на эти виды работ. В итоге всё чаще происходит естествен-

ное заращивание. При этом ежегодно теряются сотни миллионов рублей потенциальной прибыли.

При создании лесных культур существенно снижается первоначальная густота, что не может не сказаться на качественных показателях будущих насаждений. Зафиксированные в лесном фонде искусственно созданные насаждения отличаются большим разнообразием по составу, полноте и производительности, что является следствием хозяйственной деятельности и применявшихся различных технологий создания. Их состояние, преобладание на значительных площадях лиственных пород, зачастую заглушающих культивируемую породу, свидетельствует о недостаточном внимании к культурам после их включения в состав лесного фонда.

На совместном заседании отмечено, что в лесохозяйственной практике не используется положительный опыт интродукционного испытания и выращивания древесно-кустарниковых экзотов. Последние пока мало используются для создания объектов лесомелиорации, озеленения пригородных и рекреационных зон. Между тем, интродуцированные виды древесных растений, обладающие высоким потенциалом роста, могут быть использованы как исходный материал для создания плантационных лесных культур на балансы для целлюлозно-бумажной промышленности, для получения деловой древесины. В то же время, в ряде государств подобный опыт находит всё более широкую практику.

В области лесной биотехнологии доклады участников были посвящены актуальным проблемам использования современных биотехнологических методов для решения практических вопросов лесного хозяйства. В них представлен опыт использования методов биотехнологии для селекции и размножения генетически ценных форм растений. Часть докладов была направлена на освещение вопросов по использованию ДНК-маркирования в области лесного семеноводства. Отмечалось, что тематика исследований соответствует основным направлениям лесной биотехнологии, выделенным в государственной программе развития биотехнологии в РФ до 2020 года (Программа «БИО-2020»).

К вопросам, требующим большого внимания, следует отнести и совершенствование мониторинга и нормативно-методического обеспечения лесовосстановления, обеспечение достоверного статистического учёта площади лесных и нелесных земель, пройденных лесными пожарами, с применением существующих и перспективных космических систем дистанционного зондирования Земли.

Лесное хозяйство в целом и лесовосстановление, в частности, находятся на сметно-бюджетном финансировании, что делает невозможным говорить о его доходности, так как в этом случае в качестве результата должны быть либо продукция, либо услуги. В настоящее время при воспроизводстве лесов они отсутствуют. Но при этом продукция и услуги в качестве экономических категорий в обязательном порядке присутствуют в сфере освоения лесов. Таким образом, два сегмента отрасли «лесное хозяйство» – использование и воспроизводство обслуживают совершенно разные экономические отношения, что является ненормальным в условиях рыночных отношений и мешает её переводу на интенсивный путь развития.

Отечественные лесоводы в прошлом веке были в авангарде исследователей, начавших изучение проблемы плантационного лесовыращивания и агролесоводства, в том числе на землях, вышедших из-под сельскохозяйственного использования. В настоящее время мы оказались среди тех, кому придётся догонять других. И делать это надо, так как из 220 млн. га площади сельхозугодий в период с 1961 по 2003 гг. из хозяйственного оборота выведена почти четвертая часть (58,3 млн га).

Бюро Отделения мелиорации, водного и лесного хозяйства РАСХН, Учёный совет факультета лесного хозяйства и экологии Поволжского государственного технологического университета и участники конференции ПОСТАНОВЛЯЮТ:

1. Рекомендовать органам исполнительной власти лесного хозяйства России с участием субъектов Российской Федерации разработать:

- новые Правила лесовосстановления и лесоразведения, регламентирующие процедуру воспроизводства лесов для удовлетворения в полном объёме потребностей страны в высококачественном сырье и поставок древесной продукции на экспорт и для выполнения лесонасажде-

ниями водорегулирующих, защитных и средообразующих функций в рамках региональных условий;

- комплекс нормативных документов, направленных на совершенствование системы мониторинга лесных культур до завершения формирования насаждений главной породы (пород). Прежде всего, внести изменения в «Лесостроительную инструкцию», «Лесной реестр», в том числе фиксацию отдельной строкой искусственных насаждений и после перевода их в покрытую лесом площадь, пересмотреть ОСТ «Оценка качества лесных культур» с преобладанием насаждений из главной породы (пород);

- разработать и утвердить технологические регламенты на основные виды операций по лесовосстановлению и лесоразведению, адаптированные к зонально-типологической структуре лесокультурных площадей по целевому назначению создаваемых лесных насаждений;

- внедрить в практику лесоразведения и искусственного лесовосстановления ассортимент древесных пород, соответствующий основному функциональному (целевому) назначению создаваемых лесов.

2. Рекомендовать Федеральному агентству лесного хозяйства и Министерству природных ресурсов и экологии РФ разработать и внедрить единую инструкцию по интегрированной оценке качества работ по лесовосстановлению и лесоразведению, а также созданных насаждений до цикла завершённого лесокультурного производства в субъекте РФ, а также систему поощрительных мер за своевременное и качественное исполнение мероприятий по воспроизводству лесных ресурсов.

3. Обратиться в Министерство природных ресурсов и экологии РФ с предложением:

- признать губительным для отраслей (лесного и водного хозяйств) решение о включении «водной» и «лесной» субвенции в единую статью;

- поддержать инициативу ПГТУ о переводе перспективных участков лесных культур в фонд ускоренного лесовыращивания целевого назначения;

- считать целесообразным организацию плантационных хозяйств в Приволжском и Центральном федеральных округах, характеризующихся благоприятными для древесных растений лесорастительными условиями и возможностью развития транспортной инфраструктуры, а также административных образований, имеющих высокую потребность в древесине.

4. Просить Министерство природных ресурсов, Федеральное агентство лесного хозяйства:

- сформулировать задание, выделить средства и объявить конкурс на разработку и проведение регионального эксперимента по переводу на экономическую организацию ведения лесного хозяйства на землях, переданных в аренду;

- обеспечить реализацию «Стратегии развития защитного лесоразведения в РФ на период до 2020 года», подготовленную Россельхозакадемией.

5. Рекомендовать Министерству природных ресурсов и Федеральному агентству лесного хозяйства РФ, региональным органам исполнительной власти внести в форму типового договора аренды лесного участка право расторжения в одностороннем порядке по инициативе арендодателя в случае невыполнения договорных обязательств по лесовосстановлению.

6. Бюро отделения мелиорации, водного и лесного хозяйства Россельхозакадемии, участники Всероссийской конференции ходатайствуют перед Правительством Республики Марий Эл о проведении капитального ремонта осушительной сети Государственного природного лесомелиоративного заказника республиканского значения «Лебедань», существующей с 1913 года.

7. Бюро отделения мелиорации, водного и лесного хозяйства Россельхозакадемии, участники Всероссийской конференции рекомендуют ректорату Поволжского государственного технологического университета:

- пролонгировать деятельность межведомственного научно-технического совета по гидролесомелиорации на базе университета;

- организовать подготовку магистров и бакалавров по сетевой модульной программе «Управление воспроизводством лесов»;

- активизировать развитие научных исследований и опытно-производственных работ по лесной биотехнологии (микрклональное размножение древесно-кустарниковых растений in Vitro, ДНК-диагностика и ДНК-маркирование);

- считать актуальным развитие научной и производственной деятельности по изучению проблем гидромелиорации земель лесного фонда.

8. Бюро отделения мелиорации, водного и лесного хозяйства Россельхозакадемии, участники Всероссийской конференции считают целесообразным участие федеральных и региональных органов власти в организации конкурсных исследований с привлечением ПГТУ на выполнение научно-исследовательских работ по совершенствованию экономической организации лесных отношений, в том числе в условиях аренды. Учебно-опытные хозяйства ПГТУ использовать как базовые для совершенствования методов и приёмов ведения лесного хозяйства в условиях рыночной экономики.

9. Бюро Отделения мелиорации, водного и лесного хозяйства Россельхозакадемии, участники Всероссийской конференции отмечают:

- высокий уровень проведения выездного заседания бюро Отделения мелиорации водного и лесного хозяйства Россельхозакадемии и Всесоюзной конференции «Лесоразведение в Поволжье: состояние и задачи по совершенствованию» на базе Поволжского государственного технологического университета;

- современное оснащение материально-технической и приборной базы Поволжского государственного технологического университета; организацию учебного процесса и ведение научных исследований на уровне ведущих вузов страны;

- целесообразность активного использования научного потенциала Поволжского государственного технологического университета при решении проблемных вопросов развития лесного хозяйства.

Председатель Бюро, академик РАН



Н.Н.Дубенок

Секретарь бюро, д.с.-х.н.



С.Е.Трешкин

**FIELD MEETING OF DIVISION OFFICE OF AMELIORATION, WATER
AND FOREST MANAGEMENT OF THE
RUSSIAN ACADEMY OF AGRICULTURAL SCIENCES**

22–24 October a field meeting of Division Office of Amelioration, Water and Forest Management of Russian Academy of Agricultural Sciences under the aegis of Volga State University of Technology took place in Yoshkar-Ola. Within the framework of the field meeting All-Russian Research and Practice Conference «Forest Regeneration in Volga Region: Present-Day Situation and Problems to Be Solved» was organized. At the end of the conference a decision was made.

УКАЗАТЕЛЬ МАТЕРИАЛОВ,
ОПУБЛИКОВАННЫХ
В ЖУРНАЛЕ В 2013 ГОДУ

LIST OF MATERIALS
PUBLISHED
IN THE JOURNAL IN 2013

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

FORESTRY

Н. Н. Бессчетнова. Многомерная оценка плюсовых деревьев сосны обыкновенной по показателям пигментного состава хвои

N. N. Besschetnova. Multidimensional assessment of scots pine plus trees using indicators of needle pigment structure

Ю. П. Демаков, А. В. Исаев, А. М. Швецов. Потребление и вынос древесными растениями зольных элементов в пойменном биотопе

Yu. P. Demakov, A. V. Isaev, A. M. Shvetsov. Consumption and removal of ash constituents from wooden plants in the inundated biotope

В. А. Закамский, Х. Г. Мусин. Оценка лесных территорий для массового отдыха по стадиям рекреационной дигрессии

V. A. Zakamskiy, Kh. G. Musin. Forests evaluation for tourism by recreational digression stages

В. П. Иванов, С. И. Марченко, И. Н. Глазун, Д. И. Нартов, Л. М. Соболева. Изменения в биогеоценозах центральной части Брянской области после летней жары 2010 года

V. P. Ivanov, S. I. Marchenko, I. N. Glazun, D. I. Nartov, L. M. Soboleva. Biogeocenosis changes in central part of the Braynsk region after hot summer-2010

С. М. Лазарева. Закономерности роста побегов второго порядка у некоторых видов рода пихт в Среднем Заволжье

S. M. Lazareva. Growth regularities of second order offshoots of some types of silver fir genus in Middle Zavolzhye

С. М. Лазарева. Изменчивость и перспективность сосновых в культуре ex situ в подзоне южной тайги

S. M. Lazareva. Variation and prospects of conifers in the culture of ex situ in the southern taiga subzone

А. С. Манаенков, В. А. Шкуринский, М. В. Костин. Особенности роста и долговечность насаждений «дубрав промышленного значения» на зональных почвах сухостепного Придонья

A. S. Manaenkov, V. A. Shkurinskiy, M. V. Kostin. Growth particularities and long life of «industrial oaks» stands at the climatic soil type of dry steppe Don region

В. Л. Мешкова, А. В. Товстуха, Т. С. Пивовар. Ветровалы и буреломы в сосновых лесах на северо-востоке Украины

V. L. Meshkova, A. V. Tovstukha, T. S. Pivovarov. Windfalls and windbreaks in pine forests of the north-eastern Ukraine

Д. И. Мухортов, Е. М. Романов. Утилизация органических отходов при искусственном лесовосстановлении

D. I. Mukhortov, E. M. Romanov. Organic recycling in artificial forest regeneration

С. А. Родин, Н. Е. Проказин. Формирование базы объектов стационарных исследований лесовосстановительных процессов

S. A. Rodin, N. E. Prokazin. Forming of experimental sites for stationary researches of forest regeneration processes

Е. М. Романов, Т. В. Нуреева, Н. В. Еремин. Искусственное лесовосстановление в Среднем Поволжье: состояние и задачи по совершенствованию

E. M. Romanov, T. V. Nureeva, N. V. Eremin. Artificial forest regeneration in the Middle Volga: present-day situation and problems to be solved

Т. А. Турчина. Оптимальные технологии искусственного восстановления насаждений ольхи чёрной в поймах рек степной зоны России

T. A. Turchina. Optimum technologies of artificial regeneration of black alder plantings in floodplains of Russian steppe zone

И. В. Шутков, А. В. Жигунов. Проблемы получения древесного сырья на неиспользуемых сельскохозяйственных землях

I. V. Shutov, A. V. Zhigunov. Problems of wood raw material obtaining at the vacant agricultural lands

ТЕХНОЛОГИИ И МАШИНЫ
ЛЕСНОГО ДЕЛА

FORESTRY TECHNOLOGIES
AND MACHINES

М. В. Волосунов, Н. Р. Шоль, Е. А. Будевич. Модель нового механизма поворота модульной сочленённой лесотранспортной машины, теоретическое и практическое обоснование конструкции

M. V. Volosunov, N. R. Shol', E. A. Budevich. The model of new rotation mechanism of modular forest articulated vehicle, theoretical and practical justification of the theory

Н. К. Гусев, П. А. Нехорошков. Исследование прочности слоёв конструкции дорожной одежды из материалов, укрепленных полимерно-минеральной композицией «Nicoflok»

Д. Ю. Дручинин, О. Р. Дорняк, М. В. Драпалюк. Теоретические исследования процесса выкопки саженцев с комом почвы

В. Ю. Илванов, М. Г. Салихов. Исследование долговечности модифицированного щебеночно-мастичного асфальтобетона при действии агрессивной среды

Г. Н. Кононов, А. А. Федотов, С. А. Угрюмов. Химические процессы, протекающие при горячем прессовании в структуре древесностружечных плит на основе фурфуrolацетонного мономера ФА

В. П. Корпачев, А. И. Пережилин, А. А. Андрияс. Оценка объема затопления древесной массы в водохранилище Богучанской ГЭС

В. Ю. Лисов, В. Н. Язов. Экспериментальное определение максимальной плотности, оптимальной влажности и осадки лесной почвы

Ю. В. Лоскутов. Прямолинейный конечный элемент для расчёта композитных трубопроводов

Л. И. Мальянова, М. Г. Салихов. Изучение влияния модифицированной добавки на некоторые свойства асфальтобетона с отсевами дробления известняков для покрытий лесовозных дорог

М. Ю. Смирнов, И. Р. Бакулина. Продолжительность рабочего цикла навесного гидроманипулятора

А. Н. Чемоданов, П. Е. Царев. Исследование влияния скорости движения транспортера на процесс поштучной выдачи бревен в буферных магазинах с отсекаателями с постоянной длиной захвата

С. В. Шлычков, О. Г. Иванов. Анализ влияния физико-механических свойств древесины на качество акустических панелей

ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ И РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ. БИОТЕХНОЛОГИИ

И. А. Алексеев, А. В. Захаров, О. Н. Гусева. Влияние подтопления Чебоксарского водохранилища на лесопатологические характеристики древостоев

И. Л. Бухарина, П. А. Кузьмин. Влияние техногенной среды на жизненное состояние и содержание танинов в листьях древесных растений (на примере города Набережные Челны)

Е. А. Гончаров, Д. И. Пигалин. Распределение техногенных и естественных радионуклидов в лесных экосистемах заповедника «Большая Кокшага»

N. K. Gusev, P. A. Nekhoroshkov. Study of solidity of road structure constructed with the use of polymer-mineral composition «Nicoflok»

2

D. Y. Druchinin, O. R. Dornyak, M. V. Drapalyuk. Theoretical research of plantlets lifting process with soil clod

2

V. Yu. Ilvanov, M. G. Salikhov. Study of the modified macadam-mastic asphalt concrete lifespan in corrosion medium

2

G. N. Kononov, A. A. Fedotov, S. A. Ugryumov. Chemical processes occurring in chipboards under hot pressing (based on furfurolaceton monomer FA)

3

V. P. Korpachev, A. I. Perezhilin, A. A. Andriyas. Estimation of volume of wood pulp water logging in the reservoir of Boguchanskaya hydroelectric power station

1

V. Yu. Lisov, V. N. Yarov. Experimental determination of maximum density, optimum humidity and precipitation in forest soils

4

Yu. V. Loskutov. Composite pipelines analysis: one-linear finite element

4

L. I. Malyanova, M. G. Salikhov. The study of the impact of modified additive on some properties of asphalt concrete with crushed limestone dust for topping of logging roads

1

M. Yu. Smirnov, I. R. Bakulina. Wall-mounted hydraulic manipulator work cycle time

3

A. N. Chemodanov, P. E. Tsarev. Study of elevator travelling speed influence on piecewise delivery of logs in buffer magazine with log sorter with one grip length

2

S. V. Shlychkov, O. G. Ivanov. Influence analysis of physical and mechanical properties of wood on the quality of acoustic panels

4

PROBLEMS IN ECOLOGY AND RATIONAL NATURE MANAGEMENT. BIOTECHNOLOGIES.

I. A. Alekseev, A. V. Zakharov, O. N. Guseva. Cheboksary hydro-electric power station raised water table impact on forest pathological characteristics of stands

3

I. L. Bukharina, P. A. Kuzmin. Impact of industrial environment on vitality and tannin content in the leaves of woody plants (Naberezhnye Chelny case study)

1

E. A. Goncharov, D. I. Pigalin. Distribution of antropogenic radionucleides and radionucleides of natural origin in forest ecosystems of «Bolshaya Kokshaga» reserve

4

Т. Х. Гордеева, О. В. Малиута, Н. Н. Гаврицкова. Микробиологическая индикация почвенно-экологических условий при использовании нетрадиционных мелиорантов

Н. Н. Журкин, С. Я. Алибеков. Усовершенствование механической очистки сточных вод

А. В. Исаев, Ю. П. Демаков. Динамика древостоев в пойменных лесах заповедника «Большая Кокшага»

Э. А. Курбанов, О. Н. Воробьев, С. А. Незамаев, А. В. Губаев, С. А. Лежнин, Ю. А. Полевицкова. Тематическое картирование и стратификация лесов Марийского Заволжья по спутниковым снимкам Landsat

Э. А. Курбанов, О. Н. Воробьев, Ю. А. Полевицкова, С. А. Незамаев, Е. Н. Демисева. Сравнительный анализ спутниковых снимков высокого разрешения при дешифрировании древостоев, загрязненных отходами силикатного производства

Е. М. Романов, Д. И. Мухортов, Т. В. Нуреева. Мелиорация почв лесных питомников с применением нетрадиционных органических удобрений

А. А. Прохорова, О. В. Шейкина, Ю. Ф. Гладков. Генетическая изменчивость вегетативных потомств плюсовых деревьев ели на архиве клонов в Республике Марий Эл

ДАТЫ. СОБЫТИЯ. КОММЕНТАРИИ

Выездное заседание бюро отделения мелиорации, водного и лесного хозяйства Российской сельскохозяйственной академии

С. А. Денисов. К 100-летию Александра Константиновича Денисова

С. А. Денисов. Книга о крупных лесных пожарах в лесном Среднем Заволжье

И. П. Курненкова, Н. Н. Попова. Ивану Алексеевичу Алексееву 85 лет

Редколлегия журнала. Калинину Константину Константиновичу – 75 лет

T. K. Gordeeva, O. V. Malyuta, N. N. Gavritskova. Microbiological indication of soil ecological conditions when using alternative ameliorants

N. N. Zhurkin, S. Y. Alibekov. Improvement of mechanical purification of sewage water

A. V. Isaev, Yu. P. Demakov. Stands dynamics in floodplain forests of «Bolshaya Kokshaga» reserve

E. A. Kurbanov, O. N. Vorobyev, S. A. Nezamayev, A. V. Gubayev, S. A. Lezhnin, Y. A. Polevshikova. Thematic mapping and stratification of forests in Middle Zavolsgie by Landsat satelite images

E. A. Kurbanov, O. N. Vorobyev, Y. A. Polevshikova, S. A. Nezamayev, E. N. Demisheva. Comparison analyses of satelite images of high resolution for interpretation of forests contaminated by wastes of silicate production

E. M. Romanov, D. I. Mukhortov, T. V. Nureeva. Melioration of soils in forest nursery with the use of non-traditional organic fertilizers

A. A. Prokhorova, O. V. Sheykina, Yu. F. Gladkov. Genetic variation of vegetative offsprings of spruce plus trees on the base of clones (Republic of Mari El)

DATES. EVENTS. COMMENTS

Field meeting of division office of amelioration, water and forest management of the russian academy of agricultural sciences

S. A. Denisov. On the occasion of the centenary of birth of Alexander Konstantinovich Denisov (5 december 1913 – 22 january 1991)

S. A. Denisov. Book of major forest fires forest Middle Zavolzhja

I. P. Kurnenkova, N. N. Popova. Ivan Alexeyevich Alexeev is 85

Members of Editorial Board. Konstantin Konstantinovich Kalinin is 75

ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ АВТОРОВ

Редакция журнала «Вестник ПГТУ. Сер. «Лес. Экология. Природопользование» принимает к публикации статьи, соответствующие профилю издания по рубрикам:

«**Лесное хозяйство**» – 06.03.01 Лесные культуры, селекция, семеноводство; 06.03.02 Лесоведение и лесоводство, лесоустройство и лесная таксация; 06.03.03 Агролесомелиорация и защитное лесоразведение, озеленение населенных пунктов, лесные пожары и борьба с ними.

«**Технологии и машины лесного дела**» – 05.21.01 Технология и машины лесозаготовок и лесного хозяйства; 05.21.05 Древесиноведение, технология и оборудование деревопереработки; 05.23.11 Проектирование и строительство дорог.

«**Проблемы экологии и рационального природопользования. Биотехнологии**» – 03.02.08 «Экология (технические науки: в транспорте, в энергетике, в строительстве и ЖКХ)»; 03.02.14 Биологические ресурсы (биологические и сельскохозяйственные науки); 03.01.06 Биотехнология (в том числе бионанотехнологии).

Статья должна содержать только оригинальный материал, отражающий результаты завершённых исследований авторов, объемом 6–15 страниц, включая рисунки.

К печати принимаются материалы, которые не опубликованы и не переданы в другие редакции. Рукописи проходят обязательное рецензирование. В «Вестнике...» печатаются только статьи, получившие положительные рецензии.

Требования к оригиналам предоставляемых работ

Структура научной статьи

1. Аннотация (3–4 предложения).
2. Ключевые слова или словосочетания (не более 10) отделяются друг от друга точкой с запятой.
3. Введение (оценка состояния вопроса, основанная на обзоре литературы с мотивацией актуальности; выявленное противоречие, позволяющее сформулировать проблемную ситуацию).
4. Цель работы, направленная на преодоление проблемной ситуации (1–2 предложения).
5. Решаемые задачи, направленные на достижение цели.
6. Математическое, аналитическое или иное моделирование.
7. Техника эксперимента и методика обработки или изложение иных полученных результатов.
8. Интерпретация результатов или их анализ.
9. Выводы, отражающие новизну полученных результатов, показывающих, что цель, поставленная в работе, достигнута.

Требования к оформлению статьи

Статья должна быть предоставлена в электронном виде и компьютерной распечатке (2 экз.) на бумаге формата А4. Шрифт Times New Roman, размер шрифта 12 пт, межстрочный интервал одинарный. Поля: внутри – 2 см, верхнее, нижнее, снаружи – 3 см (зеркальные поля), абзацный отступ первой строки на 0,75 см.

На первой странице статьи слева печатается УДК (размер шрифта 12 пт, прямой, светлый) без отступа. Ниже, справа – инициалы, фамилия автора (размер шрифта 14 пт, курсив, полужирный). Ниже, по центру – название статьи (размер шрифта 14 пт, прямой, полужирный, прописной).

Далее размещается аннотация (выравнивание по ширине, размер шрифта 12 пт, курсив, отступ слева и справа 1 см). Аналогично оформляются ключевые слова. Аннотация и ключевые слова статьи предоставляются на **русском и английском языках**.

Также необходимо предоставить **авторское резюме** статьи на русском и английском языках (не менее 250–300 слов).

Формулы и отдельные символы набираются с использованием редакторов формул Microsoft Equation или Math Type (не вставлять формулы из пакетов MathCad и MathLab, а также не следует использовать стандартную вставку математических формул или построение собственных формул с помощью библиотеки математических символов).

Иллюстрации. Схемы, графики, диаграммы и т.п. принимаются только в векторных форматах (Word, Excel, Visio, CorelDraw, Adobe Illustrator и др.). Графический материал принимается только в черном-белом изображении, должен быть четким и не требовать перерисовки. Графики должны выделяться линиями разного стиля (**не делать их цветными**) или отмечаться цифрами. Фотографии и скриншоты должны выполняться в растровых форматах (tiff, bmp, png и др.) достаточного расширения (300 dpi) и чёткости.

Таблицы и рисунки должны быть вставлены в текст после абзацев, содержащих ссылку на них.

Размеры иллюстраций не должны превышать размеров текстового поля (не более 15 см).

Список литературы оформляется согласно порядку ссылок в тексте (где они указываются в квадратных скобках) и обязательно в соответствии с ГОСТ 7.1-2003 в двух вариантах:

1) на русском;

2) на языке оригинала латинскими буквами (References). Если русскоязычная статья была переведена на английский язык и опубликована в английской версии, то необходимо указывать ссылку из переводного источника. Библиографические описания российских публикаций составляются в следующей последовательности: авторы (транслитерация), перевод названия статьи (монографии) в транслитериро-

ванном варианте, перевод названия статьи (монографии) на английский язык в квадратных скобках, название источника (транслитерация, курсив), выходные данные с обозначениями на английском языке.

Ссылки на неопубликованные работы не допускаются.

Статья должна быть подписана автором. После подписи автора и даты указываются его фамилия, имя, отчество (полностью), место работы, ученая степень, должность, область научных интересов, количество опубликованных работ, телефон, e-mail, домашний адрес.

К статье прилагаются следующие **документы**:

- авторское заявление с указанием рубрики журнала;
- рекомендация кафедры;
- экспертное заключение о возможности опубликования;
- рекомендация научного руководителя (для аспирантов и соискателей).

Материалы, не соответствующие вышеуказанным требованиям, не рассматриваются.

Адрес для переписки: 424000 Йошкар-Ола, пл. Ленина 3, ПГТУ,
редакция журнала «Вестник ПГТУ», **e-mail:** vestnik@volgatech.net

Плата с аспирантов за публикацию рукописей не взимается.

Подробнее – на сайте ПГТУ: <http://www.volgatech.net>