

**ИННОВАЦИИ И ТЕХНОЛОГИИ В ЛЕСНОМ ХОЗЯЙСТВЕ**  
Материалы II Международной научно-практической конференции, ч. 1



**ИННОВАЦИИ И ТЕХНОЛОГИИ  
В ЛЕСНОМ ХОЗЯЙСТВЕ**

**Материалы II Международной  
научно-практической конференции**

**Часть 1**

**Федеральное агентство лесного хозяйства  
Российской Федерации**

**ФБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский  
институт лесного хозяйства»**

**ИННОВАЦИИ И ТЕХНОЛОГИИ  
В ЛЕСНОМ ХОЗЯЙСТВЕ**

**Материалы II Международной  
научно-практической конференции  
06-07 февраля 2012 г., Санкт-Петербург,  
ФБУ «СПбНИИЛХ»**

Часть 1

Санкт-Петербург  
2012

Главный редактор – **А.В. Жигунов**, д-р сельскохозяйственных наук, профессор

Редактор – **Т.А. Семакова**

УДК 630

**Инновации и технологии в лесном хозяйстве.** Материалы II Международной научно-практической конференции, 06-07 февраля 2012 г., Санкт-Петербург, ФБУ «СПбНИИЛХ». Ч. 1. СПб: СПбНИИЛХ, 2012. – 350 с.

В сборник включены доклады участников II Международной научно-практической конференции «Инновации и технологии в лесном хозяйстве», состоявшейся 06-07 февраля 2012 г. в ФБУ «СПбНИИЛХ» (Санкт-Петербург), на пленарном заседании и 6 круглых столах.

## ПЛЕНАРНОЕ ЗАСЕДАНИЕ

---

УДК 630\*906

### ОСНОВНЫЕ ЦЕЛИ, ПРИНЦИПЫ И ПРИОРИТЕТЫ ЛЕСНОЙ ПОЛИТИКИ В МАЛОЛЕСНЫХ СТРАНАХ

*С.Б. БАЙЗАКОВ*

Казахский национальный аграрный университет,  
Лесной научно-инновационный институт  
Республика Казахстан, 050010, г. Алматы, пр. Абая, 8, каб. 142  
E-mail: [sbaizakov@mail.ru](mailto:sbaizakov@mail.ru)

#### РЕЗЮМЕ

Изложены основные условия, принципы и приоритеты, используемые при формировании единой национальной лесной политики в малолесных странах, а также опыт разработки проекта её концептуальных основ применительно к условиям Казахстана.

**К л ю ч е в ы е с л о в а :** *малолесные страны, лесная политика, Казахстан*

#### SUMMARY

**Main objectives, principles and priorities forest policy in the countries sparsely wooded**

*S.B. Baizakov* (Kazakh national agrarian university, Forest Research Institute of Innovative)

The article describes the basic terms, principles and priorities used in the formation of the unified national forest policy in sparsely countries, as well as experience in the design of the project its conceptual framework for the conditions of Kazakhstan.

**K e y w o r d s :** *countries sparsely wooded, Forest Policy, Kazakhstan*

Опыт ряда стран свидетельствует о том, что проблемы гармонизации использования и воспроизводства лесов, так же как обеспечение устойчивости всего лесного комплекса, намного лучше решаются там, где данная сфера развивается на базе единой лесной политики. Её обычно называют государственной или национальной лесной политикой. Но, независимо от названия, суть её одна – определять основные цели и приоритеты развития лесного сектора экономики страны, представить в концентриро-

ванном виде экономические, экологические, социальные и культурные интересы и потребности общества в отношении обеспечения сохранности лесов, умножения их площадей и организации лесопользования.

Особо важное значение государственная лесная политика имеет для таких малолесных стран, как Казахстан. Это связано с тем, что леса и озеленительные насаждения являются незаменимыми улучшателями условий жизни и носителями благоприятной среды обитания людей. Поэтому показатели их наличия в лесодефицитных регионах вполне могли бы быть превращены в важный биоэкологический индикатор состояния окружающей среды и качества жизни населения. Однако они пока официально не признаны как действенный инструмент оценки населенных территорий, хотя такая необходимость давно назрела.

Государственная лесная политика должна разрабатываться исходя из специфических условий и особенностей стран, а также на базе системы долгосрочных мер, правил и положений, предусматривающих стабильное и сбалансированное развитие всех видов лесных производств. В малолесных странах СНГ к таким их характеристикам относятся: принадлежность лесов республиканской собственности, провозглашённая в их конституциях, отмеченные выше крайне малая лесистость и большая средообразующая роль лесов, уровень экономического развития страны и общее состояние самого лесного сектора. Все они в совокупности применительно к условиям лесодефицитных регионов превращаются в такие основополагающие принципы и приоритеты лесной политики, как:

- определение правовых и административных основ лесных производств и отношений;
- выбор главных направлений долгосрочного развития лесной сферы;
- безусловность сохранения лесов и всего лесного биоразнообразия, увеличения лесных площадей путем расширенного воспроизводства лесов, лесоразведения и умножения озеленительных насаждений;
- учёт многосторонности полезных свойств лесов в растущем состоянии, необходимость комплексного ведения лесного

хозяйства и лесопользования;

- взаимоувязка интересов лесного хозяйства и лесопользования, рынка лесоматериалов и изделий из древесины;
- улучшение системы учёта лесов и информационной базы по лесным ресурсам, озеленительным насаждениям и лесным производствам, независимо от их назначения и подчиненности;
- обеспечение единства управления, научно-технической политики и нормативно-методического руководства в лесном хозяйстве, лесоразведении, озеленительной деятельности и лесопользовании;
- совершенствование нормативно-технических и финансово-экономических рычагов развития лесных производств;
- улучшение кадрового, научного и инновационно-индустриального обеспечения лесных производств;
- углубление институциональных преобразований в системе управления лесами и лесными производствами;
- развитие и расширение международного сотрудничества, трансферт зарубежной техники, технологии и передового опыта в лесную сферу экономики страны;
- обеспечение равной доступности лесов, лесного фонда (за исключением заповедников и заповедных зон ООПТ), лесных ресурсов и полезностей как объектов работы и предпринимательства для всех юридических и физических лиц, независимо от форм собственности;
- переход к межотраслевому паритету цен и тарифов на лесные ресурсы и полезности, лесоматериалы, работы и услуги лесных производств;
- платность и рентабельность всех видов лесопользования, независимо от форм собственности на леса.

В конечном счёте, эти принципы и приоритеты будут применены при разработке или совершенствовании:

- институциональной системы управления лесами и лесным хозяйством, озеленительной деятельностью и лесопользованием, включая деревообработку;
- лесного законодательства;
- подзаконных актов, принимаемых на базе лесного и других смежных с ним законов;

- стратегической программы развития лесной сферы на длительную перспективу;
- среднесрочных и краткосрочных планов развития лесного сектора в составе программы социально-экономического развития всей страны.

В сводном виде все они образуют единую государственную лесную политику, определяющую основные направления и ориентиры развития лесной сферы экономики на длительный период. Поэтому любые меры и решения, принимаемые в стране по лесной сфере, должны исходить из её положений и не противоречить им. Если они не будут соответствовать установленным в государственной лесной политике направлениям, то их просто не должны утверждать. И это вполне будет исключать возможность принятия не отвечающих целям общей лесной политики государства решений.

Кроме того, поскольку государственная лесная политика рассчитана на определенный период, возникнет необходимость в контроле за своевременной реализацией её задач в полном объёме и даже в защите основных её положений от разного рода искажений и превратных толкований. А это главная обязанность и функции отраслевой системы управления той или иной страны, которая при необходимости должна оперативно реагировать на возникающие проблемы, напрямую ставить свои вопросы перед правительством и добиваться их решения.

В Казахстане пока разработаны и введены в действие не все структурные элементы единой государственной лесной политики, о которой мы ведём речь. Её важнейшими блоками, кроме действующей системы лесоправления, являются лишь Лесной кодекс РК [1], а также ряд постановлений Правительства РК, в том числе его решения о запрете главных рубок в хвойных лесах и саксаульниках Казахстана [5] и об утверждении программы «Жасыл ел» (Зеленая страна) [3, 4], которые инициированы Президентом Республики Казахстан Н.А. Назарбаевым.

Учитывая крайний дефицит лесных ресурсов и огромную их средообразующую роль, глава нашего государства ещё в 1997 г. подчёркивал: «Сегодня и в будущем Казахстану крайне выгодно озеленение. У нас мало лесов, но идёт большое опустынивание.

Есть проблемы с влагозадержанием и чистым воздухом... Символом нашей страны в далеком будущем должны быть не пустыни, а леса и сады. Нарращивая упорно год за годом лесные массивы, мы поможем не только себе и своим потомкам в улучшении экологии, но и самой Планете. Пусть не намного, но зато реально» [2].

Именно поэтому в Лесной кодекс страны были введены очень нужные для республики нормы:

- по созданию частного лесного фонда за счёт лесовыращивания на землях и средств негосударственных юридических и физических лиц;
- по восстановлению лесов на площадях, где они вырублены, за счет лесопользователей – в двойном размере.

Точно так же республиканская программа «Жасыл ел» стала первым по важности для лесной сферы решением, принятым на государственном уровне за время суверенного развития страны. Её значение, пожалуй, сравнимо только с Планом преобразования природы [8] и Неотложными мерами борьбы с водной и ветровой эрозией почв [7], принятыми в б. СССР, но оставшимися нереализованными до конца по разным причинам.

Роль «Жасыл ел» в расширении лесных площадей, озеленении населенных мест и улучшении общеэкологической обстановки в стране трудно переоценить. Она дает начало созданию крупных оазисов, примером которых стала зеленая зона и озеленительные объекты новой столицы, уже раскинувшиеся на 43 тыс. гектаров и в корне преобразившие пригородные территории г. Астаны и саму столицу [9].

Президент нашей страны неоднократно подчёркивал, что «Жасыл ел» будет многоэтапным и найдёт своё продолжение во многих городах и сельских территориях, способствуя обеспечению экологического благополучия, устойчивому социально-экономическому развитию страны и улучшению качества жизни населения. Это очень дальновидное решение, направленное как на облагораживание окружающей среды, так и увеличение площадей озелененных участков на всей территории республики.

К сожалению, с прошлого года программа «Жасыл ел» вошла в состав программы «Жасыл даму» (Зеленое развитие) [6], коор-



динируемую Министерством охраны окружающей среды РК, хотя по целям и задачам «Жасыл ел» более соответствует профилю и функциям Комитета лесного и охотничьего хозяйства МСХ РК.

При соответствующем повышении статуса и полномочий этого Комитета хотя бы до уровня самостоятельного агентства, непростые задачи формирования проектов целостной лесной политики, предложений по совершенствованию на её основе лесного законодательства и долгосрочной программы развития лесной сферы и озеленительной деятельности в стране, были бы намного успешнее реализованы этим специализированным уполномоченным органом и сетью учреждений лесного хозяйства и особо охраняемых природных территорий на местах.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Лесной кодекс Республики Казахстан. Алматы, 2004. 72 с.
2. Назарбаев Н.А. Будущее благополучия страны – начинать строить сегодня. Доклад на собрании республиканского актива, газете «Казахстанская правда» от 11.10.1997 г.
3. Об утверждении программы «Жасыл ел» на 2005-2007 годы // Постановление Правительства Республики Казахстан от 25.06.2005 г., № 632.
4. Об утверждении программы «Жасыл ел» на 2008-2010 годы // Постановление Правительства Республики Казахстан от 16.10.2007 г., № 958.
5. О запрете главного пользования хвойных и саксауловых насаждений на участках государственного лесного фонда и мерах по их сохранению // Постановление Правительства Республики Казахстан от 23.04.2004 г., № 460.
6. Об утверждении программы «Жасыл даму» на 2010-2014 годы // Постановление Правительства Республики Казахстан от 10.09.2010 г., № 924.
7. О неотложных мерах по защите почв от водной и ветровой эрозии // Совместное Постановление ЦК КПСС, СМ СССР и ВЦСПС, 1967.
8. О плане полезащитных лесонасаждений, внедрения травопольных севооборотов, строительства прудов и водоёмов для обеспечения высоких и устойчивых урожаев в степных и лесостепных районах Европейской части СССР // Совместное Постановление ЦК ВКПб, СМ СССР и ВЦСПС, 1948.
9. Отчет Комитета лесного и охотничьего хозяйства Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан за 2010 г., Астана, рукопись, 2011 г., 47 с.

УДК 630\*

**НАУЧНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИННОВАЦИОННОГО  
РАЗВИТИЯ ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА  
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

*А.И. КОВАЛЕВИЧ, В.В. УСЕНЯ*

ГНУ «Институт леса НАН Беларуси»  
Беларусь, 246001, г. Гомель, ул. Пролетарская, д. 71  
тел./факс +375 232-74-73-73, E-mail: [forinstnanb@gmail.com](mailto:forinstnanb@gmail.com)

**РЕЗЮМЕ**

Приведены краткие характеристики лесного фонда Беларуси и инновационных научно-технических разработок, применяемых в лесном хозяйстве.

**К л ю ч е в ы е с л о в а :** *лесное хозяйство Беларуси, инновации, селекция, генетика, биотехнологии, лесовыращивание, лесопользование, охрана и защита леса*

**Summary**

**GIVING SCIENTIFIC SUPPORT TO THE INNOVATIVE  
DEVELOPMENT OF FORESTRY IN THE REPUBLIC OF BELARUS**

*A.I. Kovalevich, V.V. Usenia* (Forest Institute of the National Academy of Sciences of Belarus)

The paper outlines briefly the characteristics of the total forest area of Belarus and the innovative research and development projects carried out in forestry of the Republic.

**К e y w o r d s :** *forestry of Belarus, innovations, breeding, genetics, biotechnologies, timber growing, forest exploitation, forest protection*

В Республике Беларусь с ее ограниченными природными ресурсами лесá являются одним из основных национальных богатств, имеют большое значение для устойчивого социально-экономического развития страны.

Лесной фонд Республики Беларусь занимает площадь 9,43 млн га, в том числе покрытые лесом земли – 8,0 млн га. Лесистость территории страны в настоящее время составляет 38,8%. Площадь искусственных насаждений составляет 23,1% покрытых лесом земель. Корневой запас древесины в лесном фонде равен

1,6 млрд м<sup>3</sup>, при этом доля спелых и перестойных насаждений – 13,4%.

В видовом составе лесов преобладают хвойные породы (60,0% от покрытых лесом земель), в том числе сосна обыкновенная *Pinus silvestris* L. – 50,5%, ель европейская *Picea abies* (L.) Karst. – 9,5%. Остальные покрытые лесом земли занимают лиственные древостои, в том числе 4% – из твердолиственных пород (дуба, граба, ясеня, клена, вяза и других ильмовых).

Средний возраст насаждений – 52 года, средняя полнота – 0,7, среднее изменение запаса – 3,8 м<sup>3</sup>/га/год; средний запас древостоев – 199 м<sup>3</sup>/га, а спелых и перестойных – 257 м<sup>3</sup>/га.

Значительную часть древостоев Беларуси (51,4% их площади) составляют леса особых категорий: охраняемые и защитные – в заповедниках, национальных парках, памятниках природы и заказниках республиканского значения; особо ценных участков лесного фонда; имеющие генетическое, научное, историко-культурное значение; водоохранные, защитные, санитарно-гигиенические и оздоровительные леса.

В настоящее время в плане выполнения главной цели Программы развития лесного хозяйства Республики Беларусь на 2011-2015 гг. основной задачей лесохозяйственной отрасли является воспроизводство лесных ресурсов и их рациональное использование в системе устойчивого развития – с целью обеспечения потребностей населения и народного хозяйства в древесине, вторичных ресурсах леса, увеличения вклада лесного хозяйства в экономику страны.

Инновационное развитие лесохозяйственной отрасли невозможно без соответствующего решения научно-технических аспектов ее устойчивого развития.

ГНУ «Институт леса НАН Беларуси» является единственным специализированным научно-исследовательским институтом, обеспечивающим научно-технический уровень лесного хозяйства страны. Практически вся нормативно-практическая база для ведения лесного хозяйства разработана институтом или с его участием. В настоящее время в лесохозяйственной отрасли ежегодно внедряется более 50 научно-технических разработок института.

В области лесовосстановления и лесоразведения на генетико-селекционной основе выполнена селекционная инвентаризация насаждений с целью организации постоянной лесосеменной базы и сохранения ценного генофонда.

Для обеспечения предприятий лесного хозяйства улучшенными семенами создано 1170 га лесосеменных плантаций (ЛСП) первого порядка – основных лесообразующих пород и 628 га второго порядка – сосны и ели. Более 20% необходимых отрасли семян хвойных пород заготавливается на лесосеменных плантациях, что позволяет ежегодно на 25% площади создаваемых лесных культур использовать селекционный посадочный материал, к 2015 году этот показатель составит более 50%.

В лесохозяйственной практике реализуются новые методы создания лесосеменных плантаций сосны обыкновенной с контролируемой популяционно-генетической структурой, обеспечивающие закладку ЛСП с учетом, как фенотипических свойств клонов, так и их генетических характеристик, сохранение генетического потенциала лесов, повышение их устойчивости и продуктивности.

На основе предложенных методов разработано программное обеспечение для проектирования ЛСП с контролируемой популяционно-генетической структурой на основе набора клонов с лучшими хозяйственно полезными признаками (рис. 1).



Рис. 1. Оптимизация генетической структуры лесосеменных плантаций хвойных пород

Проведен популяционно-генетический анализ искусственных и естественных насаждений основных лесообразующих древесных видов Беларуси, разработаны генетические критерии, позволяющие оценивать эффективность использования объектов постоянной лесосеменной базы для лесовосстановления и лесоразведения.

Разработаны технологии и проведена генетическая паспортизация и генетическая инвентаризация объектов постоянной лесосеменной базы, организована система генетического мониторинга на всех этапах селекционно-семеноводческого процесса.

На базе Института леса создан Генетический банк лесных древесных растений с целью сохранения генофонда наиболее продуктивных насаждений основных лесообразующих пород и переработки лесосеменного сырья для лесхозов страны.

Разработаны и реализуются биотехнологические методы получения посадочного материала лесообразующих пород для закладки лесных целевых плантаций.

Создана самая обширная на территории СНГ коллекция культур клеток лесных растений, которая включает более 80 клоновых форм 24 видов древесных и кустарниковых растений. Разработана технология выращивания микроклонально размноженного лесного посадочного материала, которая будет реализована при создании лесного биотехнологического центра с ежегодным производством 3-5 млн микроклональных древесных растений.

В институте разработан и реализуется новый метод фитопатологического обследования лесного посадочного материала на основе использования молекулярно-генетического анализа. Метод молекулярно-генетической диагностики характеризуется рядом преимуществ по сравнению с традиционными способами определения заболеваний растений: это выявление инфекции на ранних стадиях развития, точность определения болезни, автоматизация процесса и оперативность получения результатов анализа.

На основании разработанных методов проведено фитопатологическое обследование посадочного материала в базисных лесных питомниках, при этом выявлено более 80 различных видов

патогенных микроорганизмов, 15 из них для Беларуси определены впервые. Генетические паспорта выявленных новых видов патогенных микроорганизмов депонированы в Международном генетическом банке NCBI за приоритетом института.

На протяжении только 2006-2011 гг. в лесном фонде страны создано свыше 230 тыс. га новых лесов, более 25% из которых – селекционным посадочным материалом. Для целей лесовосстановления и лесоразведения разработаны композиционные полимерные составы «Корпансил», «Полигумин», «Комповег» и фунгицидный бактериальный препарат «Бревисин», применение которых в лесохозяйственном производстве обеспечивает получение высококачественного посадочного материала для выращивания высокопродуктивных и устойчивых насаждений искусственного происхождения.

На загрязненных радионуклидами землях, площадь которых в лесном фонде Беларуси составляет 1,84 млн га, в 1988-2011 гг. создано свыше 150 тыс. га лесных культур с использованием разработанных институтом эффективных и безопасных средств и технологий лесовосстановления и лесоразведения. Разработанная в институте лесопосадочная машина МЛА-1А «Илана» с автоматической подачей семян обеспечивает снижение доли ручного труда и доз облучения работников лесного хозяйства в зонах радиоактивного загрязнения. Разработаны и внедрены также перспективные и безопасные способы создания лесных культур методами аэросева и автосева с использованием дражированных семян.

Разработаны научно обоснованная система лесопользования на загрязненной радионуклидами территории, система приемов и методов регулирования поступления радионуклидов в основные лесообразующие породы, позволяющие получать нормативно чистую древесину на радиоактивно загрязненных землях, а также направленные на снижение коллективной и индивидуальных доз облучения работников лесного хозяйства и населения от использования загрязненной лесной продукции или пребывания на лесных землях с повышенным радиоактивным фоном. Подготовлены практически все нормативно-методические документы, регла-

ментирующие хозяйственную деятельность в загрязненных радионуклидами лесах.

Внедряются в лесохозяйственное производство разработанные институтом интенсивные технологии ускоренного плантационного лесовыращивания хвойных пород для получения пиловочника и балансовой древесины, а также создания и выращивания топливно-энергетических плантаций быстрорастущих древесных пород для нужд энергетики. В лесном фонде ежегодно создается свыше 500 га целевых лесных плантаций.

На протяжении последнего десятилетия леса Беларуси ежегодно повреждаются ураганскими ветрами. Площадь погибших и вырубленных сплошными санитарными рубками лесов, требующая последующего лесовосстановления, составила более 27 тыс. га. Разработаны новые технологии их лесовосстановления, внедрение которых обеспечивает формирование лесных насаждений повышенной устойчивости к воздействию ураганов.

Разработаны методы и технологии лесовосстановления на гаях и выработанных торфяниках, внедрение которых в лесохозяйственное производство обеспечивает создание высокопродуктивных и устойчивых насаждений.

В лесохозяйственной практике реализованы модели лесов с оптимальными составом, структурой и продуктивностью на различных возрастных этапах их выращивания, новые технологии рубок леса и многоцелевого лесопользования.

Институтом разработаны технологии выращивания высокопродуктивных сортов клюквы крупноплодной, голубики высокорослой, брусники сорта Коралл и перспективных форм голубики топяной. Созданы их коллекционные участки и маточные посадки, которые позволяют организовать производство посадочного материала для создания промышленных плантаций, которые внедряются в производство в лесхозах Беларуси.

В силу своей породной, возрастной структуры и интенсивной антропогенной нагрузки леса Беларуси являются потенциально крайне пожароопасными: к I-III классам относится более 70% лесного фонда. В период с 1959 по 2011 гг. в лесном фонде страны произошло 133 тысячи пожаров общей площадью более 198 тыс. га.

Для эффективной организации охраны лесов от пожаров впервые разработано лесопожарное районирование территории Беларуси, в основу которого положен региональный комплексный показатель потенциальной опасности возникновения и распространения лесных пожаров, учитывающий класс природной пожарной опасности лесов, лесистость региона, уровень горимости лесов, плотность населения региона, степень радиоактивного загрязнения территории. На основании лесопожарного районирования разработан технический кодекс «Правила противопожарного обустройства лесов Республики Беларусь», внедрение которого позволяет снизить площадь пожаров, оптимизировать объемы необходимых противопожарных мероприятий в лесном фонде и трудозатраты на их проведение.

В практике профилактики и тушения лесных пожаров применяется разработанный Институтом леса совместно с Белгосуниверситетом экологически безопасный огнезащитный химический состав «Метафосил», выпускаемый Гомельским химическим заводом (в 1996-2011 гг. произведено свыше 200 тонн состава). Профилактические атмосфероустойчивые заградительные полосы, созданные при плотности вылива водного рабочего раствора 1,0-1,5 л/м<sup>2</sup> напочвенного покрова, обладают устойчивой огнезадерживающей способностью в течение 35-40 суток (рис. 2).



Рис. 2. Огнезадерживающая способность «Метафосила» в наиболее пожароопасных сосновых насаждениях



Рабочие растворы химического состава имеют также высокую огнетушащую способность, предотвращают повторное воспламенение и тление лесных горючих материалов, обладают высокой сорбционной способностью к радионуклидам  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$ , являющимися основными радиоактивными загрязнителями природных экосистем Беларуси и продуктов сгорания при лесных пожарах.

В области защиты лесов разработаны отечественные феромонные препараты и технологии их применения для мониторинга численности основных энтомофитов.

Для лесорастительных условий Беларуси впервые научно обоснованы и разработаны экологически допустимые нормативы изъятия лесосечных отходов после рубок главного и промежуточного пользования леса с целью их рационального использования, минимизации потерь плодородия лесных почв, сохранения продуктивности лесов будущего и биоразнообразия.

В целях улучшения санитарного состояния и повышения продуктивности дубовых насаждений (3,5% площади лесов Беларуси) на зонально-типологической основе разработаны перспективные методы и технологии повышения их устойчивости, сохранения и восстановления, а также рационального использования имеющегося генофонда.

Разработаны методы реабилитации подтопленных лесных земель (их площадь в лесном фонде свыше 100 тыс. га), внедрение которых обеспечивает повышение продуктивности и устойчивости лесов и получение дополнительно до 2,5 млн м<sup>3</sup> ликвидной древесины.

В ближайшей перспективе значительное внимание будет уделено совершенствованию технологий микроклонального размножения древесных пород для целей плантационного лесовыращивания и организации биотехнологического центра; совершенствованию лесосеменного районирования с использованием современных методов ДНК-анализа и фитосанитарного мониторинга лесного посадочного материала и лесных насаждений на основе использования молекулярно-генетического метода; разработке технологии получения дражированных

лесных семян; совершенствованию постоянной лесосеменной базы.

Внедрение научных разработок в практику ведения лесного хозяйства позволит обеспечить оптимальный породный состав и возрастную структуру белорусских лесов и рациональное использование и воспроизводство лесных ресурсов в системе устойчивого развития, значительно ускорить научно-технический прогресс в лесохозяйственной отрасли, повысить ее вклад в экономику страны.

**Круглый стол № 1**  
**ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ**  
**ИННОВАЦИОННЫМ РАЗВИТИЕМ**  
**ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА В РОССИИ**

---

УДК 630\*

**ОСОБЕННОСТИ ВОСПРОИЗВОДСТВА ЛЕСНЫХ  
РЕСУРСОВ И ПРОБЛЕМА ИНТЕГРАЦИИ ЛЕСНОГО  
ХОЗЯЙСТВА В РЫНОЧНУЮ ЭКОНОМИКУ**

*А.С. АЛЕКСЕЕВ, А.В. СЕЛИХОВКИН*

Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет  
имени С.М. Кирова, 194021 Санкт-Петербург, Институтский пер., 5  
E-mail: a\_s\_alekseev@mail.ru

**РЕЗЮМЕ**

Лесное хозяйство как вид деятельности имеет две важные особенности: длительный срок воспроизводства лесных ресурсов и их пространственная распределенность без образования месторождений. Благодаря наличию явления быстрого обесценивания будущих доходов известного как «проклятие» дисконтирования оказывается экономически невыгодным инвестировать в лесное хозяйство на периоды в 80-100 лет и более. Поэтому использование лесных ресурсов организуется на принципах непрерывности и неистощительности и для финансирования лесного хозяйства необходим свой источник средств. В качестве такового предлагается использовать аккумулированную лесную ренту. Разработана специальная математическая модель, интегрированная с ГИС лесничества и позволяющая рассчитывать величины лесной ренты для выделов.

*К л ю ч е в ы е с л о в а : лесное хозяйство, лесная рента, дисконтирование, непрерывность лесопользования, неистощительность лесопользования, ГИС*

**SUMMARY**

**Long rotation forestry and its integration into the market economy**

*A.S. Alekseev, A.V. Selihovkin (Saint-Petersburg State Forest Technical University)*

Long rotation forestry characterized by two main features: long period of forest resources reproduction and spatial distribution of the used forests over big areas. Due to so called “damnation” of discounting it is economically ineffective to invest into forestry operations on the periods of time of 80-100 years or even more. That is why for forestry operations is of need special source of funding and as a such suggested

accumulated forest rent which appears as a result of tree stand differences in location respectively transport communications and productivity. Special mathematical model together with forest district GIS gives a possibility for forest rent calculations.

*Key words: long rotation forestry, forest rent, discounting, permanent and undamaging forest use, GIS*

После введения в действие нового Лесного кодекса 2006 года [5] в России создалась сложная ситуация в области управления и финансирования лесного хозяйства. Старая система была упразднена, а новая только складывается, порождая много самых разнообразных проблем. Основной, до сих пор не решённой проблемой в лесной отрасли является её рациональная интеграция в рыночную экономику, организация и ведение лесного хозяйства как особого вида деятельности, оперирующего со специфическим видом имущества – лесным фондом. До сих пор не разработана единая научно обоснованная система организации и управления лесным комплексом, включающая в себя законодательную, административную и финансово-экономическую – взаимосвязанные и взаимообусловленные компоненты. В рыночной экономике все виды имущества должны обеспечивать получение доходов, достаточных для их расширенного воспроизводства и покрытия всех сопутствующих затрат, таких как в нашем конкретном случае, например, затрат на управление, НИР, подготовку кадров, государственную инвентаризацию лесов и другие. Для динамичного развития лесного хозяйства как отрасли должны быть определены источники формирования доходов, за счет которых может существовать и развиваться лесное хозяйство, а также организационные структуры, обеспечивающие их получение и рациональное использование. Поэтому мы считаем целесообразным обратиться к фундаментальным особенностям лесного хозяйства как специфической отрасли хозяйственной деятельности, проанализировать их и сформулировать на этой основе предложения по рациональной организации системы функционирования лесного хозяйства в условиях рыночной экономики [1].

Лесное хозяйство как разновидность хозяйственной деятельности имеет две основные особенности: длительный срок воспроизводства, который для последующего анализа мы возьмем равным 100 годам, и пространственная распределенность, без об-

разования месторождений, в отличие от таких важных природных ресурсов как нефть, газ, уголь и другие [7]. Эти две особенности играют определяющую роль в организации использования лесных ресурсов.

Длительный срок воспроизводства лесных ресурсов приводит к тому, что становится практически невозможным сопоставление затрат и результатов на осуществление этой деятельности, которые для корректного сравнения должны быть приведены к одному моменту времени. Эта проблема широко известна экономистам, связанным с изучением природных ресурсов, и получила название «проклятия» дисконтирования [4, 9]. В нашем случае эта проблема существует в особенно выпуклом виде вследствие длительного срока воспроизводства лесных ресурсов и высокой нормы дисконтирования, равной минимальной ставке процента на капитал – ставке рефинансирования Центрального банка (например, в настоящее время она равна 12%). Если  $b$  – стоимостной результат использования лесных ресурсов, получаемый через 100 лет, то он эквивалентен величине  $a$  в настоящий момент времени:

$$a = \frac{b}{(1+r)^t}.$$

Легко определить, что при  $b = 1$ ,  $t = 100$  и  $r = 0,12$ ,  $a = 1.2 \cdot 10^{-5}$ , т. е. 1 миллион рублей, получаемый через 100 лет, эквивалентен 12 руб. в настоящий момент времени. Иными словами, для того чтобы получить через 100 лет 1 миллион рублей в настоящее время целесообразно вложить сумму не более 12 руб. «Проклятие» дисконтирования делает нецелесообразным вложение средств на воспроизводство лесных ресурсов, сокращает возрасты и обороты рубок, стимулирует истощительное использование лесов. Кроме этого за периоды в 100 лет происходят такие существенные социально-экономические и научно-технические изменения, которые делают экономическое планирование на такие периоды времени практически невозможным. Например, в нашей стране за период с 1900 по 2000 год произошли 4 революции, были 5 войн, из которых 2 мировые, проведено несколько денежных

реформ, появились атомная энергетика, вычислительная техника, произошло освоение космоса и другие события.

Длительный срок воспроизводства лесных ресурсов как существенная особенность данного процесса имеет 2 важнейших последствия для организации, планирования и управления лесным хозяйством. Во-первых, невозможность экономического (бизнес) планирования на такие промежутки времени делает невозможным осуществление лесохозяйственных мероприятий в условиях рыночной экономики силами частного бизнеса, в нашем случае – арендаторами. Любые затраты на ведение лесного хозяйства неизбежно будут рассматриваться ими как прямые убытки. Одна из основных черт рыночной экономики, которая определяет ее эффективность, заключается в том, что в ней имеет место перераспределение капитала между возможными сферами его приложения в пользу наиболее прибыльных сфер. Средства, вложенные в лесное хозяйство, не окупаются, поэтому частный бизнес будет уходить из отрасли.

Новый лесной кодекс предполагает переложить затраты по ведению лесного хозяйства частично на арендаторов-лесопользователей, частично на бюджет – в тех случаях, когда нет арендаторов или аренда предоставлена без условия ведения лесного хозяйства. Такое решение несистемное и не будет иметь положительных последствий. По вышеуказанной причине затраты на ведение лесного хозяйства для арендатора являются прямыми убытками и он будет всеми способами уходить от них, бюджетное финансирование лесного хозяйства в условиях рыночной экономики нецелесообразно и в какой-то мере несправедливо, так как отвлекает бюджетные средства от решения острых социальных задач. Отсюда следует важный вывод о том, что затраты на лесное хозяйство должны иметь свои собственные средства покрытия – лесной доход [6], источник которого мы рассмотрим ниже.

Во-вторых, вместо управления лесами на основе экономических критериев эффективности оно должно осуществляться на основе принципов, которые также следуют из длительного срока их воспроизводства. Таких принципов два – непрерывность и неистощительность пользования [7]. Суть их сводится к тому, что

мы должны передать лесные ресурсы в количестве не меньшем, чем используются в настоящее время, пользователям будущего. Как, в каких размерах и для каких целей, они их будут использовать, спрогнозировать трудно, однако такая возможность им должна быть предоставлена обязательно.

Вторая особенность лесных ресурсов – пространственная распределенность по территории приводит к образованию дифференциальной лесной ренты вследствие естественных различий в местоположении и продуктивности. Рента представляет собой сверхприбыль, возникающую вследствие указанных выше природных особенностей используемых лесных ресурсов и должна присваиваться собственником ресурса, в то время как пользователь должен получать обычную прибыль, в идеале выровненную по всем отраслям промышленности. Лесная рента должна быть основным источником формирования лесного дохода, за счет которого следует организовать покрытие всех видов затрат на организацию и ведение лесного хозяйства и сопутствующие расходы [1, 7].

Таким образом, лесное хозяйство должно иметь свои собственные источники финансирования, не прибегать к использованию средств налогоплательщиков через государственный бюджет и, более того, приносить доходы госбюджету. Только такое функционирование отрасли, на основе самофинансирования и самокупаемости обеспечит сохранение и расширенное воспроизводство лесов и отвечает интересам как общества в целом, так и самой отрасли.

В основу расчётов рентных оценок участков лесного фонда может быть положена следующая модель пространственной оптимизации использования лесных ресурсов, представляющая собой задачу линейного программирования [1, 2, 10]:

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^N g_i * x_i &\rightarrow \max \\ \sum_{i=1}^N a_i * x_i &\leq b \\ 0 \leq x_i &\leq S_i, i = 1, \dots, N, \end{aligned}$$

где,  $x_i$  – размер пользования по площади на участке (выделе)  $i, i = 1, \dots, N$ , га;  $N$  – число рассматриваемых участков (выделов);  $a_i$  – запас древесины на участке (выделе)  $i$  в обезличенных кубометрах, м<sup>3</sup>/га;  $S_i$  – площадь участка (выдела)  $i$ , га;  $g_i = p * a_i - c_i$  – прибыль от лесопользования на 1 га участка (выдела)  $i$ , руб./га,  $p$  – цена обезличенного кубометра древесины, руб./м<sup>3</sup>;  $c_i$  – затраты на заготовку древесины на участке (выделе)  $i$ , руб./га;  $b$  – величина годичной расчетной лесосеки, м<sup>3</sup>.

Необходимые исходные данные по местоположению и продуктивности участков (выделов) для расчетов рентных оценок были получены с помощью ГИС-технологий.

Целевая функция задачи и ограничения имеет следующий смысл: необходимо распределить годичную расчетную лесосеку по участкам (выделам) таким образом, чтобы обеспечить максимальную прибыльность лесопользования, при этом размер пользования в целом не должен превосходить величину годичной расчетной лесосеки, а по участкам (выделам) – их площадей.

Рентные оценки участков лесного фонда (выделов) могут быть получены в виде двойственных оценок ограничений по площади изложенной выше задачи линейного программирования, которые являются решением двойственной задачи, получаемым одновременно с решением исходной [3]. Двойственная задача имеет следующий вид:

$$\begin{aligned}
 w * b + \sum_{i=1}^N u_i * S_i &\rightarrow \min \\
 w * a_i + u_i &\geq g_i, i = 1, \dots, N \\
 w &\geq 0 \\
 u_i &\geq 0, i = 1, \dots, N.
 \end{aligned}$$

Здесь,  $w, u_i$  – двойственные оценки ограничений прямой задачи, имеющие смысл рентных оценок вырубемого в рамках расчетной лесосеки запаса –  $w$ , руб./м<sup>3</sup> и участков (выделов) лесного фонда –  $u_i$ , руб./га.



Проведем анализ решений прямой и двойственной задач пространственной оптимизации процесса использования лесных ресурсов с целью выявления рентной природы получаемых оценок.

Пусть  $x_i^*, w^*, u_i^*$  – оптимальные решения прямой и двойственной задач соответственно, тогда по теореме о дополняющей нежёсткости линейного программирования возможны следующие два случая [3]:

1)  $x_n^* < S_n$ , т. е. участок (выдел)  $n$  не используется полностью, тогда для таких участков выполняется соотношение:

$$u_n^* = g_n - w^* * a_n = 0,$$

из которого можно определить  $w^*$ :

$$w^* = \frac{g_n}{a_n}.$$

2)  $x_i^* = S_i$ , тогда:

$$u_i^* = g_i - w^* * a_i = g_i - \frac{g_n}{a_n} * a_i = \left( \frac{g_i}{a_i} - \frac{g_n}{a_n} \right) * a_i,$$

где  $u_i^*$  – рентная оценка участка (выдела)  $i$ .

Простой анализ позволяет установить, что оценка  $u_i^*$  включает в себя две рентные составляющие: ренту по местоположению и ренту по продуктивности, которые обе должны учитываться при организации рационального использования лесных ресурсов. Пусть продуктивность двух участков (выделов) лесного фонда одинакова, т. е.  $a_i = a_n$ , тогда:

$$u_i^* = g_i - g_n = p^* a_i - c_i - p^* a_n + c_n = c_n - c_i$$

В этом случае рентная оценка участка (выдела) равна разнице в затратах на заготовку древесины на этих участках. Если предположить, что в структуре затрат можно выделить две составляющих: условно-постоянную, связанную с затратами на вырубку запаса на выделе, и переменную, связанную с транспортными издержками:

$$c_i = c_i^m + c_n,$$

тогда:

$$u_i^* = c_n^m - c_i^m,$$

т. е. рентная оценка участка (выдела) равна разнице транспортных затрат, что в точности соответствует классическому определению дифференциальной ренты по местоположению участка.

Если затраты на заготовку древесины одинаковы на двух участках (выделах), т. е.  $c_i = c_n = c$ , то рентная оценка имеет следующий вид:

$$u_i^* = c * \left( \frac{a_i}{a_n} - 1 \right),$$

откуда сразу следует, что  $u_i^* > 0$  только если  $a_i > a_n$ , что также соответствует классическому определению дифференциальной ренты по продуктивности участка (выдела).

Таким образом, в общем случае величины  $u_i^*$  представляют собой сумму ренты по местоположению и продуктивности участка (выдела) лесного фонда, они могут быть определены или в результате решения задачи линейного программирования или по приведенным выше формулам.

Полученные рентные оценки имеют размерность руб./га и являются удельными, поэтому для всего объекта расчётов суммарная рента определяется по следующей формуле как произведение рентной оценки участка на его площадь, назначенную в пользование:

$$R = \sum_{i=1}^N u_i^* \times x_i^* .$$

Ориентировочные расчеты величины дифференциальной ренты по местоположению и продуктивности для одного из лесничеств Ленинградской области с применением ГИС-технологий показали, что сумма годовой ренты примерно в 10 раз превосходит суммарные затраты на ведение лесного хозяйства [8]. Таким образом, лесная рента может быть достаточным источником внебюджетного и неинфляционного финансирования лесного хозяйства.

Введение рентных оценок в практику организации лесного хозяйства будет способствовать повышению общего уровня его доходности, выравниванию экономических условий хозяйствования лесозаготовителей, равномерному вовлечению в хозяйственный оборот всех участков (выделов) лесного фонда, предотвращению хищнической эксплуатации хорошо расположенных и продуктивных участков (выделов) лесного фонда, которая имеет место в настоящее время

Ныне действующие шкалы рентных надбавок к лесным таксам на деловую древесину не позволяют полностью определить и, следовательно, аккумулировать лесную ренту вследствие их приблизительности (грубости). Так местоположение (удалённость) участков учтено с шагом 10-20 км в 7-ми разрядах такс, а продуктивность (запас) – с шагом 50 м<sup>3</sup> в 3-х градациях (до 100, 101-150 и более 151 м<sup>3</sup>). Например, в упомянутом выше расчете суммарной ренты вся территория лесничества находится в пределах одного разряда такс, а запас на выделах, отведенных в пользование в расчетном году, варьирует от 220 до 420 м<sup>3</sup>/га. Таким образом, по ныне действующей методике здесь не должно быть дифференциальной лесной ренты вообще.

Применение ГИС-технологий дает дополнительные возможности для детального и точного расчета рентных оценок, так как позволяет легко оценить как местоположение участков (выделов) лесного фонда относительно путей транспорта посредством применения функции расчета расстояний, так и их продуктивность по имеющейся повыделной базе данных.

В заключение можно сделать следующие выводы:

1. Две основные особенности воспроизводства лесных ресурсов имеют решающее значение при организации системы управления лесным хозяйством, однако практически не используются и не отражены в современном лесном законодательстве.
2. Целесообразно законодательно ввести понятие лесного дохода, механизма его формирования путем аккумуляции лесной ренты через лесные аукционы и определить организационные структуры, которые должны заниматься созданием и расходованием лесного дохода.

3. Учитывая принцип разделения функций государственного управления лесами и хозяйственной деятельности, основу организационной структуры, ответственной за создание и расходование лесного дохода, могут составить ныне созданные лесничества.

4. Исторический опыт показывает, что предлагаемый вариант концепции организации и ведения лесного хозяйства имеет все шансы на успех, а лесной фонд РФ может стать одним из наиболее прибыльных для государственного бюджета видов имущества.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Алексеев А.С. Экономика и управление лесами в условиях рынка // Лесное хозяйство, 2009. № 6. С. 9-11.
2. Алексеев А.С., Потеха В.М. Рентная оценка участков лесного фонда с применением ГИС-технологий. // Доклады III Всероссийской конференции, посвященной памяти (100-летию со дня рождения) Г.Г. Самойловича «Аэрокосмические методы и геоинформационные технологии в лесоведении и лесном хозяйстве». Москва, 2002. С. 237-240.
3. Ашманов С.А. Линейное программирование. М.: Наука, 1981. 340 с.
4. Глухов В.В., Некрасова Т.П. Экономические основы экологии. 3-е изд. СПб.: Питер, 2003. 384 с.
5. Лесной кодекс Российской Федерации от 4 декабря 2006 г. № 200-ФЗ.
6. Лазарев А.С., Павлова Л.П. Лесной доход. М.: Финстатинформ, 1997. 261 с.
7. Моисеев Н.А. Экономика лесного хозяйства. М.: МГУЛ, 2006. 383 с.
8. Никифоров А.А. Анализ структуры, динамики и продуктивности лесного растительного покрова с применением ГИС-технологий, математического и 3D моделирования (на примере Лисинского УОЛХ) // Автореферат дис. ... ученой степени канд. сельскохозяйственных наук по специальности 06.03.02 – Лесоустройство и лесная таксация. СПб, 2005. 20 с.
9. Пахомова Н.В., Рихтер К.К. Экономика природопользования и экологический менеджмент. Л.: Изд-во СПбГУ, 1999. 488 с.
10. Экономика природопользования (под ред. Н.В. Пахомовой и Г.В. Шалабина). Л.: Изд-во ЛГУ, 1993. 232 с.

УДК 630\*6

## THE ECONOMICAL MATURITY OF FORESTS

*JOHNNY SVED*

Forestry Development Centre Tapio, +358 20 772 9205

[johnny.sved@tapio.fi](mailto:johnny.sved@tapio.fi)

### SUMMARY

One of the most central questions in forest management is whether a forest stand is mature for harvest or not. Since forestry is an economic activity the answer is to be sought in an economical analysis of the forest stand. The analysis can help us determine the economical maturity of forest stands and rank different stands in order to harvest them in appropriate order to maximize the profitability of forestry.

*К е у w o r d s : rotation period, land expectation value, value growth*

### РЕЗЮМЕ

#### **Экономическая спелость лесов**

*Джонни Свед (Центр развития леса, Тапио)*

Одним из центральных вопросов в области управления лесами является готовность древостоя для рубки. Поскольку лесное хозяйство осуществляет хозяйственную деятельность, ответ следует искать в экономической оценке древостоя. Такая оценка может помочь определить экономическую спелость лесных насаждений и ранжировать различные древостои с целью определения порядка проведения их рубки с максимальной доходностью для лесного хозяйства.

*К л ю ч е в ы е с л о в а : период выращивания, ожидаемая доходность земли, стоимость выращивания*

To determine the economical maturity of a forest stand you can use the Faustmann theory to find the financially optimal management programme and rotation period for stands on a similar site. When a stand grows older or thicker than the optimum determined by maximizing the land expectation value it is mature for final harvest.

For growing stands you can also estimate the annual increase in value of the timber and compare this to the value of the capital employed in growing timber and the land. As long as the value growth is higher than the calculated return from timber and land with the forest manager's demand of interest you are advised to continue to grow the stand. As the stand grows the total value of the growing timber will eventually reach a point where growth value no longer can compen-

sate for the opportunity cost of the employed capital. When value growth is lower than the calculated return on timber and land the stand is mature for final harvest.

When you have several mature stands you can rank them according to value growth compared to employed capital and start the regeneration from the stands with poorest return.

For practitioners the theory can be presented in the form of Forest management guidelines with recommended dimensions or ages for regeneration. In the guidelines model calculations are used to find the economical optimum for different tree species and sites. The results are then generalized in the form of recommendations on stand diameter or alternatively age.

### **Optimal length of the rotation period**

The length of the rotation period, the time period from one final harvest to the following final harvest, can be optimized regarding to biomass production, saw-log production, net revenues or land expectation value.

Maximization of biomass or saw-log production will not lead to an economically optimal result. This is because both the value of wood and the alternative cost of the capital are neglected. If you maximize net revenues over time you will neglect the fact that the capital employed in the growing stand could be relocated in other assets with a similar or even better economical return.

The theory of land expectation value was presented as early as 1849 by Martin Faustmann [1] in his article "Berechnung des Werthes welchen Waldboden, sowie noch nicht baubare Holzbestände für die Waldwirtschaft besitzen." Faustmann presented a way to estimate the value of bare land when it is used for forestry.

Faustmann's formula:

$$L_e = \frac{\sum_{y=0}^t (R_y - C_y) \cdot (1+r)^{t-y}}{(1+r)^t - 1}$$

Where:

$L_e$  = Land expectation value (Bodenswert)

$R_y$  = Revenues at year  $y$

$C_y$  = Costs at year  $y$

$r$  = Interest rate, percent

$t$  = Rotation period

$y$  = Year of thinning

From a financial point of view the Faustmann formula gives a correct estimate of the land value [4]. It takes into consideration the opportunity cost of as well the growing timber as the land, the value of timber, establishment and tending costs, administrative costs and the fact that the forest land can be utilized for an infinite series of rotations.

The Faustmann formula can be used to determine a financially optimal management programme for the forest stand. This is done by maximizing the land expectation value. When you find the maximum you also find the optimal rotation period for the stand.

The use of the Faustmann formula sets high demands on input information:

- future harvesting volumes
- time of thinnings and final harvest
- timber grades and values
- silvicultural operations, timing and costs

To be able to maximize the land expectation value you need a good model to predict the future development of the stand.

In Finland the real price development of timber expressed as stump value of timber has been quite stable [3]. Of course you can see fluctuations with price peaks and pits, but the long time trend is stable. Timber is often seen as an inflation safe asset and in the analysis we can assume that timber will remain its real value.

### **Increase in stand value vs. the value of the stand**

In practical forestry we seldom start from bare land. The forester's problem is to decide whether forest stands are mature for harvest and

in which order he will harvest these stands. The financial principles are still the same and the goal still is to maximize the discounted cash flow of future revenues and costs.

The problem can be solved by estimating the value growth and comparing it to the capital employed in the growing stand and in the land. When the value growth becomes lower than the calculated opportunity cost of timber and lands it is time to harvest the stand.

The value growth is calculated by estimating the value of the stand after one year's growing. From this value you subtract the present value of the stand. The value of the stand will increase due to an increased amount of timber in the stand and also due to shifting to more valuable timber grades as trees grow thicker. Value growth is rapid when the growing trees reach value thresholds. The first rapid value increase happens when trees reach merchantable pulp-wood dimensions. The second threshold occurs when trees reach saw-log dimensions. There can also be later thresholds if there is a possibility to produce high-value quality timber. Eventually the value will start to decrease as the stand grows very old and timber value is lowered by damages from insects or fungus.

The employed capital consists of two parts. The main part is the value of the growing timber and the minor part is the value of the land where the stand grows. The value of the growing timber is simply estimated based on an inventory of the stand. Since the capital can be freed and reallocated in alternative assets you can calculate an opportunity cost based on the interest requirement.

The value of the land is estimated by calculating the land expectation value. The LEV will vary depending on the interest requirement of the forest manager. It is correct to take the LEV into account as the land will be free for a new tree regeneration after the final harvest. The net present value of all future stands is the opportunity cost of the land.

To rank the mature stands you can use the calculated difference between the stand's value growth and opportunity cost. To minimize losses regeneration should be started from the stands with the biggest differences.



## Tapio's Forest management guidelines

The Forestry Development Centre Tapio has developed recommendations for forest management in Finland. The above described methods have been used on model stands to calculate the optimal time for regeneration of even-aged stands.

Calculations have been made for different tree species, sites and geographical areas. The results are presented in the form of recommended average diameter for final harvest of forest stands. For Tapio's recommendations a real interest of 2-3% has been employed

With the help of the guidelines foresters can evaluate the stand's maturity instantly "on the spot" and make good decisions that are close to optimal.

Table 1

Example of Tapio's recommendations for regeneration maturity [4]

Stand's main tree species and site type	Southern Finland > 1,200 d. d.	Middle Finland 1,000-1,200 d. d.	Northern Finland 750-1,000 d. d.
Scots pine, dryish upland site	25–30 cm	23–27 cm	22–26 cm
Norway spruce, moist upland site	26–30 cm	25–28 cm	22–25 cm
Silver birch, moist upland site	27–30 cm	26–28 cm	21–23 cm

## LIST OF REFERENCES

1. Faustmann, M. 1849. Berechnung des Wertes welchen Waldboden, sowie noch nicht baubare Holzbestände für die Waldwirtschaft besitzen. Allgemeine Forst- und Jagd-Zeitung 25: 441-455.
2. Hyvän metsänhoidon suositukset. 2006. Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio. Helsinki.
3. Kuuluvainen, J. & Valsta, L. 2009. Metsäekonomian perusteet. Gaudeamus Helsinki University Press.
4. Viitala, E.-J. 2002. Metsän optimaalinen kiertoaika: Lähestymistavat ja niiden talousteoreettinen perusta. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 848, 2002.

УДК 630

## **ИНТЕНСИВНОЕ И УСТОЙЧИВОЕ УПРАВЛЕНИЕ ЛЕСАМИ: ВИДЕНИЕ ЗАИНТЕРЕСОВАННЫХ СТОРОН ЛЕСНОГО СЕКТОРА**

*Н.М. ШМАТКОВ*

Всемирный фонд дикой природы (WWF России)  
109240 Москва, ул. Николаямская, д. 19, стр.3. тел: +7 (495) 727 09 39  
*E-mail: [nshmatkov@wwf.ru](mailto:nshmatkov@wwf.ru)*

### **РЕЗЮМЕ**

Представлено видение проблем и перспектив интенсификации лесного хозяйства в современных российских условиях. Подчёркивается необходимость создания экономических стимулов и снятия барьеров (прежде всего, нормативно-правового характера), а также уделения внимания вопросам обеспечения экологической устойчивости.

*К л ю ч е в ы е с л о в а : лесное хозяйство, рациональное природопользование, интенсификация лесного хозяйства, устойчивое лесное хозяйство, экологически ответственное управление лесами*

### **SUMMARY**

#### **Intensive and sustainable management forests: the vision of stakeholders forest**

*N.M. Shmatkov (WWF Russia)*

The article describes visions of challenges and opportunities for intensive forest management development in Russia. It is important to develop and implement economic incentives and get rid of bureaucratic barriers to stimulate intensive forest management. Special attention has to be paid to environmental sustainability.

*К е у w o r d s : forest management, sustainable forest management, rational use of natural resources, intensive forest management, environmentally responsible forest management*

Всемирный фонд дикой природы (WWF России) и НП «Прозрачный мир» осуществляют международный проект «Интенсивное и устойчивое лесопользование в России». Целью проекта является содействие интенсификации лесного хозяйства в освоенных лесах России с учетом передового отечественного и зарубежного опыта, современных подходов ведения устойчивого лесного хозяйства.

В рамках проекта, при поддержке Министерства природных ресурсов и лесопромышленного комплекса Архангельской области, 24-25 ноября 2011 г. в г. Архангельск состоялся семинар «Интенсивное и устойчивое управление лесами: отечественный и зарубежный опыт, перспективы развития в России».

В нём приняли участие более 80 представителей различных заинтересованных сторон: Федерального агентства лесного хозяйства РФ, органов управления лесами субъектов РФ, научных и образовательных учреждений, лесопромышленных компаний, неправительственных организаций, СМИ.

На семинаре состоялось обсуждение следующих тем:

- российский и зарубежный опыт устойчивого управления лесами, интенсификации лесного хозяйства;
- экономические и правовые перспективы и ограничения для развития интенсивного устойчивого лесного хозяйства в России;
- подходы к выявлению территорий, перспективных для развития интенсивного устойчивого лесного хозяйства с использованием данных дистанционного зондирования;
- экологические риски, связанные с интенсивным ведением лесного хозяйства.

В рамках семинара состоялось заседание Рабочей группы Рослесхоза по интенсификации лесного хозяйства и лесопользования и Наблюдательного совета проекта. В его рамках также была организована работа двух «круглых столов»: «Правовые и экономические перспективы и ограничения для развития интенсивного устойчивого лесопользования» и «Дистанционное зондирование и ГИС-технологии для решения проблем интенсификации лесопользования».

В результате работы семинара были предложены следующие рекомендации.

***Рослесхозу:***

- Создавать стимулы для ведения интенсивного устойчивого лесного хозяйства, содействовать развитию рыночных меха-

низмов, которые бы поощряли ведение лесного хозяйства в течение всего цикла лесовыращивания.

- Выступить с законодательной инициативой по реформированию структуры финансового обеспечения деятельности лесного хозяйства, предусмотрев, чтобы основная часть платы за использование лесных ресурсов направлялась непосредственно на ведение лесного хозяйства, защиту и охрану леса через бюджетные системы субъектов Российской Федерации.

- Содействовать обеспечению взаимной согласованности требований, заложенных в нормативно-правовой базе лесоправления и их направленности на экономическую эффективность лесного хозяйства, при обеспечении экологической устойчивости и социальной ответственности.

- Формировать нормативно-правовую базу, связанную с интенсификацией лесного хозяйства, направленную на достижение конкретных целей, в т.ч. результатов лесовосстановления, параметров древостоя по итогам рубок ухода, насаждений с заданными качествами и т. д.

- При совершенствовании нормативно-правовой базы управления лесами учесть так называемую «региональную составляющую», облегчить процедуру внесения изменений в лесные планы и лесохозяйственные регламенты, а также в целом расширить самостоятельность лиц, осуществляющих лесоправление, в отношении принятия решений по проведению лесохозяйственных мероприятий с учетом конкретных региональных, лесорастительных условий, задач по обеспечению лесовозобновления, сохранения биоразнообразия и т.д.

- Создать правовые возможности для ведения опытно-экспериментальной работы в лесу на базе лесопромышленных предприятий на договорных условиях с научными, учебными и научно-производственными учреждениями для разработки практических подходов к ведению интенсивного устойчивого лесного хозяйства, проведения опытно-производственной проверки теоретических наработок и экспериментов научных, учебных и научно-производственных учреждений, для оценки результатов научных разработок.

- Ввести обязательные квалификационные требования к сотрудникам, занимающим руководящие должности в органах управления лесами субъектов российской Федерации, предусматривая назначение на такие должности только людей с профильным образованием и опытом работы в лесном хозяйстве не менее 5 лет.
- Стимулировать развитие комплексного (многоцелевого) лесопользования как варианта интенсификации ведения лесного хозяйства.
- Способствовать внедрению на территориях аренды предприятий лесного сектора комплексных и комбинированных рубок для интенсификации процессов лесовыращивания в эксплуатационных и защитных лесах.
- Начать работу над созданием, при участии всех заинтересованных сторон, методик экономической оценки экосистемных услуг леса для их учета в процессе планирования лесопользования.
- Активизировать информационно-просветительскую работу с населением для изменения отношения к лесу, распространять больше информации о средообразующей роли леса и его других экосистемных функциях.
- Содействовать распространению лучшего отечественного и зарубежного опыта интенсивного устойчивого лесного хозяйства.
- Содействовать подготовке кадров в вузах и других профильных учебных заведениях для обеспечения интенсификации лесного хозяйства.
- Усилить возможности диалога заинтересованных сторон по обеспечению интенсивного и устойчивого лесного хозяйства, активизировать работу группы по интенсификации лесного хозяйства и лесопользования, учесть при этом международный опыт работы подобных групп, представляющих разные стороны лесных отношений, в частности, опыт Финляндии, и вынести на обсуждение рабочей группы следующие вопросы:
  - анализ и совершенствование нормативно-правовой базы в контексте интенсификации лесного хозяйства с учетом практиче-

ского опыта российских лесозаготовительных и лесохозяйственных организаций и НПО;

- совершенствование нормативов ведения лесного хозяйства, прежде всего, за счет конкретизации целей и количественных параметров;

- гармонизация требований добровольной лесной сертификации и российского лесного законодательства;

- детализация целевых прогнозных показателей на региональном уровне в контексте интенсификации лесного хозяйства.

- Начать диалог с разными заинтересованными сторонами с целью формирования Национальной лесной политики.

***Региональным органам управления лесами:***

- Начать диалог с заинтересованными сторонами с целью формирования региональной лесной политики, которая бы соответствовала национальной лесной политике Российской Федерации.

- Конкретизировать цели лесоправления с учетом особенностей и значения в отдельных частях региона.

- Полнее использовать потенциал процедур и документов регионального лесного планирования (лесные планы, регламенты и др.) для обеспечения возможности учета региональных особенностей при планировании и осуществлении лесохозяйственных мероприятий.

- Способствовать созданию региональных примеров интенсификации лесного хозяйства на арендных территориях лесопромышленных компаний в местах возможных конфликтов между экономическими и природоохранными ценностями лесов, там, где начал наблюдаться дефицит доступных лесных ресурсов.

***Компаниям лесного сектора, научно-образовательным учреждениям и НПО:***

- Способствовать продвижению идеи интенсификации лесного хозяйства через доступные механизмы: общественные советы, проекты, создание коалиций с бизнесом и т.д.

- Изучать, накапливать информацию, пропагандировать и внедрять на предприятиях лесного комплекса лучший междуна-

родный и отечественный опыт устойчивого лесопользования. Подготавливать рекомендации для утверждения их органами управления лесным хозяйством соответствующего уровня, в сферу компетенции которых входят данные вопросы.

- Организовывать обучение сотрудников и студентов по специальным курсам и дисциплинам, отражающим разные аспекты устойчивого лесопользования.

- Активнее взаимодействовать с разными заинтересованными сторонами для достижения общих целей совершенствования управления лесами России во благо нынешнего и будущих поколений, участвовать в подготовке рекомендаций и позиций.

УДК 630\*

## УПРАВЛЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫМ РАЗВИТИЕМ ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА В РОССИИ

*А.А. БАЖАНОВ*

Фонд содействия консолидации, развитию и внедрению инноваций  
«Отечественные инновации»  
123000, Москва, Пресненская наб., д. 12  
Тел.: +7 (495) 542-16-61  
E-mail: *pentyai@gmail.com*

### РЕЗЮМЕ

Рассмотрены принципы и механизмы организации взаимодействия между лесопромышленным комплексом, государством, бизнес-структурами и научно-исследовательскими организациями в части модернизации отечественного лесного хозяйства, а также роли независимых фондов в процессах разработки и внедрения инноваций в инфраструктуру лесной отрасли.

*К л ю ч е в ы е с л о в а : инновации, лесное хозяйство, инвестиционный фонд, маркетинг*

### SUMMARY

#### **Innovation development forestry in Russia**

*A.A. Bazhanov* (Foundation promoting the consolidation, development and innovation "Domestic innovation")

The principles and mechanisms of interaction between the timber industry complex, the state, businesses and research organizations in the modernization of the national forests, as well as the role of sovereign wealth funds in the development and innovation in the infrastructure of the forest industry.

*K e y w o r d s : innovations, forestry, investment fund, marketing*

Лесной сектор – один из стратегических секторов экономики страны. Благодаря своим огромным сырьевым ресурсам Россия является крупнейшей в мире лесной державой: запас – более 82 млрд м<sup>3</sup>, площадь лесных земель – более 1,1 млрд га, что в 2 раза по этим показателям превосходит США, в 6 раз Китай, в 25 раз Швецию, в 35 раз Финляндию. Лесная отрасль обеспечивает сегодня рабочими местами более 1 млн чел. и является градообразующей для целого ряда крупных населённых пунктов европейской и азиатской частей страны. Однако на сегодняшний день



Россия значительно отстаёт от ведущих мировых держав – доля лесного комплекса в отечественном ВВП составляет лишь 1,3%, однако по некоторым оценкам в перспективе лесное хозяйство может встать в один ряд с наиболее развитыми отраслями экономики страны.

Начиная с 2007 г. Правительство РФ приняло к реализации 95 приоритетных инвестиционных проектов. Это не только внушительный объем инвестиций (свыше 412 млрд руб.), но и более 40 тыс. новых рабочих мест. Уровень переработки заготовленной древесины к 2011 г. повысился до 60%. Индексы производства в 2010 г. в сравнении с 2009 г. по видам деятельности составили: 109,5% – лесозаготовка, 111,4% – переработка древесины; 106,6% – выработка целлюлозы и бумаги; 115,6% – производство мебели.

Несмотря на это до сих пор значительная часть продукции глубокой переработки древесины ввозится из-за рубежа, в том числе потому, что ряд видов высокотехнологической продукции (например, полиграфическая бумага) в России не производится вообще. При этом Россия является крупнейшим в мире экспортёром необработанного леса и занимает нишу низкокачественного и дешёвого древесного сырья.

При этом конкурентная среда в последние два десятилетия претерпела существенные изменения – в первую очередь вследствие государственной политики, направленной на поддержку национальных лесных отраслей. Так, один из ключевых партнёров и конкурентов России в мире – Китай – взял курс на комплексное развитие лесной промышленности. По данным китайской государственной статистики, объём импорта круглого леса с января по май 2011 г. во всем Китае составил 17,1 млн м<sup>3</sup>, что на 26,4% больше, чем за тот же период предыдущего года. По данным Государственного управления лесного хозяйства Китая, к 2020 г. страна будет ежегодно нуждаться в импорте как минимум 100 млн м<sup>3</sup> древесины. А ведь более 30% сырья для китайского ЛПК на сегодняшний день обеспечивает Россия. Конечно, сейчас китайская лесная промышленность в существенной степени зависит от импорта хвойной древесины из России, но эта зависимость с течением времени будет неуклонно слабеть за счет интенсивно-

го промышленного лесовыращивания в Китае. Фактически леса России для Китая – это временный ресурс дешёвого сырья, истощение которого не представляет серьёзной угрозы для китайской лесной промышленности: только в 2009 г. в стране зарегистрировано 580 проектов с использованием иностранного капитала для развития лесного хозяйства, размер фактически использованных средств достиг \$1,17 млрд и продолжает увеличиваться.

Интересен также ход проекта «Зеленая китайская стена» – крупнейшего проекта по озеленению в истории человечества. Его цель – остановить опустынивание северного Китая. На данный момент Зелёная стена располагается на территории 13 провинций, занимая площадь около 220 тыс. км<sup>2</sup>, что соответствует площади Великобритании. Несмотря на командный характер проекта, он является отличным примером уверенной долгосрочной политики в области лесовыращивания.

Показателен также опыт Финляндии. До середины 90-х годов страна находилась в глубоком кризисе: ВВП в 1991 г. снизился на 7%, причём объём промышленного производства в том же году уменьшился на 9%, частные вложения в основной капитал – на 23%. И даже, несмотря на свой потенциал, лесная отрасль Финляндии находилась на грани коллапса. В целях разрешения сложившейся ситуации правительство страны приняло решение о реструктурировании управления лесными хозяйствами. Появились новые формы поддержки и контроля отрасли. Была обновлена нормативная база, необходимая для эффективного ведения лесохозяйственной деятельности. Важная исследовательская работа проводилась в вузах, исследовательских центрах и в соответствующих отделах лесопромышленных компаний. А финский НИИ Леса стал крупнейшим отраслевым научно-исследовательским учреждением в Европе.

В результате политики государства в области лесного хозяйства, в 2010 г. общее потребление лесопродуктов в стране достигло 71,7 млн м<sup>3</sup>, из которых промышленное потребления древесины составило 62,5 млн м<sup>3</sup>. Прирост лесной площади составил 0,79% в 2000-2010 гг. по сравнению с 0,26% в период 1990-2000 гг. За счёт мероприятий в рамках программы METSO обеспечивается расширение территорий с разноразмерной защитой на 78-268 тыс. га

(включая проекты природопользования). Общая площадь производственных лесных земель составила 22,8 млн га, что вывело Финляндию в мировые лидеры отрасли по этому показателю.

В соответствии с национальной лесной программой, к 2015 г. запланирован рост стоимости производства и экспорта лесной и деревянной продукции на 20%, рост объема рубок деловой древесины до 65-80 млн м<sup>3</sup> и удвоение годового объема использования лесной щепы до 10-12 млн м<sup>3</sup>. Планируется увеличить вдвое долю высококачественных по своему состоянию питомников и молодых выращиваемых лесов, по меньшей мере, до 40% и довести темп ежегодного прироста древостоев до 100-110 млн м<sup>3</sup>. В дополнение к этому Финляндия готова тратить на научные разработки в области лесного хозяйства до €200 млн ежегодно.

В части научного обеспечения и господдержки развития лесного хозяйства следует обратиться и к опыту Канады. В этой стране ежегодно пожарами бывает охвачено около 0,6% природных территорий, а для их тушения тратится 1 млрд канадских долларов. Однако системная работа над этой проблемой приносит свои плоды: за два последних десятилетия ущерб от пожаров удалось снизить более чем на 40%. И в основном это заслуга региональных властей и арендаторов лесных земель.

Гораздо больший вред в Канаде наносят лесопатологические факторы. Согласно данным Министерства лесных, земельных и природных ресурсов провинции Британской Колумбии (на неё приходится около 40% национальной лесной продукции), с начала 90-х насекомые повредили примерно 17,5 млн га леса и уничтожили 726 млн м<sup>3</sup> древесины. Для борьбы с лесопатологическими факторами и профилактики совместными усилиями Федерального лесного агентства, различных служб, представляющих интересы лесной индустрии, и специализированных научно-исследовательских учреждений постоянно определяются приоритеты для научных исследований, имеющих отношение к охране и защите леса. Совместно разрабатываются региональные программы и принимаются решения по материально-техническому их обеспечению. Так, для Британской Колумбии разработано 42 программы, в каждой из них обозначены приоритетные объекты и направления исследований.

Исследования на федеральном уровне ведутся различными ведомствами и учреждениями – федеральными и провинциальными институтами, университетами и частными компаниями. Однако 65% всех исследовательских работ приходится на три федеральные некоммерческие исследовательские организации: «Форинтек», Исследовательский институт в области лесной инженерии и Целлюлозно-бумажный исследовательский институт Канады. Недавно был учрежден Канадский совет по инновациям в лесном хозяйстве, который занимается разработкой рекомендаций по укреплению научной основы лесного хозяйства страны. Причём особое внимание уделяется повышению экономической эффективности лесовосстановления, а также принятию мер по защите лесного фонда страны от различного рода вредителей и болезней, которые могут быть завезены из других стран. Роль же федерального правительства сводится к организации научно-исследовательской работы, к принятию мер, обеспечивающих охрану окружающей среды. Однако к исключительной компетенции этого государственного органа относятся вопросы внешней торговли и контроля за соблюдением международных соглашений в сфере ведения лесного хозяйства и торговли лесопродукцией.

Одной из последних инициатив Совета министров Канады была разработка национальной программы «Лес-2020», в которой намечены меры по развитию лесной промышленности с учетом лесоохранных и экологических требований, по развертыванию научно-исследовательской работы в области лесного хозяйства и обеспечению участия общественности и всех заинтересованных сторон в принятии решений по лесному хозяйству.

Таким образом, можно выделить основные факторы роста лесного комплекса:

- законодательная поддержка отрасли и строгое государственное регулирование;
- индустриализация лесного хозяйства;
- научное обеспечение развития лесопользования и внедрение инноваций;
- привлечение частных национальных и иностранных инвестиций.

По всей видимости, эти направления могут стать определяющими и в процессах развития лесного комплекса России.

В последние годы Правительство РФ стало уделять больше внимания решению трудных и многочисленных проблем, стоящих перед лесным комплексом. Рослесхоз получил новые полномочия, в том числе право законодательной инициативы и выработки государственной политики в области лесных отношений, контрольные и надзорные функции. Знаковым событием также можно считать принятый в конце 2010 г. пакет поправок в Лесной кодекс и другие законодательные акты в части охраны лесов от пожаров, усиления контроля и надзора в лесах, совершенствования порядка лесоустройства, лесовосстановления, лесного планирования. Ранее была разработана Стратегия развития лесного комплекса Российской Федерации на период до 2020 года. При Правительстве Российской Федерации создан и действует Совет по развитию лесного комплекса.

Одной поддержки государства недостаточно. Отрасль нуждается в существенной модернизации всех звеньев производственной цепочки – от рубки леса и его транспортировки до производства социально значимых товаров и конкурентоспособной продукции. Пока что душевое потребление бумаги и картона в России в 15 раз ниже, чем в США и в 2 раза ниже, чем в Китае; мебели производится в 20 раз меньше, чем в Европейском сообществе. Однако очевидно, что дальнейшее повышение благосостояния населения страны приведёт к увеличению потребления социально значимой продукции из древесины. Потенциал роста лесопромышленной отрасли весьма высок: по некоторым оценкам, он может достигать \$100 млрд даже в условиях активной конкуренции на мировых рынках.

Для реализации потенциала отрасли необходимы новые подходы к инновационному развитию, включая создание условий для разработки и внедрения инновационных мер, основанных не только на огромном сырьевом потенциале, но и на научно-технических достижениях в области лесного хозяйства.

Безусловно, справиться с этой задачей государству в одиночку было бы не под силу: комплексное возрождение отрасли требует сотен миллиардов рублей целевых инвестиций ежегодно. И не

только на обновление производственных мощностей за счет закупки иностранного оборудования – этим успешно могут заниматься коммерческие структуры с целью максимизации прибыли, но и на финансирование отраслевой научной деятельности, прикладной науки, создание научных центров, реализацию современных образовательных программ и многое другое. Увеличивая затраты бюджета на лесное хозяйство, государство вправе ожидать адекватного ответа со стороны регионов и бизнеса, в том числе в части софинансирования работ по реализации полномочий в области управления лесными ресурсами, противодействия лесным пожарам, ликвидации ветровалов и горельников, создания селекционных семенных станций.

Успех сохранения лесов и инновационного развития лесного хозяйства России зависят от системного решения проблемы взаимоотношений государства с отечественной бизнес-средой и иностранными инвесторами – на основе экономических стимулов и мотиваций развития внутреннего рынка лесоматериалов и государственного регулирования экспорта необработанной древесины, а также с учётом научных разработок и лучших мировых практик в области развития лесного хозяйства.

Однако пока что деловые круги не заинтересованы в широкой имплементации инноваций и поддержке научной деятельности. С одной стороны, отсутствуют экономические и правовые условия, стимулирующие нововведения, с другой – отсутствует механизм внедрения отечественных разработок в инфраструктуру бизнеса. Как следствие, в условиях отсутствия запроса на инновации научные организации не могут себе позволить сосредоточиться на разработках, а вынуждены заниматься выживанием.

Отрасль нуждается в инвестициях на всех уровнях. К сожалению, события в лесном комплексе и модальность дискуссий по ее ключевым вопросам в последнее десятилетие существенно снизили ее инвестиционную привлекательность. Вокруг отрасли сформировался негативный информационно-имиджевый фон, в условиях которого и предприятиям, и государству довольно-таки сложно продвигать лесной комплекс как инвестиционно-привлекательный сектор отечественной экономики, при этом соблюдая свои интересы. Сегодня тема леса может эксплуатиро-

ваться в любых интересах, как правило, не относящихся непосредственно к развитию лесного комплекса.

Успешному решению всего спектра отраслевых задач (производственных, экономических, научно-технических, экологических и др.) и выходу из сложившейся ситуации может содействовать создание независимых организаций, способных стать связующими звеньями между всеми заинтересованными сторонами: отраслью, государством, бизнесом и наукой. Деятельность этих структур – независимых фондов – должна быть направлена на содействие разработке и внедрению отечественных инноваций в российскую экономику, в том числе и в лесной комплекс. При этом благодаря статусу независимых организаций они могут самостоятельно определять направления своей деятельности, стратегию экономического, технического и социального развития и, вследствие этого, имеют возможность привлечения к своим проектам инвесторов на условиях посредников и партнеров.

Независимый фонд может решать следующие задачи:

#### ***Маркетинг инноваций в российском лесном комплексе***

- организация сотрудничества и обмена опытом со структурами, заинтересованными в развитии инноваций;
- взаимодействие с федеральными и региональными органами государственной власти по вопросам внедрения инноваций;
- организация и проведение форумов, конференций, выставок, презентаций и других мероприятий, направленных на продвижение инноваций;
- издательская и полиграфическая деятельность, в том числе издание книг, брошюр, журналов, в целях информационной поддержки и реализации программ внедрения инноваций;
- создание и поддержка электронных информационных ресурсов в сети Интернет, освещающих инновационное развитие;
- разработка и внедрение информационных и экспертных систем различного уровня, а также систем проектирования и управления инновациями.

#### ***Проектная деятельность***

- экспертиза инновационных проектов на предмет их целесообразности и потенциальной возможности их практической реализации;
- поиск потенциальных инвесторов под конкретный инновационный проект, моделирование и установление связей между инвесторами и разработчиками инноваций;
- привлечение средств иностранных инвесторов;
- участие в финансировании наиболее перспективных инновационных проектов, отвечающих целям и задачам Фонда, проектное финансирование;
- участие во внедрении лучших инновационных проектов на предприятиях в регионах РФ;
- отслеживание реализации инновационного проекта и его консалтинговое и информационное сопровождение;
- консолидация перспективных отечественных инновационных проектов в единую информационную систему.

#### ***Научная и образовательная деятельность***

- взаимодействие с профильными образовательными, научно-исследовательскими учреждениями, сообществами, учёными и выявление потенциальных инновационных проектов, разработок, идей;
- организация просветительской работы, направленной на изменение мнения российских учёных в сторону восприятия лесной отрасли в качестве перспективной площадки для внедрения отечественных инноваций;
- развитие и взаимодействие образовательного и научного сообщества РФ, создание и реализация программ и мероприятий в сфере научного и образовательного обмена.

#### ***Международное сотрудничество***

- участие в зарубежных технологических программах;
- развитие механизмов взаимодействия с ведущими мировыми научно-исследовательскими организациями;
- привлечение отечественных и зарубежных специалистов для изучения и обобщения опыта и осуществления совместных проектов, оказания экспертных, справочно-информационных и консультационных услуг.



По сравнению с деловыми ассоциациями и научными центрами, зависящими от государственного финансирования или функционирующими при определенных коммерческих структурах, независимые организации имеют целый ряд преимуществ, которые составляют основу успешного внедрения инноваций:

- Инновационная деятельность осуществляется с учетом интересов всех участников процесса развития (отрасли, государства, бизнеса, науки, инвестиционных кругов), а не в интересах какой-либо конкретной стороны.

- Фонд консолидирует лучшие отечественные достижения в области научно-технического совершенствования лесного комплекса и способен донести их до инвестора с точки зрения бизнес-преимуществ и конкретной коммерческой перспективы. Проще говоря, речь идет о коммерциализации отечественного научного потенциала и снижении зависимости научно-технических организаций от бюджетного финансирования.

- Фонд проводит маркетинговые исследования, изучая потребности бизнеса в научной поддержке и способен транслировать бизнес-задачи в запросы на конкретные технологии, продукты и решения. Таким образом, понятие «научоёмкое производство» наполняется реальным интеллектуальным содержанием, положенным в основу повышения производительности труда и прибыльности лесного бизнеса.

- Фонд проводит мониторинг хода реализации государственной политики в области лесного хозяйства, выступая в то же время в качестве канала обратной связи между государством и бизнесом.

- Обладая полной информацией о реальном состоянии дел в отрасли, фонд имеет возможность проводить экспертизу потенциальных проектов в части развития и поиск инвесторов под конкретный проект.

- Привлекая средства частных инвесторов и меценатов, фонд способен самостоятельно финансировать новые проекты (т. н. стартапы), которые, по мнению специалистов фонда, имеют потенциал, но пока что не доказали свою жизнеспособность. Таким образом, обеспечивается приток «свежей крови» в отрасль.

- Являясь связующим звеном между всеми заинтересованными сторонами и управляя их интересами, фонд берёт на себя ответственность за успешность каждого проекта, позволяя её участникам сосредоточиться на профильной деятельности и занимаясь взаимоотношениями с инвесторами. Фонд заинтересован в положительных результатах каждого проекта, соответственно, вся его деятельность направлена на достижение общего успеха.

- Фонд способен осуществлять независимое информационное и PR-сопровождение проектов – как в интересах конкретных участников, так и в интересах отрасли и государства в целом.

**Круглый стол № 2**  
**ЛЕСНАЯ ПОЛИТИКА РОССИИ:**  
**ПРОБЛЕМЫ, ПОДХОДЫ, РЕШЕНИЯ**

---

УДК 630\*64

**НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ УСТОЙЧИВОГО УПРАВЛЕНИЯ**  
**ПРИТУНДРОВЫМИ ЛЕСАМИ ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРА**  
**РОССИИ**

*С.В. ЯРОСЛАВЦЕВ*

ФБУ «Северный научно-исследовательский институт лесного хозяйства»  
163062 г. Архангельск, ул. Никитова, д. 13  
E-mail: [sevniilh@ptl-arh.ru](mailto:sevniilh@ptl-arh.ru)

**РЕЗЮМЕ**

Приводятся характеристика притундровых лесов и их функциональные особенности. Рассмотрены некоторые аспекты устойчивого лесопользования и ведения рационального лесного хозяйства в притундровых лесах.

*К л ю ч е в ы е с л о в а : притундровые леса, устойчивое лесопользование*

**SUMMARY**

**Some aspects of sustainable forest management in pre-tundra forests of the European North of Russia.**

*S.V. Yaroslavtsev* (Northern Research Institute of Forestry)

The characteristics and functions of the pre-tundra forests are presented. Some aspects of sustainable forest management and sustainable forestry in pre-tundra forests are discussed.

*К е у w o r d s : pre-tundra forests, sustainable forest management.*

В соответствии с приказом Рослесхоза от 09.03.2011 г. № 61 «Об утверждении перечня лесорастительных зон Российской Федерации и Перечня лесных районов Российской Федерации», на Крайнем Севере Европейской части России выделен район притундровых лесов и редкостойной тайги Европейско-Уральской части РФ в составе зоны притундровых лесов и редкостойной тайги. Общая площадь этого лесного района достаточно внушительна и составляет 22,4 млн га.

В лесах Крайнего Севера региона преобладают низкопродуктивные, очень часто заболоченные, спелые и перестойные древостои невысокой полноты, V-Vб классов бонитета. В северной части притундровых лесов распространены редколесья и древесно-кустарниковая растительность.

Леса на северном пределе их распространения особо уязвимы при всё расширяющемся промышленном освоении этих территорий. Для обеспечения устойчивого развития региона и сохранения средообразующих и социально-экономических функций притундровых лесов необходимо поставить и решить ряд важных вопросов.

Во-первых, следует поменять приоритеты при использовании притундровых лесов. Нужно уйти от стереотипа – восприятия лесов как источника получения древесины и перейти к многоцелевому прижизненному использованию лесов. Притундровые леса должны выполнять климатозащитные, экологические и социальные функции. На северной границе лесов всегда существует реальная угроза экологии и человеку в результате погодных и климатических колебаний и изменений, эрозии почвы, различного рода техногенных загрязнений и истощения лесных ресурсов, что особенно актуально в связи с интенсивным продвижением заготовки древесины в малонарушенные леса Крайнего Севера.

Сохранность притундровых лесов должна представлять первостепенный интерес для коренного и местного населения. Необходимо организовать использование лесов таким образом, чтобы укрепить социальное положение людей и улучшить их благосостояние. Региональная экономическая политика должна быть направлена на развитие сельского хозяйства, оленеводства, рыболовства, охоты, а также удовлетворения спроса населения на энергетическую древесину и древесину для других собственных потребностей (строительство, народные промыслы и пр.). Необходимо рассмотреть вопросы ограничения или полного запрещения промышленной заготовки древесины в этом регионе и сделать ставку на использование лесов местным населением с последующей её первичной переработкой и употреблением лесной продукции в регионе. Вполне возможно передать эти функции фермерским и крестьянским хозяйствам (развитие агролесной

индустрии). Для этого нужно провести зонирование территории и выделить районы для целей заготовки древесины и для прижизненного традиционного использования лесов местным населением. Величину расчетной лесосеки целесообразно определять только по зоне заготовки древесины. При ведении лесного хозяйства рекомендуется поддерживать естественную структуру лесов, что способствует сохранению биоразнообразия и развитию природных сукцессий.

Для организации устойчивого управления притундровыми лесами, конечно же, необходимо провести лесоустройство и дать объективную оценку количественных и качественных характеристик лесной растительности. При этом в первую очередь требуют проработки вопросы о юридическом статусе и границах лесной растительности на Крайнем Севере. Если с южной границей притундровых лесов всё более или менее ясно, и она отражена в плановых и нормативных документах (лесные планы субъектов, нормативные документы Рослесхоза), то с северной границей проблем больше. Границы лесов и древесно-кустарниковой растительности на границе с тундрой практически не обозначены и требуется осуществить перевод этих территорий в состав земель лесного фонда. При установлении северной границы притундровых лесов и редколесий и дешифрировании лесной растительности необходимо широко использовать методы дистанционного зондирования земли, которые, благодаря своим современным возможностям, являются эффективными при получении данных для управления лесами и их изучения. Объем накопленных знаний о притундровых лесах позволяет определить все таксационные показатели с нормативной точностью при минимальных затратах. Практически всю лесную площадь можно протаксировать методами камерального дешифрирования космических снимков высокого разрешения с использованием математического моделирования закономерностей строения древостоев, взаимосвязей таксационных показателей деревьев и древостоев и материалов предыдущего лесоустройства. Дополнительные натурные обследования требуются только для оценки различных лесохозяйственных мероприятий и последствий повреждения лесной растительности от разных факторов (пастьбы оленей, пожаров, про-

мышленных выбросов, разработки различных месторождений и пр.). Учитывая особое положение притундровых лесов, существует потребность в разработке специальных технологий для целей лесоустройства и лесоинвентаризации и определения характеристик лесного фонда.

В целях совершенствования методов таксации леса, оценки защитной и средообразующей функций притундровых лесов необходимо дальнейшее, более полное изучение их продуктивности, строения, природных особенностей и установления нормативов предельной антропогенной нагрузки на лесные экосистемы. Требуется разработка нормативы зонирования территории притундровых лесов в отношении применения таксационных таблиц и нормативов.

Леса Крайнего Севера представляют собой особый объект таксации, их строение существенно отличается от строения древостоев других районов страны. Все это подтверждает необходимость и целесообразность составления региональных нормативов для таксации притундровых древостоев и отдельно нормативов для таксации редколесий и древесно-кустарниковой растительности. Если для таксации притундровых древостоев существуют практически все нормативно-справочные материалы, то в отношении редколесий и древесно-кустарниковой растительности такие нормативы отсутствуют. Лесоустройство притундровых лесов проводится по III разряду. Размеры кварталов принимаются в соответствии с нормативами и ранее установленными в натуре. В северной части притундровых лесов квартальная сеть необязательна и описание лесов нужно проводить по урочищам, выделяемым по естественным границам.

Вопросы управления притундровыми лесами и их охраны должны быть приоритетными при определении политики устойчивого развития территорий Крайнего Севера.

УДК 630

**ИЗБЕЖАТЬ РАЗНОМЫСЛИЯ В ТОЛКОВАНИИ  
ТЕРМИНОВ И ОПРЕДЕЛЕНИЙ  
ПРИ КОНСТРУИРОВАНИИ НАЦИОНАЛЬНОЙ ЛЕСНОЙ  
ПОЛИТИКИ И НОВОГО ЛЕСНОГО КОДЕКСА РОССИИ**

*И.В. ШУТОВ*

ФБУ «Санкт-Петербургский НИИ лесного хозяйства»  
194021, Санкт-Петербург, Институтский пр., д. 21  
тел.: (812) 552-80-21, E-mail: *spb-niilh@inbox.ru*

**РЕЗЮМЕ**

Показана необходимость проведения работы по унификации смыслового содержания терминов и определений в сферах управления лесным хозяйством и экономики лесного хозяйства.

*К л ю ч е в ы е с л о в а : лес, лесное хозяйство, лесной доход, аренда лесов, лесной комплекс*

**SUMMARY**

**Avoiding differences of opinion in interpretation of terms and definitions when designing a national forest policy and new Russian forest code**

*I.V. Shutov (St-Petersburg Forestry Research Institute)*

The necessity of working to unify the semantic content of terms and definitions in forest management and forest economics is shown.

*K e y w o r d s : forest, forestry, forest income, forest lease, forest complex*

Следуя логике, очевидно надо было бы назвать первый из названных документов «Национальная (государственная) лесная политика России в условиях социально-ориентированной рыночной экономики».

В таком документе, с моей точки зрения, должны быть определены принципиальные и стратегические аспекты лесной политики России в её долгосрочном виде.

То, что будет сказано в документе о Национальной лесной политике, должно стать фундаментом и получить развитие в новом Лесном кодексе. Поэтому оба названных документа («Лесная политика» и новый Лесной кодекс) не должны противоречить друг

другу. Соответственно, тот и другой документы должны иметь статус законов РФ.

Было бы, очевидно, правильно, чтобы основные положения проекта закона о лесной политике были бы вынесены для обсуждения на общенародный референдум и (или) на референдумы в субъектах Российской Федерации. Однако, ещё до этого (т. е. до начала конструирования обоих документов) совершенно необходимо преодолеть существующее в разных кругах и инстанциях разномыслие в толковании содержательной сути терминов, определений и понятий, используемых в сфере управления лесным хозяйством страны. Без этого, как показали прошедшие годы, мы рискуем продолжить практику библейских строителей Вавилонской башни, которые – не понимая друг друга – не смогли выполнить задуманное.

О том, какая *разрушительная опасность* стоит за *разным толкованием «лесных» терминов и определений* при их использовании в текстах законов и подзаконных документах, я покажу на следующих примерах.

### *Лес*

Это слово применяют в *двух принципиально разных случаях*:

а) когда говорят (пишут) *о древесине* (т. е. о мёртвом материале) и

б) когда имеют в виду обширные территории (*лесные ландшафты*) с множеством живых взаимодействующих деревьев и ещё большим числом сопутствующих им существ, способных, в их совокупности, к усвоению солнечной энергии, аккумуляции углерода атмосферы и автотрофному развитию.

В отличие от тех, кто имеет дело с древесиной, лесоводы видят за словом «лес» не только её источник, но ещё задействованный в биосфере Земли живой механизм и те самые лесные ландшафты, на территории которых мы, люди, можем вести (или не вести) созидательную или разрушительную хозяйственную деятельность.

В обыденной жизни разное толкование слова «лес» обычно легко преодолевается. Однако в сфере законодательных документов (например, в действующем ЛК) имеющая место подмена од-



ного смысла слова «лес» другим представляет буквально разрушительную опасность для леса как для экосистем и ландшафтов, а также, соответственно, и для самого социума людей.

Предупредить такого рода опасность относительно просто: не употреблять в законодательных и нормативных документах слово «лес», когда имеют в виду древесину как материал или сырьё. В подобных случаях правильнее говорить о промышленных предприятиях по заготовке и переработке древесины.

### *Лесное хозяйство*

Распространённое в наше время толкование слова «лес» всего лишь как участка земли с теми или иными запасами древесины, уже завело страну буквально в «лесной» тупик. В итоге у нас оказалось не только размытым, но и *упразднённым представлением о лесном хозяйстве как о сфере практической и научной деятельности лесоводов*, обеспечивающей не только сохранение, но и улучшение лесов, а также стабильное получение государственного принадлежащего ему лесного дохода. Более того, само представление о лесном хозяйстве и его содержательных принципах *оказалось заменённым словосочетанием «освоение лесов», т. е. их вырубкой*, по сути, везде, где это возможно по экономическим показаниям. За всем этим, как тень, следует то, что можно назвать разрушением (добыванием) «лесного» эколого-экономического потенциала России. Чтобы остановить данный процесс, *страна должна вернуться к пониманию того, что такое «лесное хозяйство» и это понимание должно обрести в законах юридически точную форму.*

В энциклопедиях разных лет отчётливо сказано: *лесное хозяйство – это одна из отраслей растениеводства*. По сути, лесное хозяйство есть ведение созидательной и приносящей доход хозяйственной деятельности на земле, в лесных ландшафтах, в границах которых имеются (или создаются) определённые сочетания древесных и недревесных растений и других существ.

Следуя смыслу (этимологии) используемых слов, можно уверенно сказать, что «братьями» лесоводов являются садоводы, полеводы, луговоды и другие «воды». И все они – подчеркну как очень важное обстоятельство – ведут свою хозяйственную дея-

тельность так, чтобы иметь **доход** и **прибыль**, часть которой вкладывается (инвестируется) в хозяйство, без чего они не могут не только развиваться, но и существовать.

Так **было и с лесным хозяйством**, а именно в лесничествах Лесного Департамента, который ранее входил в структуру Министерства земледелия России. Тогда, например в 1913 г., Лесной Департамент (в его ведении находились только казённые леса) **ежегодно приносил казне лесной доход в объёме двух полновесных золотых рублей на каждый вложенный в него рубль**.

Так было. И мы обязаны помнить не только о данном факте, но ещё о том, как было тогда организовано **управление** лесным хозяйством в государственных лесах России и ещё о том, как тогда была обустроена **экономическая сфера** деятельности нашей отрасли.

Очень скоро **после 1917 г. наше лесное хозяйство престало быть не только доходным, но и самокупаемым**. Таковым оно остаётся и сегодня. **Именно это, в своём итоге, и явилось, с моей точки зрения, главной причиной его ликвидации как отрасли**. Данная ситуация была, есть и должна остаться в прошлом. В проекте закона о новой лесной политике России в условиях товарно-денежных отношений надо недвусмысленно сказать: в стране должно быть восстановлено её правильное **высокодоходное лесное хозяйство**. Более того, стратегические интересы нашего государственного лесного хозяйства не должны «перебиваться» откровенными или замаскированными ситуационными интересами отдельных лиц и корпоративных структур, имеющих свой бизнес в сфере заготовки древесины в государственных лесах, а также в её последующей продаже и переработке.

### ***Лесной доход***

Данное словосочетание использовалось в официальных и неофициальных документах раньше (до 1917 г.), потом – в СССР и даже в РФ при различающихся представлениях о том, что это такое, а также об источниках лесного дохода и процессах его формирования.

До 1917 г. (по М.М. Орлову) **работа лесничих рассматривалась как процесс производства лесных благ**. Из них наиболее

удобным для расчётов и востребуемым на рынках продуктом была древесина. Соответственно, именно она (главным образом в виде определённых объёмов древесины на корню) являлась основным товаром лесничеств, реализуемым в условиях «прозрачных» рыночных процедур (открытых лесных торгов). ***В итоге получали, подчеркну, действительно то, о чём можно говорить как о лесном доходе лесничеств, функционирующих в условиях реальных товарно-денежных отношений,*** а не их бюрократической имитации.

В СССР, вместо формируемого в самих лесничествах лесного дохода, о нём стали говорить как о суммах, полученных в результате реализации на внутренних и внешних рынках товаров, произведённых не лесным хозяйством, а ***лесной промышленностью.*** Такая подмена понятий наглухо закрыла (надела железную маску) на экономическое «лицо» самого лесного хозяйства.

В Российской Федерации в настоящее время нет отчётливого представления о том, что такое лесной доход. Иногда в него включают таможенные сборы на экспортируемые товары из древесины, а также арендную плату и др. платежи, собранные в доход того, что можно и нужно называть товарно-денежными (т. е. рыночными) отношениями.

В проекте закона «О национальной лесной политике» должна быть восстановлена суть того, что издавна в России называли лесным доходом, который формировался непосредственно в лесничествах и являлся одним из главных показателей при оценке успешности их работы.

Для тех, кто забыл или не знает, напомним, что в 1913 г.:

- валовый доход лесничеств Лесного Департамента был равен 96,2 млн руб.;
- собственные затраты Лесного Департамента и его структур составляли 31,9 млн руб.;
- перечисляемый в бюджет «чистый лесной доход» равнялся 64,3 млн руб.

О реальной величине названных цифр можно судить по тому, что тогда (в 1913 г.) валютное наполнение одного российского рубля было равно 770 мг золота. Сегодня оно примерно в 1300 раз меньше.

### *Аренда лесов*

Массовая сдача лесов в аренду была осуществлена в последние годы сразу во всех субъектах Российской Федерации. Понять, зачем это было сделано, трудно. Трудно потому, что уже давно, примерно 150 лет тому назад в России и других странах она (сдача лесов в аренду) уже была испытана и дала чёткие отрицательные результаты, в том числе в Германии (в имениях князей Аремберг), в Венгрии (в имении графа Эстергази) и в России (в двух казённых дачах в центре Европейской России). По результатам, в журнале Министерства государственных имуществ сказано: «...лесное управление убедилось, что отдача лесов в аренду есть самый дурной и самый дорогой способ управления лесами. Лес – такого рода собственность, что, отдавая её в руки эксплуататора, мы должны или связать его самым мелочным контролем ... или дать свободу ..., но уже тогда жертвовать [лесной] дачей» [1].

В проекте закона «О национальной лесной политике» и в новом Лесном кодексе **не должен** присутствовать ущербный для страны феномен сдачи лесов в аренду заготовителям древесины.

Вместо так называемой аренды в государственных лесах могут и должны применяться в разных условиях, как минимум, пять разных способов реализации лесным хозяйством своего основного товара (т. е. древостоев и древесины на корню).

Из числа таких способов в данном случае я напомним только об одном, о котором у нас попросту забыли и который в прошлом был успешно испытан и долгое время применялся в казённых лесах вплоть до 1917 г. Это – передача лесов предпринимателям не в собственность, а в бессрочное владение по договорам посессионного права – для осуществления там обоюдовыгодной **комплексной** хозяйственной деятельности.

**Лесной комплекс (ЛК).** Синоним – **лесопромышленный комплекс (ЛПК).**

Что это такое? Неискушённые люди воспринимают ЛК (ЛПК) как взаимоувязанные многие виды сбалансированной хозяйственной деятельности в диапазоне от проросшего семени той или иной древесной породы и до реализации разных изделий из древесины.

По аналогии, в других отраслях растениеводства можно было бы сконструировать ещё с десяток подобных комплексов (например, кукурузно-водочный и зерно-пирожковый и т. д.). Однако в сельском хозяйстве указанного нет и, надеюсь, не будет.

Какой созидательный смысл вложен в словосочетание ЛК (ЛПК) и присутствует ли он здесь вообще?

В плане логики и здравого смысла словосочетание ЛК (ЛПК) нравится не всем, в том числе, например, проф. А.П. Петрову, предпочитающему говорить не о ЛК, а о «*лесном секторе экономики*» (ЛС). С моей точки зрения, это лучше. Однако, очень плохо то, что в Российской Федерации при использовании обоих словосочетаний оказывается *сокрытым* ответ на вопрос о том, кто в этом комплексе (секторе) является хозяином-барином, имеющим решающий голос, а кто выступает в роли малозначительного или даже безгласного участника экономических отношений. То, что именно это имеет место в РФ, легко убедиться, если обратить внимание на персональный состав *комиссии* по ЛК при вице-премьере В.Н. Зубкове. Силы лесоводов и лесопромышленников здесь соотносятся примерно как 1:10.

Вообще нет лесоводов в числе депутатов Федерального собрания. И этот позорный и алогичный факт имеет место в стране, которую в разных официальных документах любят называть крупнейшей лесной державой мира.

В принципе в любой комплексной работе нельзя получить итоговый позитивный результат, если *один из её участников функционирует за счёт разрушения другого или других*.

Сегодня в России мы уже получили именно такую ситуацию в виде возникшего крупномасштабного дефицита ценной и доступной по экономическим показателям древесины хвойных пород. По существу в стране произошло мощное снижение сырьевой ценности лесов, что уже нанесло разрушительный удар по социальной и экономической сфере структур, занятых заготовкой древесины и её переработкой.

Как раньше действовали правительства страны, чтобы не допустить «самоедского» развития лесного сектора?

**В Российской Империи**, в условиях социально ориентированной рыночной экономики в государственных лесах тогда были задействованы две главные группы юридических лиц, занятых разными видами охранно-производственной деятельности. Ими были:

а) казённые лесничества, выступавшие на лесных рынках со своим главным товаром в виде отведённых в рубку древостоев на корню – с определёнными объёмами и характеристиками древесины и такими её объёмами, при которых не происходит истощения древесных запасов в каждой хозяйственной части (лесной даче) лесничества;

б) частновладельческие предпринимательские структуры, занятые заготовкой древесины в приобретённых древостоях, а затем её реализацией в целом или переработанном виде.

Между названными сторонами **не могли не присутствовать** противоречия в интересах. Однако эти противоречия тогда была возможность решать путём поиска экономических компромиссов, т. е. взаимоприемлемых рыночных цен на древесину, при которых не останавливался бы нужный обеим сторонам процесс производства и купли-продажи и не происходило бы умаление стратегических (долговременных) интересов лесного хозяйства страны.

**В СССР**, стране с жёсткой планово-командной экономикой, во избежание перекосов в работе лесного сектора, в правительстве в течение нескольких лет было задействовано три министерства: лесного хозяйства, лесной промышленности и целлюлозно-бумажной промышленности. Противоречия между ними были. К сожалению, часто их решение Совет министров находил в ущерб тому, за что отвечало Министерство лесного хозяйства (главным образом, за счёт перерубов расчётных лесосек и умаления требований к качеству лесосечных работ). При всём том, механизм согласования противоречий в лесном секторе тогда **был**, и он работал, хотя и не лучшим образом.

**В Российской Федерации** вместо названных трёх министерств сегодня при правительстве действует Комитет по лесному комплексу, в составе которого доминируют заготовители древесины

и структуры, занятые переработкой и торговлей изделиями из древесины..

Наше лесное хозяйство, в отличие от других участников лесного сектора, вынужденное по-прежнему «жить» в условиях бестоварной и вне рыночной экономики, не увеличивает, а истончает доходную часть государственного бюджета. Закономерным результатом этого является ситуация, при которой ориентированные на получение дохода и прибыли *частновладельческие* структуры торопятся «съесть» остатки ценных и доступных *государственных* лесов и сами же вводят и удерживают себя в состоянии глубокого сырьевого кризиса.

Выход из обозначенного тупика может быть найден в том случае, если в лесном секторе будет задействован экономический механизм, при помощи которого поддерживался бы баланс *экономических* интересов обязательно всех взаимодействующих сторон. А это, в свою очередь, требует возвращения нашему лесному хозяйству статуса полноправного *производителя древесины* и иных лесных благ, при одновременном признании выращенных, сохранённых и отведённых в рубку древостоев главным «рыночным» товаром нашей отрасли.

Естественно, если будет товар, то будет и рынок, на котором наши лесничества смогут выступать в качестве продавца, располагающего всеми необходимыми для этого правами.

Естественно и то, что на таком рынке, т. е. на открытых торгах, «слабые» лесопромышленники будут вынуждены уступать «сильным», т. е. тем, кто умеет лучше работать и сможет предложить бóльшую цену за приобретаемый товар – древесиной на корню.

В заключение ещё скажу, что в моём докладе названы самые важные, но не все нуждающиеся в юридически точном толковании термины и определения в области управления лесным хозяйством и экономики лесного хозяйства. С такими «словами» надо обязательно работать. И само это дело, очевидно, надо рассматривать как совершенно необходимый *первый этап* конструирования проекта закона «О национальной лесной политике страны в условиях социально ориентированной рыночной экономики».

Именно первый и необходимый, поскольку пренебрегая им, мы, скорее всего, повторим печальный опыт строителей библейской Вавилонской башни.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Энциклопедия русского лесного хозяйства СПб, 1903, т. 1. С. 1193-1194



УДК 634.958:551.4

## ПРИМЕНЕНИЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ИНВЕНТАРИЗАЦИИ ЗАЩИТНЫХ ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ

*А.В. КОШЕЛЕВ, А.С. РУЛЕВ*

ГНУ «Всероссийский НИИ агролесомелиорации Россельхозакадемии»  
400062, г. Волгоград, пр. Университетский, д. 97, тел.: 8(8442)46-25-68  
E-mail: *alexkosh@mail.ru*

### РЕЗЮМЕ

Представлены материалы по оценке состояния защитных лесных насаждений Краснодарского края с использованием дистанционных данных и ГИС-технологий.

*Ключевые слова:* защитные лесные насаждения, космические снимки высокого разрешения, автоматизированное дешифрирование, ГИС-технологии.

### SUMMARY

#### **Using GIS-technologies for inventory of protective afforestation**

*A.V. Koshelev, A.S. Rulev* (All Russian Research Institute of Agroforestry Reclamation)

Materials on assessment of the state of protective afforestation of Krasnodar region with remote sensing data and GIS technologies are presented.

*Keywords:* protective forest planting, high resolution satellite images, automated interpretation, GIS technologies.

Защитные лесные насаждения (ЗЛН), расположенные на землях сельскохозяйственного назначения, являются основой формирования устойчивых агроландшафтов. В настоящее время агролесомелиоративный фонд страны составляет порядка 2,8 млн га защитных лесных полос различного функционального назначения, более 2 млн га из которых находятся в неудовлетворительном состоянии вследствие бесхозного существования и не санкционированной антропогенной деятельности в них [5]. В связи с этим необходима всеобщая инвентаризация лесомелиоративных насаждений в масштабах страны для получения достоверной информации – с целью разработки неотложных лесохозяйственных мероприятий, направленных на сохранение существ-

вующих насаждений, улучшение их состояния и увеличение долговечности.

На современном этапе развития информационных технологий применение лишь традиционных (наземных) методов проведения инвентаризации является экономически нецелесообразным, в связи с актуальностью и масштабами данного процесса. Поэтому обследование защитных лесных насаждений должно проводиться на основе использования ГИС-технологий и данных дистанционного зондирования, которые позволяют произвести оценку и картографирование состояния лесонасаждений и рекомендовать необходимые лесомелиоративные мероприятия с наименьшими временными и трудовыми затратами.

Объектом изучения являлись полезащитные лесные полосы Краснодарского края. За время проведения исследований (2006-2010 гг.) было обследовано свыше 10 тыс. га ЗЛН разного возраста, состава пород, схем смешения и назначения.

Исследования проводились с применением новой трёхступенчатой методологии картографо-аэрокосмической инвентаризации ЗЛН на основе геоинформационных технологий, которая включает [2]:

- камеральное дешифрирование среднемасштабных космоснимков (М 1:10000-1:100000 с разрешением 10-30 м) и анализ тематических карт соответствующего масштаба;
- камеральное и полевое дешифрирование крупномасштабных космоснимков (М 1:10000 и крупнее с разрешением 1-10 м);
- выборочные полевые исследования на ключевых участках с ландшафтным профилированием и крупномасштабным лесным картографированием территории.

Предлагаемая методология предусматривает одновременный трёхуровневый анализ системы полезащитных лесных полос в пределах района, хозяйства и отдельно взятой лесной полосы.

На первом уровне (административный район) устанавливается общая структура агролесомелиоративного фонда района, на втором (хозяйство) – определяются пространственные и количественные характеристики системы лесных полос и на третьем (лесная полоса) – производится оценка состояния насаждений с использованием аэрокосмической информации, формируется база эталонов типичных схем смешения лесных полос, осуществляет-

ся экстраполяционное дешифрирование и даётся лесоводственно-мелиоративная оценка системы защитных лесных насаждений по каждому хозяйству и административному району в целом.

Согласно первому этапу на стадии предварительного камерального дешифрирования проводили анализ имеющихся в наличии цифровых космоснимков и топографических карт, в ходе которого осуществлялось: установление границ района исследования; поиск и распознавание объектов (систем лесных полос); составление обзорной космофотокарты (рис. 1).

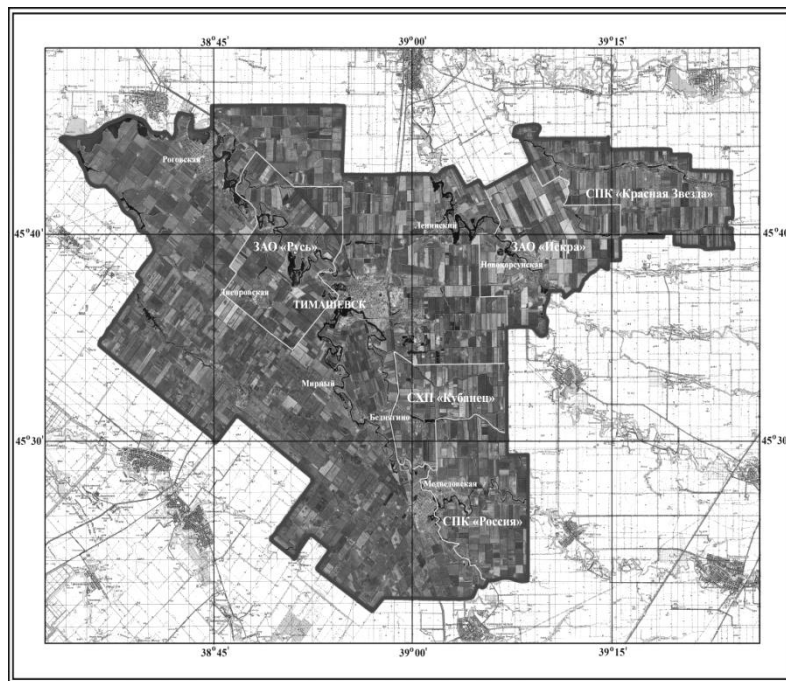


Рис. 1. Космокарта Тимашевского полигона Краснодарского края

Космокарта отражает современную хозяйственную ситуацию на исследуемой территории, в частности взаимное расположение лесных полос, их ориентацию относительно господствующих направлений вредоносных ветров, степень завершённости системы

защитных лесных насаждений, общую защитную лесистость территории и т. д.

На стадии предварительного дешифрирования также было проведено автоматизированное дешифрирование космоснимков в программном комплексе ENVI с целью выделения защитных лесных насаждений как отдельного объекта. В ходе данной процедуры было установлено, что разделение насаждений по породному составу в большинстве случаев применяется только для лесных массивов, когда встречается сочетание хвойных и лиственных пород. В лесных полосах, состоящих либо из лиственных, либо из хвойных пород, разделение на породы затруднено в связи с однородностью полога насаждений и малой площадью размещения.

В ходе полевого эталонирования космоснимков высокого разрешения на таксационно-дешифровочных пробных площадях и камерального дешифрирования разработали дешифровочные признаки основных видов лесных насаждений, составили базу эталонов преобладающих схем смешения лесных полос (рис. 2), характеризующих состояние насаждений в данный возрастной период для конкретных почвенно-растительных условий.

Стереофотограмметрическое дешифрирование космоснимков производили при помощи программного комплекса "Талка", предназначенного для обработки аэроснимков и космоснимков Ikonos, Quick Bird и SPOT-5.

Проведенный анализ горизонтальной проекции полога показал, что при дешифрировании лесных полос доминирующими признаками являются морфометрические показатели проекций крон (форма и размеры) и характер их размещения в пологе, на основании которых можно точно установить породный состав насаждения и предварительно определить долю участия лесообразующих пород. Выделить различные породы в пологе можно по тону проекций крон, но не всегда достоверно, так как тон является признаком, зависящим от технических условий съёмки [1].

Для предварительной оценки насаждения был разработан способ определения состояния лесных полос по его сохранности на основе гистограммного анализа распределения пикселей по относительной плотности полога. По данному способу получен патент РФ на изобретение [4]. Суть данного способа заключается в

следующем. Полог нормального сомкнутого насаждения и полог распадающегося насаждения имеют различные характеристики яркости. Эти отличия видны на гистограмме распределения пикселей, что позволяет количественно оценить состояние лесной полосы по среднему значению фототона.



Рис. 2. Фотоэталон лесной полосы: А – космоснимок; Б – вертикальный профиль; В – обстановка внутри полосы

Для качественной характеристики состояния насаждений нами использовалась 6-балльная шкала лесоводственно-мелиоративной оценки академика Е.С. Павловского [3], учитывающая состав пород, высоту и конструкцию насаждений для конкретных лесорастительных условий.

По завершении полевого эталонирования и камерального дешифрирования на основе полученных данных была создана агролесомелиоративная геоинформационная система Тимашевского района на базе программного пакета «MapInfo». В ней содержится информация о состоянии лесных насаждений, картографическая информация, таксационно-мелиоративная характеристика и пространственные координаты каждой лесной полосы. В данной

ГИС были получены картографические модели полезащитных лесных полос (рис. 3), которые позволяют оценить пространственное размещение насаждений и определить виды, объёмы и очерёдность лесохозяйственных мероприятий, направленных на увеличение долговечности лесных полос с пространственной привязкой к каждому насаждению.

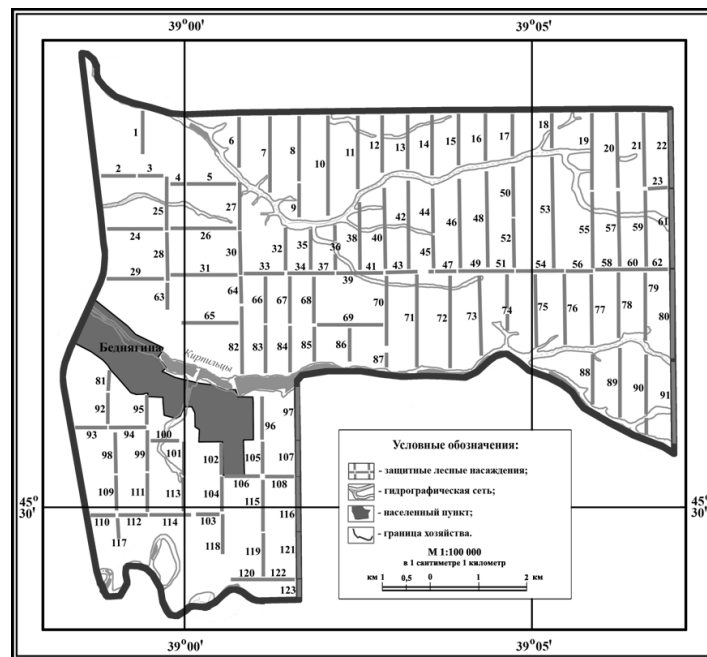


Рис. 3. Карта системы полезащитных лесных полос СХП "Кубанец" Тимашевского района Краснодарского края

То есть, зная географические координаты лесной полосы, можно проводить точные лесохозяйственные мероприятия не по всему профилю насаждения, а только в его худших по состоянию участках.

Таким образом, разработанная агролесомелиоративная ГИС может поддерживать в актуальном состоянии базы данных с таксационно-мелиоративной характеристикой о каждой лесной полосе и картографическую информацию, обеспечивать оператив-

ное внесение текущих изменений на естественный рост насаждений и хозяйственную деятельность. На базе агролесомелиоративной ГИС целесообразно проведение мониторинга состояния насаждений и обновление лесных карт, планирование и проектирование лесохозяйственных мероприятий. Кроме того, она дает возможность получать различную информацию через систему программных запросов для анализа, принятия решений и планирования ведения лесного хозяйства.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кошелев А.В. Дистанционная оценка защитных лесных насаждений Краснодарского края // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2009. № 3(18). С. 82-88.
2. Кошелев А.В., Рулев А.С. Методология картографо-аэрокосмической инвентаризации защитных лесных насаждений // Защитное лесоразведение, мелиорация земель и проблемы земледелия в Российской Федерации: материалы Международной научно-практической конференции / ВНИАЛМИ. Волгоград, 2008. С. 40-42.
3. Павловский Е.С. Устройство агролесомелиоративных насаждений. М.: Лесная пром-сть, 1973. 128 с.
4. Способ определения состояния защитных лесных насаждений: пат. 2330242 Рос. Федерация. – № 2006144553/28; заявл. 13.12.2006; опубл. 27.07.2008, Бюл. № 21. 5 с.
5. Стратегия развития защитного лесоразведения в Российской Федерации на период до 2020 года / К. Н. Кулик [и др.]; ВНИАЛМИ. Волгоград, 2008. 34 с.

УДК 630\*6

## О СТРАТЕГИИ РАЗВИТИЯ ЛЕСНОГО КОМПЛЕКСА КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ

*В.А. СОКОЛОВ, А.А. ОНУЧИН, О.П. ВТЮРИНА,  
Н.В. СОКОЛОВА, А.А. КУЧМИСТОВ*  
Институт леса им. В. Н. Сукачева СО РАН,  
г. Красноярск, Академгородок, 50, стр. 28, (391)202-16-99,  
*E-mail: [institute\\_forest@ksc.krasn.ru](mailto:institute_forest@ksc.krasn.ru)*

### РЕЗЮМЕ

Предлагается разработать основные направления развития лесного комплекса Красноярского края на период до 2030 года в соответствии с «Концепцией и основными направлениями развития лесного комплекса Красноярского края на период 2004–2015 гг.», «Лесным планом Красноярского края на период до 2018 года» и «Стратегией развития лесного комплекса Российской Федерации на период до 2020 года» с привлечением ведущих квалифицированных региональных специалистов науки и практики.

*К л ю ч е в ы е с л о в а : лесной комплекс, стратегия развития, расчетная лесосека, лесосырьевые ресурсы, экономическая доступность, интенсивное лесовыращивание*

### SUMMARY

#### **A strategy of Krasnoyarsk forest complex development**

*V.A. Sokolov, A.A. Onuchin, O.P. Vtyurina, N.V. Sokolova, A.A. Kuchmistov*  
(V.N. Sukachev Institute of Forest SB RAS, Krasnoyarsk)

Basic approaches for developing of Krasnoyarsk forest sector are proposed for the period of time till 2030. The strategy continues «Concept and Basic Ways of Krasnoyarsk Forest Sector Development in the Period of 2004–2015», «Forest Plan of Krasnoyarsk Region for the Period of Time till 2018» and «Strategy of Russian Federation Forest Complex Development for the Period of Time till 2020». It supposed to get involved leading regional experts of science and technology.

*К e y w o r d s : forest complex, strategy of development, annual allowable cut, forest resources, economical accessibility intensive forest growing*

В последние годы были разработаны различные концепции и стратегии развития лесного комплекса Российской Федерации и её субъектов. К сожалению, эти документы по своей сути направлены на развитие лесопромышленного комплекса (ЛПК), т. е. древесинопользование. Это является недопониманием сути термина «лесной комплекс», о чем мы неоднократно писали [2, 4, 5-7].



Лесной комплекс России в настоящее время состоит из пяти взаимосвязанных основных блоков:

- 1) лесного хозяйства, обеспечивающего рациональное использование, охрану, защиту и воспроизводство лесов;
- 2) лесопромышленного комплекса, использующего в основном древесные ресурсы;
- 3) промышленного использования лесов, которое в Красноярском крае, особенно в северных районах, имеет большое значение для коренного населения (охота, сбор дикорастущих ягод, грибов, орехов и др.);
- 4) сельскохозяйственного использования лесов под пастбища, лесных земель – под сенокосы, сады, огороды, пашни, для производства животноводческих кормов и кормовых добавок;
- 5) биосферного, природоохранного, рекреационного несырьевого использования лесов.

**В определенных условиях лесопромышленный комплекс имеет второстепенное значение и на первое место выходят другие блоки. Впрочем, биосферная роль лесов всегда будет стоять на первом месте.**

Одним из основных рисков развития лесного комплекса является переоценка лесосырьевых ресурсов, которая особенно недопустима при развитии ЛПК долговременного действия.

Традиционно грубой ошибкой является завышение действующей расчётной лесосеки, определённой по методике советских времен (1987). Например, по данным Института леса СО РАН, экономически доступная расчётная лесосека по Красноярскому краю, включая Эвенкию, составляет 26,8 млн м<sup>3</sup> (34,6% от действующей), в том числе по хвойным – 21,4 млн м<sup>3</sup> [2, 4, 6].

В настоящее время правительство Красноярского края начинает разработку стратегии долгосрочного социально-экономического развития на срок до 2030 года. Материалами этой стратегии по ЛПК предусматривается увеличение заготовки деловой древесины до 33,6 млн м<sup>3</sup> (в ликвиде ориентировочно 37,6 млн м<sup>3</sup>). Предполагается съём древесины с 1 га лесной площади до 1,6 м<sup>3</sup>. Общее использование древесины с 1 га лесопокрытой площади (это будет правильнее) не может превышать средний прирост на 1 га, который составляет 1,3 м<sup>3</sup>, в том числе по хвойным – 1,2 м<sup>3</sup>. Срав-

нение этого показателя с лесоресурсными странами Европы не имеет смысла из-за совершенно разной продуктивности лесов.

В вышеуказанных материалах приводится утверждение о «неосваиваемых ресурсах древесины» в четырех районах Нижнего Приангарья (Богучанский, Енисейский, Мотыгинский, Кежемский) в размере до 23 млн м<sup>3</sup>, что в корне неверно. Экономически доступная расчётная лесосека по этим районам равна 15,7 млн м<sup>3</sup>, в том числе хвойных – 13,7 млн м<sup>3</sup>, а резерв для увеличения рубок составляет не более 6 млн м<sup>3</sup>.

Такая ориентировка неизбежно приведёт к скрытым перерубам расчётной лесосеки, что регулярно практиковалось в советский период, приводило к преждевременному исчерпанию эксплуатационного фонда и перебазированию лесозаготовительных предприятий с негативными социально-экономическими последствиями и противоречит принципам постоянства лесопользования и устойчивого развития.

Следует отметить, что термин «экономически доступная расчётная лесосека», который отражает существующий уровень использования древесины в лесном комплексе, был введен лесоустроительной инструкцией (1995), но методика её определения не была разработана. Затем после принятия нового Лесного кодекса и разработанных в соответствии с ним лесоустроительной инструкции и порядка исчисления расчётных лесосек это понятие исчезло (по всей вероятности, сознательно).

Доступность ресурсов не статична. По мере изменения природно-производственных условий (увеличение площади насаждений, пригодных для эксплуатации, строительство лесовозных дорог и т. д.) уточняется содержание экономической доступности.

**Кризис с обеспечением нужд региона и страны лесными ресурсами и низкая доходность лесного сектора России в целом – индикатор несостоятельности существующей модели управления лесами и организации лесопользования. Многие традиционно лесопромышленные регионы России столкнулись с тем, что экономически доступного леса становится все меньше – на фоне значительного фактического недоиспользования расчётной лесосеки. Подобная ситуация наблюдается и в Красноярском крае.**

**Показатель использования расчётной лесосеки снижается не по причине недоиспользования лесных ресурсов. Это является одним из факторов фактического истощения экономически доступного лесного фонда и глубочайшего кризиса существовавшей в прошлом столетии экстенсивной модели использования природных богатств. Традиционное «пионерное освоение» лесов привело к тому, что лесные ресурсы России были в экономическом смысле существенно подорваны: за период с 1965 по 1999 г. доля хвойных пород в общей расчётной лесосеке снизилась с 66,6 до 56,9% [3]. Схожее положение дел и в Красноярском крае, где были значительно истощены экономически ценные хвойные леса в наиболее доступных районах – в центральной и южной частях края.**

Уточнение параметров современного состояния ресурсной базы неистощительного и рационального лесопользования является необходимым условием любой имеющей смысл оценки потенциала производства древесины в регионе. Срочно требуется подробная информация по пространственному распределению возрастных классов в экономически доступных лесах, которые экологически подходят для устойчивого лесопользования – с целью комплексного планирования использования земель для заготовки лесных ресурсов. В ближайшее время для этого необходимо произвести оценку состояния арендуемых лесов, чтобы установить коммерчески выгодные объёмы заготовки древесины и инвестиционные возможности развития предприятий.

Вышеуказанная информация представляет серьёзную проблему, которую невозможно решить без реорганизации системы лесоустройства. Эта система была фактически ликвидирована после принятия нового Лесного кодекса РФ. Отказ от постоянно обновляемой информации о лесах (система непрерывного лесоустройства и мониторинга лесов) есть не что иное, как вредительство, повторившее период 30-х годов прошлого века. Тогда лесоустройство было подменено планами лесоинвентаризации и лесоэксплуатации. Это был период крайнего упадка лесоустройства [8].

В Красноярском крае леса на площади 146,5 млн га (92 % лесного фонда) были устроены более 10 лет назад. Понятно, что информация о них носит неопределённый характер и не может слу-

жить основой для принятия объективных хозяйственных решений. Поэтому расчёты и прогнозы в сфере организации лесопользования и лесопользования будут неизбежно иметь гадательный характер.

**В целом, лесное хозяйство России развивается по экстенсивному пути. Это обусловлено отчасти объективными экономическими причинами и кажущимся избытком или, по крайней мере, отсутствием дефицита лесных ресурсов в настоящее время. Хотя интенсификация лесного хозяйства, включающая проведение рубок ухода, применение удобрений, использование в лесном хозяйстве достижений генетики и селекции, в комплексе с организацией соответствующей системы охраны и защиты лесов, позволяет существенно повысить продуктивность лесов [1].**

В лесных планах сибирских субъектов РФ интенсивное лесовыращивание не предусмотрено, поэтому потребуются корректировки в разделах, касающихся воспроизводства лесов в лесостепной зоне и частично в южно-таежной подзоне. Поэтому необходимо детальное выявление фонда лесовосстановления и реконструктивного фонда с разработкой мероприятий по интенсивному лесовыращиванию.

Экосистемный подход к лесу, который активно развивается и используется в последнее время, представляет собой качественно новый этап лесоводственных исследований. Лес рассматривается как объект, способный поддерживать экологический баланс территориальных единиц различного ранга, от небольших водосборов до крупных регионов и биосферы в целом. Очевидно, что развитие такого подхода будет способствовать решению проблемы количественной оценки экологиче-

ских функций лесных экосистем, без которой невозможна организация рационального лесопользования.

**Разработка и практическая реализация методов количественной оценки экологических последствий лесопользования даст надежный инструмент в руки специалистов по управлению лесами, которого явно недостает при оценке эколого-экономической доступности лесов и формировании правовых отношений, регламентирующих лесопользование. Это позволит перейти от декларативных требований охраны природы к пониманию того, какой экологический ущерб будет нанесен конкретной территории при изъятии определённого объёма лесных ресурсов различными способами, и минимизировать отрицательные экологические последствия лесопользования.**

Таким образом, можно выделить следующие направления научных разработок, которые коренным образом будут способствовать объективной оценке средообразующей роли лесов Сибири:

- научное обоснование принципов стабилизации, а в дальнейшем и усиления водоохранно-защитной, атмосферной, климатической и санитарно-гигиенической роли лесов Сибири;
- разработка критериев экологического значения лесов по условиям местопроизрастания, породному составу и возрастному строению;
- научное обоснование норм оптимальной лесистости для равнинных и горных условий различных географических районов Сибири с учетом размещения промышленных и аграрных комплексов;
- развитие и использование аэрокосмических и математических методов изучения средообразующих функций леса.

На наш взгляд, следует разработать основные направления развития лесного комплекса Красноярского края на период до 2030 года в развитие «Концепции и основных направлений развития лесного комплекса Красноярского края на период 2004–2015 гг.», «Лесного плана Красноярского края на период до 2018 года» и «Стратегии развития лесного комплекса Российской Федерации на период до 2020 года», с привлечением ведущих

квалифицированных региональных специалистов науки и практики.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кашпор Н. Воспроизводство лесов: состояние и перспективы // Российская лесная газета. № 18-19 (148-149) от 22.05.2006 г.
2. Организация устойчивого лесопользования в Красноярском крае / [Соколов В.А. и др.]. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2009. 361 с.
3. Писаренко А.И., Страхов В.В. От управления – к контролю и надзору за лесами России // Лесн. хоз-во. 2008. № 5. С. 7-10.
4. Природные ресурсы Красноярского края. Энциклопедия. Красноярск: КНИИГиМС, 2007. (Раздел 6. Лесные ресурсы. С. 260-309).
5. Соколов В.А. Основы управления лесами Сибири. Красноярск: Изд-во СО РАН, 1997. 308 с.
6. Соколов В.А. Экономическая доступность древесных ресурсов Красноярского края // Лесн. хоз-во. 2005. № 1. С. 10-12.
7. Соколов В.А. Перспективы развития лесного комплекса Сибири // Сибирский экологический журнал. 2008. № 3. С. 361-369.
8. Тюрин А.В. Возникновение и развитие основных понятий и приемов в отечественном лесоустройстве. М.: Лесная пром-сть, 1965. 45 с.

УДК 634. 624

## ПЕРСПЕКТИВЫ ЧАСТНОГО ЛЕСОВЫРАЩИВАНИЯ В КАЗАХСТАНЕ

*В.Н. БАЛАХОНЦЕВ*

Казахский научно-исследовательский институт лесного хозяйства  
021704, Казахстан, Акмолинская область, г. Щучинск, ул. Кирова, 58,  
тел/факс 8 (716-36) 4-11-53  
E-mail: [Kafri50@mail.ru](mailto:Kafri50@mail.ru)

### РЕЗЮМЕ

Изложены сведения о возможности использования частного предпринимательства в лесном хозяйстве Казахстана.

*К л ю ч е в ы е с л о в а : частное лесоводство, лесное хозяйство, воспроизводство, кредит, инвестиции*

### SUMMARY

#### **Prospects for private forest growing in Kazakhstan**

*V.N. Balahoncev* (Kazakh Scientific Research Institute of Forestry)

Provides information about the use of private entrepreneurship in the forestry sector in Kazakhstan.

*К е у w o r d s : private forestry, forestry, restoration, production, credit, investment*

В начале 90-х в Казахстане, в годы перехода к рыночным отношениям – в период «дикого рынка» – весь лесной бизнес был организован вокруг лесозаготовок и купли-продажи лесоматериалов, которые не ослабевают и продолжают по нынешний день [1].

Постепенно к этому виду предпринимательства прибавились и другие, а именно:

- питомническое дело (выращивание и реализация сеянцев и саженцев декоративных древесных и кустарниковых пород для нужд внутригородских и внутрипоселковых озеленительных работ);
- ландшафтный дизайн (оказание услуг физическим и юридическим лицам по озеленению и благоустройству дачных участков и других территорий);

- долгосрочная аренда лесных участков не только для лесозаготовок, но и для организации рекреационных, спортивно-туристических, экскурсионно-познавательных и краеведческих услуг и мероприятий;

- использование недревесных ресурсов и побочных пользвоаний (сбор грибов, плодов и ягод, соков, живицы, сенокошение, пастьба скота, рыбное и охотничье хозяйство).

К сожалению, в число вышеперечисленных видов и направлений лесного предпринимательства пока не входит частное лесоводство, которое обозначено в Лесном кодексе Республики Казахстан как важный дополнительный путь увеличения лесных территорий страны. Связано это, во-первых, с отсутствием опыта его ведения в прошлом, во-вторых, с довольно длительным характером получения продукции и полезных свойств леса, реализуемых в качестве товара или услуг. Ведь в бизнесе цикл оборота капитала играет главную роль, а в этом лесохозяйственная сфера проигрывает всем другим видам коммерческой деятельности.

Изучение опыта ряда стран дальнего и ближнего зарубежья показало, что пути развития частного предпринимательства в лесном хозяйстве в них очень разнообразны, но в большинстве случаев оно развивается на базе естественных лесов. Опыт организации частного лесоводства, основанного на лесовыращивании в таких странах как Польша, Китай, Кыргызстан, Монголия, может быть приемлем для условий нашей республики.

При изучении данной проблемы были использованы опыт стран с развитой рыночной экономикой, рекомендации Семинара по институциональным преобразованиям управления лесами и лесопользования в странах с переходной экономикой, прошедшего в 2003 г. в Москве с участием Всемирного банка [2]. Была учтена также специфика лесов и лесного хозяйства республики, в которой заложена возможность участия – наравне с представителями частного предпринимательства государственных коммерческих предприятий, а также общинных или семейных образований – в выполнении всего спектра лесохозяйственных работ, направленных на воспроизводство леса и лесовыращивание. Но обязательным условием их деятельности должно быть наличие конкурентной среды и норм частного предпринимательства.



Правительство РК при разработке Лесного кодекса [3], предусматривало развитие частного лесоводства через лесовыращивание на базе земель и средств негосударственных юридических и физических лиц. Государство рассчитывало этими мерами достичь решения трех крупных задач: уберечь малочисленные леса от раздела и последующего расхищения, увеличить площади лесных ресурсов в стране и расширить базу частного лесного предпринимательства. Ведь ясно, что довольно узкая на начальной стадии деятельность по лесовыращиванию со временем вполне может перерасти в обширное частное лесохозяйственное производство, состоящее из работ по охране и защите лесов, уходу за ними, ведению разных видов рубок, переработке, перевозке, хранению и реализации древесины и других видов лесных ресурсов.

Безусловно, частное лесовыращивание сможет развиваться лишь при наличии определенных условий: трудовых ресурсов, свободных земель, орошения, благоприятных почв и климата, адаптированных к местным природным особенностям древесных и кустарниковых растений, соответствующих технологий, техники и оборудования, денежных средств и, наконец, государственной поддержки в виде кредитов, дотаций, льгот и др.

При наличии данных условий частное лесовыращивание превратится в одно из новых и важных направлений предпринимательства, которое будет способствовать значительному расширению площадей лесов и лесных ресурсов республики, улучшению и усилению природно-экологического потенциала регионов, обеспечению занятости местного населения и повышению уровня жизни на селе.

Для успешного развития частного лесовыращивания уполномоченному органу по лесам и лесному хозяйству Республики Казахстан требуется принять соответствующие меры по претворению в жизнь положения Лесного кодекса РК о развитии частного лесовыращивания, для чего необходимо:

- внести в Правительство РК предложения о распространении порядка и видов государственной поддержки товаропроизводителей, используемых в сельском хозяйстве, на развитие лесовыращивания в частном порядке на уровне повышенных ставок от произведённых затрат;

- провести соответствующую работу по подготовке и утверждению в установленном порядке нормативов затрат на посев и посадку лесных питомников, лесных культур и лесных плантаций до 8-10 лет – по административным областям и основным лесобразующим породам – для определения возможных сумм государственной поддержки;
- оказывать всем частным лицам, занимающимся выращиванием посадочного материала, лесных культур и лесных плантаций, содействие в получении кредита из фонда поддержки малого и среднего бизнеса и других источников, а также в страховании посевов в питомниках, лесных культур и лесных плантаций.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Байзаков С.Б. Научно-инновационные приоритеты лесного хозяйства Казахстана. Алматы. 2010. 462 с.
2. Дебру Л., Дитерле Г., Кушлин А. Вопросы реформирования лесной политики России / Аналитическая записка Всемирного банка. Институциональные преобразования в управлении лесами. Москва: Алекс, 2003. С. 143-167.
3. Лесной кодекс Республики Казахстан. Алматы: Юрист, 2004. 72 с.

**Круглый стол № 3**  
**ПРОБЛЕМЫ ИНТЕНСИФИКАЦИИ**  
**ЛЕСОПОЛЬЗОВАНИЯ И КОНТРОЛЯ В СФЕРЕ**  
**ОБОРОТА КРУГЛЫХ ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ**

---

УДК 630

**ИДЕНТИФИКАЦИЯ МЕСТА ПРОИСХОЖДЕНИЯ**  
**ДРЕВЕСИНЫ НА ОСНОВЕ**  
**ДЕНДРОХРОНОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ –**  
**ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ КОНТРОЛЯ**  
**ЗА ЛЕГАЛЬНОСТЬЮ ЗАГОТОВКИ ДРЕВЕСИНЫ**

*С.Б. ПАЛЬЧИКОВ, Д.Е. РУМЯНЦЕВ*

Московский государственный университет леса  
141005, Московская обл., г. Мытищи-5, ул.1-я Институтская, д. 1,  
тел. 8(495) 583-64-90, E-mail: [landgraph@list.ru](mailto:landgraph@list.ru)

**РЕЗЮМЕ**

В настоящее время предотвращение нелегального оборота древесины возможно при наличии методики идентификации места происхождения срубленной древесины. Для решения подобного рода задачи предлагаются различные методики, из которых – с учетом комплекса параметров – наиболее эффективной является идентификация места происхождения древесины на основе дендрохронологической информации. В настоящее время по заданию Федерального агентства лесного хозяйства РФ разработана и апробирована технология такой идентификации, создан аппаратно-программный комплекс для решения указанной задачи.

*К л ю ч е в ы е с л о в а : дендрохронология, инновационные технологии, идентификация места происхождения древесины, нелегальный оборот древесины*

**SUMMARY**

**Identification of place of wood origin based on dendrochronological information is an innovative technology to control the legality of wood procurement**

*S.B. Palchikov, D.E. Rummyantsev (Moscow State Forest University)*

Currently, prevention of illegal timber trade is possible if there is any method of identification of place of wood origin. To solve this kind of problem various methods are proposed, and the effective of them is method for identification of place of wood origin based on dendrochronological information. Currently, by order of the Federal

Forestry Agency of Russian federation there was developed and tested a technology of identification of place of wood origin based on dendrochronological information, there was created a hardware-software system for solving this problem.

*К e y w o r d s : dendrochronology, innovative technology, identification of place of wood origin, illegal timber trade*

В настоящее время существуют разнообразные технологии, направленные на идентификацию места происхождения древесины после её вырубki. Они могут быть разделены на две группы – использующие искусственную маркировку и биологические особенности древесных организмов.

Использование искусственной маркировки неэффективно из-за возможности её подделки. Для борьбы с этим постоянно изобретают всё более сложные способы маркировки, что увеличивает себестоимость заготовленной древесины и делает применение подобных методов контроля экономически нецелесообразным.

Из технологий использующих биологические особенности живых организмов в настоящее время активно исследуются возможности химической (соотношение элементов и изотопов), биохимической (содержание органических веществ) и генетической идентификации. Химическая идентификация во многих районах может быть возможна только в пределах геохимических провинций, имеющих площадь, исчисляемую десятками тысяч квадратных километров и более. Биохимическая идентификация сталкивается с фундаментальной проблемой изменчивости биохимических показателей популяции в течение календарного года (в зависимости от сезона вырубki ствола дерева) и от года к году (в связи с варьированием климатических характеристик, влияющих на обмен веществ в дереве). Генетическая идентификация является наиболее надёжным из всех перечисленных способов. Однако с её помощью возможно идентифицировать только популяцию, из которой происходит срубленная древесина. Внутри популяции скрещивание происходит свободным образом, и она характеризуется единым генофондом. Для древесных растений размеры популяции могут быть грубо оценены как квадрат со стороной 50 км. Генетическая идентификация является надёжным способом определения региона происхождения древесины, но она не

способна отличить древесину, заготовленную на законно отведённых лесосеках, от древесины, заготовленной нелегально.

Единственно перспективным направлением для решения этой задачи является дендрохронологическая экспертиза. В 2007 году инициативная группа сотрудников Некоммерческого Партнёрства Стратегический Альянс «ЗДОРОВЫЙ ЛЕС» и Московского Государственного Университета леса занялась вопросами сравнительного анализа технологий идентификации места происхождения древесины. Было установлено, что потенциал дендрохронологической информации в вопросах идентификации места происхождения древесины до последнего времени не был раскрыт ни в мировой, ни в отечественной науке. Исследования данного вопроса были начаты в 60-х гг. XX века во Всесоюзном НИИ судебных экспертиз при Минюсте СССР исследовательской группой под руководством М.И. Розанова. Широкое распространение подобного рода технологий идентификации места происхождения древесины было в то время невозможно в связи с отсутствием соответствующего оборудования. Наиболее полно в исследованиях М.И. Розанова были показаны возможности дендрохронологической идентификации принадлежности образцов древесины организму одного дерева. Также им широко использовался открытый американским астрономом Дугласом метод перекрёстной датировки. В расследовании дел, связанных с незаконной заготовкой древесины, данный метод оказался единственным инструментом, позволяющим определить время рубки стволов деревьев и их состояние на момент рубки (сухостойное, либо сыро-растущее). Что касается идентификации места происхождения срубленной древесины, то Розановым были показаны принципиальные возможности подобного рода экспертиз, но технология самого процесса, пригодная для использования рядовыми инженерами и экспертами, так и не была разработана.

В течение 2008-2011 гг. НПСА «ЗДОРОВЫЙ ЛЕС» совместно с МГУЛ разработали и апробировали технологию идентификации места происхождения древесины на основе дендрохронологической информации. На базе прибора LINTAB немецкой фирмы RINNTESCH был создан аппаратно-программный комплекс для идентификации места происхождения срубленной древесины.

Прибор LINTAB в 2009 году прошел сертификацию в Федеральном агентстве по техническому регулированию и метрологии, по результатам испытаний был зарегистрирован в Государственном реестре средств измерений и допущен к применению на территории Российской Федерации. В настоящее время он широко используется в системе экспертно-криминалистических центров УМВД России (Вологодская область, Иркутская область, Алтайский край) для выполнения судебно-ботанических экспертиз с применением методов дендрохронологии, направленных на решение вопросов установления состояния дерева на момент рубки, даты рубки дерева, принадлежности образцов древесины стволу одного дерева. Данные экспертизы, выполненные с использованием программы TSAP-Win, принимаются в судах РФ как надежные доказательства по делам, связанным с незаконной заготовкой древесины. Однако для борьбы с нелегальным оборотом древесины основополагающее значение в настоящее время имеет экспертиза места происхождения срубленной древесины.

Созданный аппаратно-программный комплекс позволяет вести быстрый съём дендрохронологической информации с образцов транспортируемой древесины и идентификацию её места происхождения на основе анализа банка эталонных древесно-кольцевых хронологий. Имеющийся к настоящему времени банк данных построен на основе индивидуальных древесно-кольцевых хронологий, построенных по материалам более чем 10000 индивидуальных деревьев из всех основных регионов России, представляющих опасность с точки зрения нелегальной заготовки древесины. Точность идентификации составляет от 70 до 90% в зависимости от региональной специфики и особенностей задания параметров поиска в связи со спецификой применения программного комплекса.

Одним из перспективных направлений использования разработанной методики и технологии идентификации места происхождения древесины на основе дендрохронологической информации представляется её внедрение в систему добровольной лесной сертификации. Организация, заявляющая о легальности заготовки древесины, с которой она работает, всегда должна быть готова к независимому аудиту цепочки поставок и подтверждению дек-

ларируемого места происхождения древесины по результатам выполнения независимой дендрохронологической экспертизы. Немаловажно, что результаты дендрохронологической экспертизы практически невозможно подделать, и при условии сохранения образцов древесины деятельность экспертов-аудиторов может быть в любой момент проконтролирована.

Мы считаем необходимым информировать общественность о возможностях методов дендрохронологической экспертизы и её потенциальной роли в процессах лесной сертификации.

УДК 620\*221.0+630\*308

## СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И ВОСПРОИЗВОДСТВА ЛЕСНЫХ РЕСУРСОВ ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО РЕГИОНА

*А.П. КОВАЛЕВ, А.Ю. АЛЕКСЕЕНКО*

ФБУ «Дальневосточный НИИ лесного хозяйства»  
680020, г. Хабаровск, ул. Волочаевская, д. 71, тел./факс (4212) 216798  
E-mail: [dvnilh@gmail.com](mailto:dvnilh@gmail.com)

*С.А. КОВАЛЕВ*

Департамент лесного хозяйства по ДФО  
680020, г. Хабаровск, ул. Волочаевская, д. 71, тел. (4212)23-27-42  
E-mail: [dlhdfo@yandex.ru](mailto:dlhdfo@yandex.ru)

### РЕЗЮМЕ

Приводятся данные о современном состоянии лесного фонда Дальневосточного региона. Установлено, что снижение качества и продуктивности лесов напрямую связано с методами хозяйствования и лесными пожарами. Для решения задач рационального использования и воспроизводства лесов необходимо преодоление противоречий между их сырьевыми и средосберегающими функциями.

*К л ю ч е в ы е с л о в а : лесной фонд, запас древесины, технология лесозаготовок, лесные пожары, расчетная лесосека, инвестиционный проект*

### SUMMARY

#### **Condition and prospects of usage and reforestation of forest resources in the Far Eastern region**

*A.P. Kovalev, A.Yu. Alexeenko* (Federal state-financed organization "Far East Forestry Research Institute"), *S.A. Kovalev* (Far Eastern Forestry Department)

The article presents data about contemporary condition of forest stock in the Far Eastern region. Decrease of quality and productivity of forests is connected with methods of management and usage and with forest fires. For the purpose of rational usage and reforestation it's necessary to overcome the contradiction between raw materials and nature protective functions.

*Key words : forest stock, stock of wood, harvesting technology, forest fires, annual available cut volume, investment project*

Лесной фонд в Дальневосточном федеральном округе занимает площадь почти 500 млн га, что составляет 80% всей террито-



рии региона. Общий запас древесины по хвойному хозяйству превышает 17,5 млрд м<sup>3</sup>, по лиственному – около 2,6 млрд м<sup>3</sup>.

Несмотря на большую площадь и огромный запас древесины качественная составляющая лесного фонда Дальнего Востока крайне невелика. За последние 20 лет существенно сократились площади наиболее ценных в хозяйственном отношении лесов в результате резкого – на 8,5 млн га – увеличения площади лиственных насаждений.

Среди основных лесных формаций наибольшие изменения наблюдаются в елово-пихтовых лесах: размеры сокращения площади ельников составляют 20%. Лиственничники почти не утратили свои позиции, в то же время доля спелых и перестойных древостоев здесь уменьшилась на 22%. Твердолиственные леса, несмотря на интенсивные вырубki ясеня и дуба, сохранили устойчивую положительную динамику, преимущественно за счет северных территорий с преобладанием каменноберезовых лесов. Прирост их составляет около 7%. Наилучшие показатели динамики у мягколиственных лесов – их площадь увеличилась более чем на четверть, хотя и здесь доля спелых и перестойных древостоев не превышает 20%.

Отрицательная динамика площади хвойных лесов привела к существенному сокращению запаса насаждений. За последние пятьдесят лет древесный запас их уменьшился более чем на 2,0 млрд м<sup>3</sup>. Средний запас древесины на 1 га лесопокрытой площади сейчас составляет около 100 м<sup>3</sup> – по хвойным, 103 – по твердолиственным и 135 м<sup>3</sup> – по мягколиственным древостоям. Леса округа имеют в целом и невысокую производительность – здесь преобладают насаждения IV-V классов бонитета. Доля высокопроизводительных лесов с полнотой 0,8 и более в доступном лесном фонде не превышает 20%.

Возникшая ситуация напрямую связана с методами хозяйствования в дальневосточных лесах. При сложившейся системе лесопользования в первую очередь вырубается лучшая древесина, наиболее продуктивные и производительные массивы. До 80%

древесины, поступающей на нижний склад, относится к I и II сортам. Остальная древесина остаётся на лесосеке, реже – используется на дрова. Ухудшению состояния лесного фонда способствует предпочтительное применение сплошнолесосечной системы рубок: на их долю приходится до 70% осваиваемой площади лесного фонда. Не улучшают ситуацию и рубки ухода за лесом, которые должны быть направлены на ускоренное выращивание и формирование ценных насаждений, предупреждение смены целевых пород. Фактически более 90% площадей, где проводились рубки ухода, ничем не отличается от таковых при обычных промышленных рубках. Объемы рубок ухода достигают 1,5 млн м<sup>3</sup> в Хабаровском и Приморском краях, свыше 0,9 млн м<sup>3</sup> – в Якутии. При этом вырубается только наиболее ценная древесина ясеня, дуба, ели, пихты и кедра.

Негативное влияние на лесной фонд оказывают и применяемые на лесосечных работах техника и технология лесозаготовок. На лесосеках происходит массовое уничтожение не подлежащих рубке деревьев, молодняка и подроста – основы будущего древостоя, значительно минерализуется их площадь. Всё это приводит к удлинению сроков воспроизводства лесов на вырубках, смене хвойных пород на мягколиственные, способствует возникновению и распространению лесных пожаров, которые, в свою очередь, являются важнейшей составляющей лесообразовательного процесса в регионе. Средняя площадь ежегодно проходимой огнем территории в округе составляет почти 1,5 млн га. Только за последние 20 лет в результате воздействия лесных пожаров площадь хвойного хозяйства уменьшилась почти на 5,0 млн га.

На снижение площадей и запасов лесов в регионе повлияло и исключение из лесного фонда в 2008 году особо охраняемых природных территорий (заповедников, памятников природы и национальных парков), передачи их в ведение МПР России. Общая площадь земель лесного фонда округа в результате такой акции уменьшилась более чем на 1%.

Ухудшению состояния лесного фонда способствуют также проблемы, связанные с расчетной лесосекой. Низкая точность и давность лесоустроительных материалов, включение в расчет пройденных рубками насаждений без учета сроков повторяемости, отсутствие данных о смене пород приводят к завышению расчетной лесосеки в 2, а иногда и более раз. Действующая на сегодня расчетная лесосека не объективно отражает реальное состояние лесов, а служит лишь для взимания арендной платы.

Таким образом, вполне очевидно, что число проблем, связанных с промышленным освоением лесов на Дальнем Востоке, с течением времени не только не уменьшается, но и значительно возрастает. Ограниченные площади и запасы оставшихся доступных для эксплуатации лесов требуют незамедлительного изменения стратегии их освоения, перехода на неистощительное лесопользование. Уже в самое ближайшее время общая доля несплошных рубок в дальневосточных лесах должна составить не менее 80%. В противном случае, через 8-10 лет все доступные для промышленного освоения леса будут пройдены сплошнолесосечными рубками, существенно увеличатся и площади вырубок, пройденных пожарами, что крайне затруднит естественное лесовозобновление на них.

Следовательно, в решении задач, связанных с рациональным использованием и воспроизводством лесов, основная роль отводится преодолению противоречий между сырьевыми и средооберегающими функциями лесов. Преобладание сырьевого направления без учета экологических факторов может привести к существенному изменению и истощению лесного фонда, увеличению доли малоценных лесов, снижению качества почти всех компонентов лесной среды. Однако и чрезмерные ограничения промышленной деятельности в лесу, зачастую, приводят к накоплению значительных объемов спелой и перестойной древесины, к неоправданным потерям её в результате естественного отпада и снижения потенциальной продуктивности лесных земель.

В целом же можно прогнозировать два направления, по которым будет осваиваться лесной фонд в Дальневосточном регионе. Первое – сохранение прежней стратегии освоения оставшихся наиболее продуктивных и качественных лесов в течение 5-8 лет, а затем, по мере их истощения, – резкий переход на полное использование всей древесной массы. Второе – не дожидаясь окончательной вырубki высокопродуктивных лесов, – повсеместное налаживание переработки как качественной, так и низкокачественной древесины. Это направление в настоящее время активно поддерживается, особенно в Хабаровском и Приморском краях, где реализуется более 10 инвестиционных проектов по созданию деревообрабатывающих производств.

Однако для его обеспечения уже сейчас необходимо решить следующие приоритетные задачи:

1. Уточнить состояние и качество лесов на современном этапе, провести повсеместную их инвентаризацию и дать коммерческую оценку.
2. Уменьшить в десятки раз объёмы сплошнолесосечных рубок и перейти на выборочную систему хозяйствования.
3. Рубки ухода за лесом проводить только в молодняках и средневозрастных древостоях до возраста приспевания.
4. Установить строгий контроль за обязательным использованием фаутной, сухостойной и малоценной древесины на лесосеках.
5. При проведении промышленных рубок обеспечить строгое соблюдение лесоводственно-экологических требований, сроков повторяемости и примыкания, а также интенсивность и равномерность выборки древесного запаса по площади.
6. Обеспечить действенный контроль за соблюдением пожарной безопасности в лесу, своевременное обнаружение и тушение пожаров.
7. Посадку лесных культур необходимо проводить только при условии отсутствия предпосылок для естественного возобновления или в случае создания специализированных ландшафтов и лесопарков.

8. Необходимо уделить должное внимание созданию специализированных комплексных хозяйств с заготовкой не только древесины, но и недревесных и пищевых продуктов леса.

Решение поставленных задач позволит перейти на реальную систему неистощительного и рационального использования и воспроизводства наших лесов, обеспечить соблюдение эколого-лесоводственных и экономических принципов лесопользования.

УДК 630

## КОММЕРЧЕСКИЕ РАЗРЕЖИВАНИЯ И ВЫБОР СТРАТЕГИИ ЛЕСОПОЛЬЗОВАНИЯ

*С.М. СИНЬКЕВИЧ, В.С. ФЕДУЛОВ*

Институт леса Карельского НЦ РАН  
185910, Республика Карелия, г. Петрозаводск, ул. Пушкинская, д. 11,  
т. (88142)768169. E-mail: sergei.sinkevich@krc.karelia.ru

### РЕЗЮМЕ

Исследована лесоводственная эффективность коммерческих разреживаний в Северном Приладожье за 20-летний период. Представлены данные о приросте древесины, динамике запаса, его качестве и повреждениях древостоя, а также об изменениях живого напочвенного покрова. Обсуждены некоторые проблемы, возникающие при планировании системы лесопользования.

**К л ю ч е в ы е с л о в а :** *коммерческие разреживания, постоянные пробные площади, прирост, планирование лесопользования*

### SUMMARY

#### **Commercial thinning forest management and selection strategy**

*S.M. Sinkevich, V.S. Fedulov* (Forest research institute, Karelian Research Centre of RAS)

Commercial thinning efficiency after 20-year around Ladoga-lake are investigated. Growth and yield, stand quality, tree-damage and ground cover are presented. Some problems of forest use planning are discussed.

**К e y w o r d s :** *commercial thinning, permanent plots, forest growth, forest use planning*

Рубки промежуточного пользования как операция, позволяющая непосредственно окупить проведение работ и, по крайней мере, теоретически – улучшить состояние лесного фонда, стали привлекать всё больший интерес лесопользователей по мере появления лесозаготовительных машин нового поколения. Одновременно на фоне прогрессирующей нехватки ресурсов спелых насаждений поздние разреживания становятся в значительной мере средством восполнения недостатков сортиментной структуры эксплуатационного фонда главного пользования.

Среди регионов Северо-Запада России по доле промежуточного пользования в общем объёме отпуска леса Карелия существенно отстаёт от считающегося оптимальным уровня в 20% [7],

но не слишком сильно отличается от соседних лесных регионов. В то же время в республике уже с конца 1980-х годов предпринимаются масштабные попытки интенсификации лесопользования на основе внедрения прогрессивных технологий. В России к настоящему времени разработано достаточно большое количество схем, в той или иной мере ориентированных на обеспечение устойчивого интенсивного лесопользования [1, 4, 6]. В то же время практика показывает, что взаимозависимость процессов лесовыращивания и лесопотребления проявляет себя на конечном этапе оборота хозяйства вне зависимости от принятых экономических моделей.

К началу текущего столетия доля рубок ухода в среднем по Карелии составляла около 5%, в то время как на территории Северного Приладожья она достигала от 50 до 85%. В дальнейшем, однако, произошло сокращение, и к 2007 году промежуточное пользование на территории Сортавальского и Питкярантского районов составляло соответственно 25 и 32% от общего отпуска, но и это было в 2,7 раза выше, чем в среднем по республике. Практический опыт, накопленный за два десятилетия и значительные площади пройденных рубками насаждений дают возможность достаточно обоснованно оценить лесоводственный эффект коммерческих разреживаний и их место в организации лесопользования.

Оценка лесоводственной эффективности рубок промежуточного пользования выполнялась на 20 постоянных пробных площадях размером от 0,2 до 0,8 га, заложенных в 1988-1993 гг. в насаждениях I-III классов бонитета, пройденных коммерческими разреживаниями интенсивностью от 16 до 54% по запасу. При закладке пробных площадей выполнялась нумерация деревьев и картирование их расположения, что позволило получить по прошествии 20 лет объективные данные о приросте и отпаде. В ходе учётных работ измерялись диаметры деревьев в двух направлениях с точностью 1 мм, строился график высот по данным 25-30 замеров и отбирались керны древесины (не менее 3 шт. на 4-сантиметровую ступень) для уточнения динамики радиального прироста в зависимости от размеров деревьев и их расположения относительно технологических коридоров. Повреждения древо-

стоя и почвы фиксировались при закладке пробных площадей; при повторном учете отмечались проявившиеся скрытые ошмыги, появление плодовых тел грибов, а также наличие гнилей на растущих деревьях (по кернам) и свежих пнях. Для оценки типологической принадлежности участка и почвенного плодородия учитывались проективное покрытие и встречаемость видов живого напочвенного покрова на 25-40 площадках.

Лесоводственной задачей разреживаний, выполняемых на поздних возрастных стадиях, является, помимо заготовки древесины, обеспечение условий для накопления максимального по объёму и ценности запаса для заключительных этапов лесопользования.

Динамика радиального прироста всех обследованных насаждений свидетельствует о высокой отзывчивости древостоев на проведение разреживания. В то же время при интенсивной выборке увеличивается подверженность деревьев экстремальным погодным условиям, что выражается в резких перепадах ширины годичных слоев.

В ряде случаев имел место первоначальный стресс в динамике ширины годичных слоев у деревьев, расположенных в непосредственной близости от технологических коридоров. Влияние последних на итоговые значения прироста по диаметру оказалось в большинстве случаев несущественным (рис. 1).

Накопление отпада за 20 лет, истекших с момента проведения разреживаний интенсивностью 30-50%, составило в среднем 20 и 24 м<sup>3</sup>/га в ельниках и сосняках соответственно, что в 2 раза меньше, чем в неразреженных древостоях. Какой-либо выраженной зависимости накопления отпада от интенсивности рубки не отмечено. Анализ пространственного распределения отпада не выявил в большинстве случаев приуроченности к технологическим коридорам.

Текущее среднепериодическое изменение запаса в ельниках II-III и в сосняках I-III класса бонитетов составило 5-3,5 м<sup>3</sup>/га. Наиболее существенно величина прироста зависит от возраста проведения разреживания (рис. 2). Данная зависимость накладывает естественные ограничения при планировании долговременной экономической эффективности лесопользования.



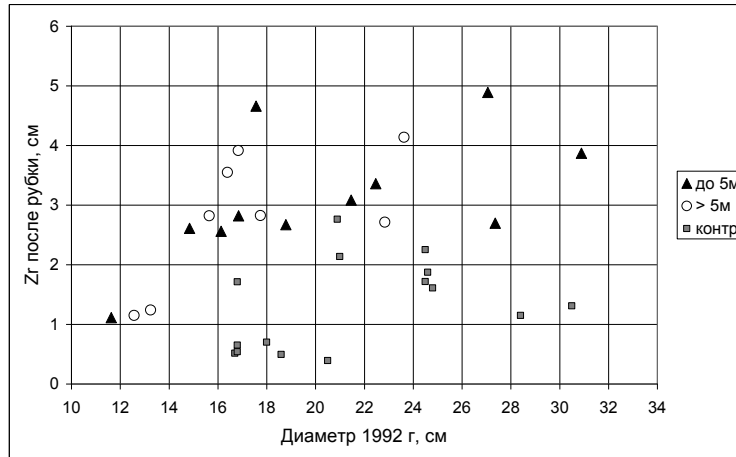


Рис. 1. Суммарный радиальный прирост деревьев разного исходного диаметра в сосняке черничном в зависимости от расстояния до технологического коридора

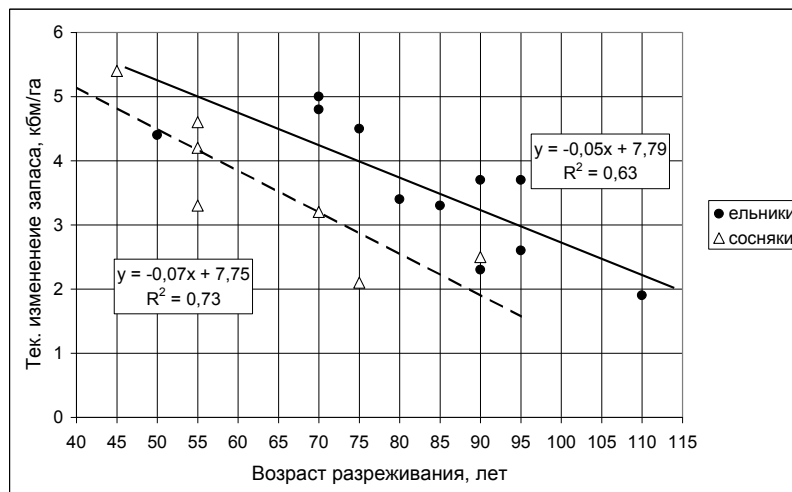


Рис. 2. Текущее среднепериодическое изменение запаса в разреженных сосняках и ельниках разного возраста

Восстановление запаса насаждений после разреживания является результирующей величиной прироста и важнейшим показателем, позволяющим планировать эффективность лесопользова-

ния на среднесрочную перспективу. В среднем в ельниках при исходных запасах 250-450 м<sup>3</sup>/га за 20 лет нехватка составляет около 25%, хотя в наилучших условиях местопроизрастания возможно достижение дорубочного уровня. В сосняках, где вырубался вдвое меньший объем древесины, различия оказались в среднем несущественны.

В то же время достижения запаса, соответствующего контрольному насаждению, не произошло ни в одном из случаев, что, в общем, совершенно закономерно, поскольку, по результатам многолетних наблюдений [5], при возрасте проведения разреживания старше 60 лет неизбежно снижение запаса к возрасту спелости.

Ценность оставленного на доращивание древостоя зависит от его породного состава, достигнутого среднего диаметра, а также в существенной мере – от аккуратности выполнения лесосечно-транспортных работ, технических параметров применяемых механизмов, несущей способности грунтов и исходной густоты. Соблюдение действующих нормативов в этой области тем более важно, что по данным финских исследователей [3], качество еловых лесоматериалов из Карелии в последние годы заметно снижается.

В насаждениях с преобладанием ели её доля за 20 лет увеличилась на 1,6 единицы, а суммарная доля хвойных – на 1,4; в сосняках доля сосны возросла на 0,3 единицы.

В общем случае, увеличение среднего диаметра разреженных древостоев, определяющего их техническую ценность, в наибольшей степени зависит от соотношения размеров вырубаемых и оставляемых на доращивание деревьев, что значительно ограничивает окупаемость проводимых коммерческих разреживаний. В то же время в смешанных древостоях интенсивное разреживание в совокупности с увеличением участия главной породы существенно влияет на общий запас крупномерной хвойной древесины (рис. 3).

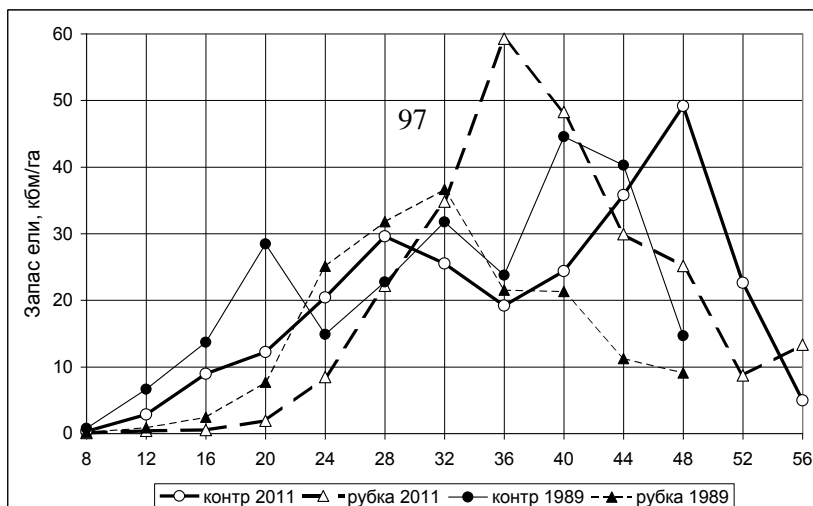


Рис. 3. Динамика распределения запаса ели по ступеням толщины в разреженном (выборка 38%) и контрольном древостоях

Сравнительно легко обнаруживаемые повреждения стволов в большинстве случаев не превышают установленных допусков (табл.).

Таблица  
Виды повреждений в насаждениях на пробных площадях (%)

Тип лесорастительных условий	Сезон рубки	Обрыв корневой системы					Ошмыги ствола		Глубина колеи, см
		10%	20%	30%	40%	50%	до 1 м	>1 м	
Е.-черн.	лето	4,6	1,3	0,7	-	-	7,2	-	30
Е.-черн.	зима	0,4	4,4	0,4	-	-	10,0	0,8	19
Е.-черн.	зима	-	0,4	0,8	0,4	0,4	0,8	-	12
Е.-черн. вл.	лето	6,8	3,6	1,0	-	-	3,1	-	15
Е.-черн.-длг.	зима	-	-	-	-	-	3,2	0,8	23
Е.-черн.-ртр.	зима	-	-	-	-	-	2,9	-	45
Е.-кисл.	лето	11,7	2,1	-	-	-	7,6	0,7	9
С.-черн.	лето	-	-	-	-	-	2,8	0,6	24

При этом слабые (до 20%) повреждения корневых систем, как правило, превышают по количеству видимые повреждения коры ствола. Глубина колеи существенно увеличивается с интенсивностью рубки. В то же время общая повреждаемость оставляемого древостоя по мере снижения густоты естественным образом падает. В Северном Приладожье значительная часть лесов произра-

стает на бывших сельхозугодьях. В этих условиях высока опасность распространения, особенно на плодородных почвах, патогенных дереворазрушающих грибов, которые нередко даже в насаждениях, не затронутых рубками. По результатам учета пней деревьев, вырубленных при повторном приеме на участке разреживания высокой интенсивности, на 25% из них были обнаружены признаки напенной гнили.

Проведенное обследование подтвердило, что на сегодняшний день, как и 40 лет назад [2], отсутствует экономически доступная технология, позволяющая осуществлять рубки промежуточного пользования без нанесения ущерба лесному биогеоценозу. Более того, приходится признать, что в случае, когда получение древесины является одной из основных составляющих целевого назначения насаждений, повреждения, наносимые механизмами, следует считать заранее предусмотренным риском, степень которого должна заранее планироваться и ограничиваться на основе лесоводственно-экономического расчёта.

В живом напочвенном покрове после разреживания, в довольно тесной связи с процентом выборки, в подавляющем большинстве случаев разрастается черника. Степень проективного покрытия злаков от интенсивности рубки практически не зависит, поэтому конкуренция между ними и древостоем за питательные вещества приурочена в основном к зоне технологических коридоров. В условиях Приладожья с выраженным преобладанием осадков над испарением существует потенциальная возможность заболачивания в результате интенсивных разреживаний. Индикатором этого процесса является степень проективного покрытия политрихума и сфагновых мхов. Их развитие свыше 20% отмечено только на двух участках, где они изначально до рубки присутствовали в значительном количестве. На прочих пробных площадях усиленное развитие сфагновых мхов приурочено к колеям технологических коридоров; это дает основания считать, что площадь последних не может эффективно использоваться корнями деревьев.

При общей лесоводственной оценке коммерческих разреживаний должно быть учтено их влияние на эффективность последующих этапов лесопользования. До определённого предела они

сказываются в основном на запасае и качестве выращиваемой древесины. Но по мере увеличения интенсивности разреживаний и приближения к возрасту спелости буферные возможности лесной экосистемы снижаются. В зависимости от целевого назначения лесов и возраста насаждения возможны либо проведение повторного разреживания, либо сплошная рубка древостоя. Последняя зачастую оказывается единственно возможным вариантом, поскольку густота ранее разреженных насаждений уже не позволяет проводить повторные приёмы без значительного риска сплошного ветровала. Перспективность «скандинавского» варианта с оставлением 150-200 лучших деревьев в качестве обсеменителей маловероятна, так как подавляющая масса насаждений формировалась в условиях высокой густоты, и период адаптации корневых систем после первого разреживания явно недостаточен для столь радикального увеличения ветровых нагрузок.

Таким образом, в общем контексте лесовыращивания и лесопользования устойчивость древостоев становится решающим фактором в определении стратегии на среднесрочную перспективу. В интересах поддержания экономически устойчивого лесопользования необходимо постоянно соотносить его интенсивность с целевым назначением лесов и их возрастной и типологической структурой даже в тех случаях, когда в силу неустойчивости общей экономической ситуации сложно уделять достаточно внимания долгосрочному планированию рубок.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Атрохин В.Г., Иевинь И.К. Рубки ухода и промежуточное лесопользование. М., 1985. 255с.
2. Иевинь И.И., Кажемак А.Я. Проблемы технологии рубок ухода. Рига. Зинатне. 1973. 296 с.
3. Отчет НИИ леса Финляндии по проекту "Качество древесины из России и двухсторонние информационные услуги по вопросам деятельности лесного сектора". МЕТЛА, 2007 (<http://www.idanmetsatieto.info/rus>)
4. Романюк Б.Д. и др. Нормативы коммерческих рубок ухода. WWF, 2004. 44 с.
5. Сеннов С.Н. Итоги 60-летних наблюдений за естественной динамикой леса. СПб, 1999. 98 с.

6. Хлюстов В.К. Закономерности формирования древесного прироста. Л.: ЛТА, 1991. 319 с.
7. Чибисов Г.А., Вялых Н.И., Минин Н.С. Рубки ухода за лесом на Европейском Севере. Архангельск: АЛТИ, 2004. 128 с.

## СУДЕБНАЯ ДЕНДРОХРОНОЛОГИЯ

*Н.М. ГИРЯЕВ, Ю.М. ЖАВОРОНКОВ*

Центр Древесных Экспертиз ООО «ЗДОРОВЫЙ ЛЕС»  
125362, Россия, г. Москва, ул. Строительный проезд, д. 7А, корп. 3,  
тел. 8 (495) 720-6540, т/факс 8 (495) 926-1075  
e-mail: [info@zles.ru](mailto:info@zles.ru), [vologda@zles.ru](mailto:vologda@zles.ru)

### РЕЗЮМЕ

Незаконные рубки лесных насаждений являются в настоящее время одной из серьезных проблем лесного хозяйства. Судебная дендрохронология в комплексе с современным оборудованием позволяет сформировать утвердительные экспертные выводы при раскрытии и расследовании правонарушений в лесном секторе экономики России.

Ключевые слова: *судебная дендрохронология, приросты древесины, перекрестная датировка, криминалистические методы, судебная экспертиза*

### SUMMARY

#### **Forensic dendrochronology**

*N.M. Giryayev, Yu.M. Zhavoronkov* (Centre of wood expertises ООО “ZDOROVYIY LES”)

Illegal cutting of forest range is currently one of the problems of modern forestry. Forensic dendrochronology combined with modern equipment allows creating affirmative expert findings in the detection and investigation of crimes in the forest sector of Russian economy.

Key words: *forensic dendrochronology, the shoot of wood, cross-dating, criminalistic methods, forensic examination*

Незаконные рубки лесных насаждений (ст. 260 УК РФ) являются в настоящее время одной из основных проблем для современного лесного хозяйства России. Расследование указанных преступлений сопровождается рядом сложных моментов, одним из которых является формирование доказательных выводов в ходе проведения экспертных исследований образцов древесины, изъятых на местах происшествий (лесонарушений).

Предлагаются разнообразные варианты решения проблемы незаконных рубок: дистанционный мониторинг, оборудование контрольно-пропускных пунктов на дорогах, контроль документации (порубочные билеты) и др. [5, 6]. Но все эти меры только начинают

развиваться и внедряться в практику охраны лесных богатств нашей страны.

Одним из методов, позволяющих доказать законность происхождения срубленной древесины, является судебная дендрохронология. Это направление, в рамках научной дендрохронологии, начало формироваться в 60-70-х годах XX века. Методическую базу разрабатывала группа специалистов Всесоюзного научно-исследовательского института судебной экспертизы СССР под руководством М.И. Розанова [8, 11-14]. Эти разработки, научные и практические исследования и публикации по данному направлению того периода во многом остаются актуальными и теперь.

Криминалистические методы судебной дендрохронологии, созданные и апробированные в XX веке, до недавнего времени были забыты и не применялись в экспертной практике. Возможно, одна из основных причин этого была раскрыта в высказывании М.И. Розанова: «Дендрохронологические исследования просты в исполнении, однако трудоёмки и требуют большого внимания» [8].

В настоящее время (XXI век), формирование доказательных выводов в ботанических судебных экспертизах, назначаемых при расследовании преступлений, связанных с незаконными рубками лесных насаждений, стало возможным благодаря использованию ряда методов научной дендрохронологии (которые используются в судебной практике) и современного измерительного и аналитического дендрохронологического оборудования, в частности, производства фирмы «RINNTECH» [5-7].

Дендрохронология – раздел экологии, занимающийся датировкой годичных слоев прироста древесины и связанных с ними событий, изучением влияния экологических факторов на величину прироста древесины, анатомическую структуру годичных слоев и их химический состав, а также анализом содержащейся в годичных слоях информации для целей реконструкции условий окружающей среды [17].

Подтверждением актуальности рассматриваемой проблемы является издание целого ряда публикаций теоретического и методического характера [1, 2, 7, 9, 10, 15, 20].

Необходимость криминалистического исследования древесины, в частности с применением методов судебной дендрохронологии, возникает при расследовании разнообразных преступлений:



убийств, хищений, поджогов, незаконных рубок лесных насаждений и оборота лесоматериалов, то есть там, где в качестве вещественных доказательств (объектов исследования) присутствуют образцы древесины (целиковые спилы, фрагменты спилов, керны, пиломатериалы, изделия из древесины и т. д.) [1, 3, 4, 12, 15].

Научная дендрохронология указывает, что динамика приростов годичных колец дерева имеет чётко выраженную корреляцию с климатическими и экологическими условиями местопроизрастания, зависит от его ближайшего окружения (древостоя) и внутренних биологических особенностей индивидуальных деревьев (генотипа, возраста, жизненного и санитарного состояния) [5, 6]. В группе деревьев, растущих вблизи друг от друга, каждое из них обладает своей уникальной кривой роста. В тоже время годичные тренды прироста у группы деревьев одной породы изменяются более или менее согласованно, особенно в части сильных угнетений, происходящих на годы с максимально неблагоприятными условиями [17, 19].

Кольцевые серии приростов древесины, входящие в обобщенные группы-хронологии, могут иметь различные календарные даты первого (сердцевинного) и последнего годичных колец (т. е. имеют разные длины кольцевых рядов – в годах), но при этом обладать сходными (синхронными) по рисунку и математическим показателям перекрестной датировкой, графикой прироста годичных колец.

Данный момент особенно важен для ботанической судебной экспертизы, так как в качестве вещественных доказательств, изъятых по правонарушениям рассматриваемой тематики, могут присутствовать образцы древесины – из бревен деревянных строений (срубов), порубочных остатков (комлевых и вершинных частей бревен) и пиловочного сортимента – подвергнутые различной механической обработке и не имеющие общих линий разделения [2, 16].

К основным методам судебной дендрохронологии можно отнести следующие: 1) перекрестная датировка древесно-кольцевых приростов; 2) визуальное сравнение графиков годичных приростов; 3) использование коэффициентов синхронности, корреляции и других математических показателей – все перечисленные методы направлены на индивидуальные либо групповые отождествления объектов (древесины) [14].

Судебная дендрохронология направлена на установление:

- экологических условий произрастания дерева и типа лесной формации;
- предположительного участка местности, на котором произрастало дерево (деревья);
- абсолютной и относительной даты колец в рядах приростов и последнего годичного прироста – год рубки или гибели дерева, год последнего кольца в обработанных пиломатериалах;
- сезона года (месяца – в вегетационный период роста дерева), когда произошла рубка или когда погибло дерево;
- жизненного состояния дерева на момент рубки (живое, жизнеспособное, угнетённое, ослабленное, сухостойное).

Кроме того, возможна идентификация целого по частям, не имеющим общей линии разделения (установление частей ствола одного дерева).

Внедрение методов судебной дендрохронологии в экспертную практику по преступлениям, связанным с незаконными рубками лесных насаждений, началось в структуре МВД России с 2006 года – в Экспертно-криминалистическом центре УВД по Вологодской области [4].

Удовлетворение возрастающей потребности формирования доказательных экспертных выводов при исследовании образцов древесины [2, 3, 16] с применением методов судебной дендрохронологии стало возможным с приобретением в 2005 году специального дендрохронологического оборудования немецкой фирмы «RINNTECH», в частности измерительного комплекса «Lintab» и программного продукта обработки измерений кольцевых приростов древесины – «TSAP» [18].

Одновременно с внедрения методов судебной дендрохронологии в ботаническую судебную экспертизу [1, 3, 9, 15] отработывались и практические приёмы изъятия вещественных доказательств при осмотрах мест происшествий [2, 4, 10].

Объектами исследования судебной дендрохронологии являются образцы древесины хвойных и лиственных пород: целиковые спилы и их фрагменты, буровые керны и различные пиломатериалы.

В структуре экспертного исследования методами судебной дендрохронологии выделяется несколько этапов:

1. Подготовка образцов древесины к исследованию – их морфологическое и анатомическое описание.

2. Исследование кольцевых приростов изучаемых объектов и контрольных образцов-кernов древесины (измерение, индексирование, абсолютная и относительная датировка образцов).

3. Построение графиков усреднённых групп объектов-хронологий, характеризующих условия местопроизрастания (конкретную территорию).

4. Сравнение графиков и математических показателей групп объектов-хронологий с группами-хронологиями, построенными по образцам древесины, изъятым у подозреваемого лица.

5. Поиск частей стволов одних и тех же деревьев (с линией разделения или без нее).

В завершение исследования экспертом формируются выводы, производится оформление заключения, которое, в свою очередь, состоит из текстовой части, фотографий объектов древесины, графических и математических приложений [1, 15, 2, 3, 16].

Основными вопросами, на которые можно получить ответ, используя методы судебной дендрохронологии, являются следующие [1, 2, 15, 16]:

➤ К каким породам древесины принадлежат образцы, представленные на экспертизу?

➤ Имеют ли образцы древесины, изъятые с транспортного средства, из лесопильного цеха, строения и т. д., и образцы, взятые с пней, порубочных остатков, бревен и т. д. на месте лесонарушения, общую групповую принадлежность?

➤ Произрастали ли ранее деревья, образцы от которых изъятые с транспортного средства, лесопильного цеха, строения и т. д., на месте лесонарушения (незаконная рубка) или на месте законной заготовки древесины?

➤ Не являются ли образцы древесины, представленные на экспертизу, частями ствола одного и того же дерева?

➤ В каком календарном году, и в каком сезоне года срублено дерево (группа деревьев)? На сколько лет позже/раньше срублено дерево (группа деревьев) по сравнению с другим деревом (группой деревьев)?

За период с 2006 по 2011 год (включительно) в ЭКЦ УВД по Вологодской области при научной поддержке Московского госу-

дарственного университета леса и НПСА «ЗДОРОВЫЙ ЛЕС» (г. Москва) выполнено более 90 ботанических судебных экспертиз с применением методов дендрохронологии (большая часть заключений – положительные).

Из вышеизложенного следует, что в настоящее время актуальным является внедрение методов судебной дендрохронологии в государственных учреждениях, например, Экспертно-криминалистические центры УМВД России, негосударственных экспертных учреждениях и организациях, например, Центр Древесных Экспертиз ООО «ЗДОРОВЫЙ ЛЕС», либо конкретными экспертами или специалистами, обладающими специальными знаниями в дендрологии, дендрохронологии, лесоводстве, лесоведении, деревообработке.

В связи с возрастающей потребностью исследования образцов древесины, в 2011 году был создан Вологодский Филиал Центра Древесных Экспертиз ООО «ЗДОРОВЫЙ ЛЕС», в котором производятся исследования древесины, как из живых деревьев различных пород, так и образцов древесины из строений (срубов) и с мест лесонарушения с использованием методов судебной дендрохронологии.

В настоящее время развитая научно-практическая основа судебной дендрохронологии, современное измерительное и аналитическое оборудование в значительной степени способствуют расширению доказательной базы при раскрытии правонарушений в лесном секторе экономики России – с целью пресечения нелегального оборота древесины и лесоматериалов.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Воронин В.И., Наурузбаев М.М., Осколков В.А. Практика применения дендрохронологической экспертизы в ходе следственных мероприятий // «Эксперт-криминалист». 2009. № 3. С. 9-12.
2. Жаворонков Ю.М. Назначение судебных экспертиз при раскрытии и расследовании преступлений, связанных с незаконными рубками леса: Методические рекомендации. Вологда: УВД по Вологодской обл., 2011. 92 с.
3. Жаворонков Ю.М. Использование методов дендрохронологии в судебно-ботанических экспертизах, производимых на базе УВД ЭКЦ по ВО при расследовании преступлений по незаконным рубкам леса // Криминалистические средства и методы в раскрытии и расследовании преступлений. М.: ЭКЦ МВД России, 2009. С. 203-206.
4. Жаворонков Ю.М. Использование потенциала ЭКЦ УВД по ВО при раскрытии и расследовании преступлений, связанных с незаконными рубками лесных насаждений // Бюлл. судейского сообщества Вологодской области № 13. 2009. С. 115, 116.

5. Липаткин В.А., Пальчиков С.Б., Румянцев Д.Е. и др. Разработка проекта методики и технологии идентификации происхождения древесины с целью подтверждения легальности её заготовки на основе дендрохронологической информации (отчет о научно-исследовательской работе). М.: МГУЛ, 2008. 127 с.
6. Липаткин В.А., Пальчиков С.Б., Румянцев Д.Е. и др. Разработка проекта методики и технологии идентификации происхождения древесины с целью подтверждения легальности её заготовки на основе дендрохронологической информации (отчет о научно-исследовательской работе). М.: МГУЛ, 2009. 106 с.
7. Липаткин В.А., Пальчиков С.Б., Румянцев Д.Е., Жаворонков Ю.М. Возможности использования метода перекрестной датировки древесно-кольцевых хронологий при расследовании дел, связанных с незаконной заготовкой древесины // Теория и практика судебной экспертизы № 3 (19). 2010. С. 244-254.
8. Методические рекомендации по криминалистической экспертизе объектов растительного происхождения. М.: ВНИИСЭ, 1972. 21 с.
9. Оркин А.Н., Малоквасов Д.С. Судебная дендрохронология: Учебное пособие. Хабаровск: Высшая школа МВД РФ. 1992. 36 с.
10. Полошкин Ю.В. Азы дендродиагностики лесонарушений: методическое пособие. Иркутск: Издательство Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, 2006. 109 с.
11. Розанов М.И. Возможности установления целого по частям при исследовании древесины и изделий из неё // Криминалистика и судебная экспертиза. Вып. 1. Киев: Киевский НИИСЭ, 1964. С. 208-215.
12. Розанов М.И. Дендрохронологический метод идентификации древесины // Криминалистика и судебная экспертиза. Вып. 2. Киев: Киевский НИИСЭ, 1965. С. 259-271.
13. Розанов М.И. Дендрохронологические методы экспертизы древесины // Экспертная техника. Вып. 34. М.: ВНИИСЭ, 1971. С. 45-65.
14. Розанов М.И. Задачи судебной дендрохронологии // Проблемы экспертизы растительных объектов. М.: ВНИИСЭ, 1972. С. 81-82.
15. Унжакова С.В., Воронин В.И., Наурзбаев М.М., Жигалов Н.Ю. Дендрохронологическая экспертиза при расследовании незаконных рубок лесных насаждений: Учебное пособие. Иркутск: Восточно-Сибирский институт МВД России, 2009. 56 с.
16. Чхобадзе А.Б., Жаворонков Ю.М. Применение дендрохронологического метода в судебно-ботанической экспертизе по делам о незаконных порубках леса // Экспертная практика. Выпуск 65. М.: ЭКЦ МВД России, 2008. С. 24-37.
17. Шиятов С.Г., Ваганов Е.А. и др. Методы дендрохронологии. Ч. I. Основы дендрохронологии. Сбор и получение древесно-кольцевой информации: Учебно-методическое пособие. Красноярск: КрасГУ, 2000. 80 с.
18. Rinn F. TSAP v. 3.5: Reference Manual. Heidelberg, 1996. 187 pp.
19. Schweingruber F.H. Tree rings and environment. Dendroecology. Paul Haupt: Berne-Stuttgart-Vienna, 1996. 609 pp.
20. Wolodarsky-Franke A., Lara A. The role of "forensic" dendrochronology in the conservation of alerce (*Fitzroya cupressoides* (Molina) Johnston) forest in Chile // Dendrochronologia, 2005. Vol. 22. N. 3. P. 235.

УДК 630\*221.02/04+630\*231.1

## **20-ЛЕТНИЙ ОПЫТ ПРОВЕДЕНИЯ ВЫБОРОЧНЫХ И ПОСТЕПЕННЫХ РУБОК В ЗАЩИТНЫХ ЛЕСАХ СЕВЕРНОГО ПРИЛАДОЖЬЯ**

*В.А. АНАНЬЕВ, С.А. МОШНИКОВ*

Институт леса Карельского научного центра РАН  
185910, Республика Карелия, г. Петрозаводск, ул. Пушкинская, д. 11,  
т. (88142)768160. E-mail: [ananyev@krc.karelia.ru](mailto:ananyev@krc.karelia.ru)

### РЕЗЮМЕ

По материалам лесоустройства проведён сравнительный анализ состояния лесного фонда за 20-летний период интенсивного лесопользования в арендуемых лесах ОАО «Ладэнсо». Дана лесоводственно-экологическая оценка сортиментной технологии лесозаготовок. Установлено, что в одновозрастных древостоях наиболее оптимальным вариантом лесопользования, обеспечивающим сохранение основных функций защитных лесов, являются 2-3-приемные постепенные рубки, в разновозрастных древостоях – выборочные рубки с интенсивностью изреживания 30-40% и оборотом хозяйства 25-30 лет.

*К л ю ч е в ы е с л о в а : одновозрастные и разновозрастные ельники и сосняки, выборочные и постепенные рубки, естественное возобновление, прирост, запас*

### SUMMARY

#### **20 years of selective and gradual fellings in protective forests of northern Ladoga region**

*V.A. Ananyev, S.A. Moshnikov* (Forest research institute, Karelian Research Centre of RAS)

A comparative analysis of the state of forest rented by “Ladenso” was carried out using forest management data for 20 years of intensive forest use. Silvicultural and ecological aspects of cut-to-length harvesting technology were assessed. We found that in even-aged stands the best method of forest use is 2-3 step gradual fellings. They ensure that the forest retain their essential protective function. The best practice in uneven-aged stands is selective fellings with 30-40% stock removal and rotation period of 25-30 years.

*К e y w o r d s : even-aged and uneven-aged pine and spruce stands, selective and gradual felling, natural reforestation, increment, volume*

Правильная организация выборочной формы хозяйства требует учета типологических особенностей, возрастной структуры насаждений и специальных исследований, направленных на выявление характера и продолжительности влияния выборочных рубок на ход роста оставшейся части древостоя. Обширные исследования по организации и ведению выборочных рубок в разновозрастных ельниках Северо-Запада были проведены ЛенНИИЛХ: на основе многолетних исследований строения, хода роста и естественного возобновления Д.П. Столяровым и В.Г. Кузнецовой [4] разработаны основные элементы выборочной формы хозяйства (оборот рубки, хозяйства, интенсивность изреживания) в разновозрастных ельниках. Изучение особенностей воспроизводства древесного запаса, темпов пополнения материнского полога ели деревьями из подроста, возрастной структуры и строения ельников после проведения выборочных рубок позволили В.А. Ананьеву [1] разработать технологию выборочной формы хозяйства для разновозрастных ельников Карелии. Также следует отметить большую работу по оценке лесоводственной и экономической эффективности выборочных рубок в Карелии, выполненную В.Н. Валяевым [2].

Однако произошедшая смена экономических приоритетов и изменение технологии лесосечных работ вынуждают вносить коррективы в ранее разработанные рекомендации; ряд организационно-технических элементов для проведения выборочных и постепенных рубок требуют уточнения для конкретных лесорастительных условий. Для принятия обоснованных решений по этим важным вопросам представляется несомненно полезным опыт длительного проведения несплошных рубок с применением сортиментной технологии в защитных лесах, арендуемых ОАО «Ладэнсо», который в перспективе будет способствовать поиску путей организации устойчивого лесопользования, сохранению и усилению полезных функций защитных лесов Северного Приладожья.

### **Объекты и методика**

Совместное советско-финское предприятие «Ладэнсо» организовано в сентябре 1990 года. В настоящее время общая

площадь арендуемых предприятием лесов составляет 124,1 тыс. га.

Данная территория относится к южному лесорастительному району Карелии средней таёжной зоны. Здесь произрастают более продуктивные древостои, чем в средней и северной Карелии. Средний класс бонитета равен III, в то время как, в целом по республике он составляет IV,3.

На лесном участке, переданном в аренду, наибольшую часть площади занимают земли, покрытые лесной растительностью (89,4%), в т. ч. лесные культуры (12,9%); нелесные земли занимают (7,1%). Не покрытые лесной растительностью земли составляют всего 3,5% общей площади участка.

Лесистость района в 1990 году составляла 79%, в настоящее время на территории «Ладэнсо» – 78%.

По видам целевого назначения лесов территория арендуемого участка относится к защитным лесам, которые представлены древостоями, расположенными в водоохранных зонах (13%), выполняющими функции защиты природных или иных объектов (2%). Ценные леса на арендуемом участке занимают 85% площади, они представлены запретными полосами вдоль водных объектов (74%) и нерестоохранными полосами (11%).

В целом по предприятию сосняки и ельники занимают 89,9 тыс. га, или 81% всей покрытой лесом площади. Следует отметить, что в арендуемых участках Питкярантского лесничества преобладают сосновые насаждения (до 50,6%), а на участках Сортавальского лесничества доминируют еловые древостои (до 47,9%). В перспективе, по проекту освоения лесов соотношение площадей по преобладающим породам на ревизионный период не меняется.

Площадь, покрытая лесной растительностью с преобладанием мягколиственных пород, в настоящее время составляет 20,9 тыс. га (19%).

Общий корневой запас насаждений в лесном фонде предприятия составляет 21,6 млн м<sup>3</sup>, в том числе хвойных – 18,3 млн м<sup>3</sup> (85%) и мягколиственных – 3,3 млн м<sup>3</sup> (15%). Запас спелых и перестойных насаждений – 14,1 млн м<sup>3</sup>, из них 12,1 млн м<sup>3</sup> (86%) приходится на долю хвойных и около 2 млн м<sup>3</sup> (14%) – на долю мягколиственных древостоев. Такая же доля мягколиственных по



запасу отмечена в целом по Карелии. На ревизионный период прогнозируется увеличение примеси лиственных пород в сосняках и ельниках на 1 единицу.

Распределение по группам возраста неравномерное. Половину площади лесного фонда (49,7%) в Питкярантском лесничестве занимают спелые и перестойные леса. По теории нормального леса, обеспечивающего равномерное и постоянное лесопользование, распределение по группам возраста должно быть примерно равным – около 20-25%. В перспективе (к 2018 г.) ситуация усугубляется тем, что прогнозируется увеличение площади спелых и перестойных лесов до 54%, а ельники этих групп возраста будут занимать 66% площади еловых лесов.

В Сортавальском лесничестве доля хвойных спелых и перестойных к концу ревизионного периода к 2018 году достигнет 78%, а по ели 83%. Всё это существенно затруднит долгосрочное планирование устойчивого лесопользования и особенно это касается отсутствия достаточного резерва средневозрастных и приспевающих насаждений.

Типологический спектр сосновых и еловых древостоев широк и представлен 11 типами леса: от бедных сфагновых до самых производительных – кисличных. Для ельников и сосняков характерно преобладание черничных типов леса, которые соответственно составляют 70% и 39%. В сосняках второе место по площади занимают брусничные типы леса (21,8%), далее идут лишайниковые (19,2%). Наиболее производительные – ельники кисличники занимают 13% площади еловых лесов. Переувлажнённые местообитания (сфагновые, травяно-сфагновые и долгомошные типы) в сосняках составляют 19% площади, в ельниках – 15%. В лесных массивах вышеуказанных типов леса заготовка древесины должна осуществляться только в зимний период.

Для оценки влияния хозяйственной деятельности на качество и продуктивность лесов были проанализированы материалы лесоустройства на момент организации предприятия и через 12 лет.

Динамика показателей лесного фонда оценивалась путём анализа выборок из имеющихся лесоустроительных материалов 1993 и 2004 гг. на территории Сортавальского и Питкярантского лесничеств (б. лесхозов).

Исследование лесоводственной эффективности постепенных и выборочных рубок выполнялось путем закладки пробных площадей в древостоях, пройденных производственными рубками в 1991-2011 гг. Всего заложено 25 постоянных пробных площадей в насаждениях различных типов леса, видов рубок, количества приемов и их интенсивности.

### Результаты и обсуждение

**Состояние лесного фонда предприятия.** Показатели породного состава насаждений за 12-летний период наблюдений практически не изменились, однако существует некоторая тенденция к снижению доли хвойных на наиболее производительных участках. В ряде категорий древостоев произошло достоверное снижение запаса. Так, в спелых сосняках черничных III класса бонитета он снизился на 40 м<sup>3</sup>/га, а в спелых сосняках брусничных IV класса бонитета на 19 м<sup>3</sup>/га. Первые за анализируемый период были объектами интенсивных рубок. Снижение запасов древостоев можно объяснить также малым периодом (10-12 лет) для полного восстановления вырубаемого запаса.

Ельники тоже явились объектом интенсивной эксплуатации, поэтому их запас и полнота существенно сократились. За 12-летний период запасы в ельниках черничных III класса снизились на 51 м<sup>3</sup>/га (16%), а относительная полнота – на 0,15.

**Лесоводственно-экологическая оценка выборочных и постепенных рубок.** Исследования, проведенные в насаждениях, пройденных постепенными и выборочными рубками с использованием сортиментной технологии лесозаготовок, показали следующее: рубки проводились в основном в высокопроизводительных сосняках и ельниках I-III классов бонитета. Работами охватывались различные условия произрастания. В сосняках – это в основном брусничные и черничные типы леса II-III классов бонитета, в ельниках представленность условий произрастания гораздо шире – от кисличных и разнотравных (I-II классов), до избыточно увлажнённых чернично-сфагновых.

Довольно велики первоначальные запасы насаждений, отводившихся в рубку. В среднем по пробным площадям этот показатель превышает 300 м<sup>3</sup>/га, в отдельных случаях достигая 400-450 м<sup>3</sup>/га. Наиболее продуктивными оказываются ельники, характеризующиеся средним запасом 350 м<sup>3</sup>/га, в сосняках этот показатель заметно ниже и составляет около 250 м<sup>3</sup>/га.

На большинстве обследованных участков рубка проведена в два приёма. Наиболее интенсивным можно считать первый приём, при котором из древостоя выбиралось в среднем 24% общего числа деревьев (колебания составляют от 10 до 48%) и 35% запаса (22-53%). Второй приём проведен спустя 14-18 лет после первого. Интенсивность его была заметно ниже – в среднем 15% по числу деревьев и 22% по запасу. В итоге средний объем стволовой древесины, заготовленной в насаждениях в течение последних 20 лет (за два приема), составил почти 190 м<sup>3</sup>/га, достигая в отдельных случаях 290 м<sup>3</sup>/га.

Анализ хода роста показал, что насаждения до рубки характеризовались достаточно высокими приростами. Так средний общий прирост составил 2,8 м<sup>3</sup>/га в год. При этом ельники демонстрируют большую продуктивность – 3,3 м<sup>3</sup>/га в год, сосняки – 2,4. Естественно, что изъятие из древостоя части деревьев в процессе рубки заметно сказалось на приросте насаждений. Так величина среднего общего прироста ко второму приему рубки сократилась до 2,2 м<sup>3</sup>/га в год, в еловых древостоях, где за счёт большей интенсивности рубки прирост уменьшился до 2,3 м<sup>3</sup>/га в год, в сосновых – до 1,8. Величина текущего среднепериодического прироста между приёмами рубки в ельниках составила в среднем 4,9 м<sup>3</sup>/га в год, в сосняках – 3,4.

Ведение выборочной формы хозяйства в разновозрастных древостоях должно быть ориентировано на полное восстановление вырубленного запаса за определённый промежуток времени (оборот хозяйства). Анализ хода роста изреженных древостоев показал, что в ельниках при интенсивности рубки 30-40% и периоде повторяемости 25-30 лет происходит полное восстановление дорубочного запаса и запаса крупномерной древесины. В сосняках с интенсивностью рубки 30-35% дорубочный запас восстанавливается через 20-25 лет при наличии в насаждении не менее 250 молодых тонкомерных деревьев.

В одновозрастных сосновых и еловых насаждениях после проведения первого приёма постепенной рубки наблюдается появление естественного возобновления главной породы. В сосняках верескового и вересково-брусничного типов леса насчитывается до 3 тыс. экземпляров на 1 га (средняя высота более 2 м). В черничных и более богатых типах подрост представлен преимущественно елью в количестве до 3 тыс./га. Наличие подраста в насаждении, пройденном вторым приёмом рубки, в количестве свыше 2,5 тыс. шт./га обеспечивает возможность проведения заключительной (сплошной) рубки. В ельниках почти повсеместно имеется мелкий и средний подрост в количестве от 2 до 4 тыс. шт./га. Наибольшее количество естественного возобновления – до 40 тыс. шт./га – отмечено на участках, где проведён заключительный приём постепенной рубки.

Важным лесоводственно-экологическим показателем рубок является повреждаемость растущих деревьев в процессе валки и трелёвки. Несмотря на высокую интенсивность изреживания, этот показатель в среднем составляет 4,4%, что в целом почти не выходит за рамки требований «Правил по заготовке древесины» [3]. Однако колебания этого показателя довольно велики – от 0 до 15%. Как правило, в сосновых насаждениях повреждаемость несколько ниже (до 4%), в ельниках, особенно сложных по форме, показатель выше и нередко превышает 5%.

В процессе исследований оценивались и отдельные организационно-технологические элементы рубок, а именно: ширина технологических коридоров (волоков), их площадь, а также степень повреждения почвенного покрова при прохождении лесозаготовительной техники. Ширина коридоров на исследованных участках равнялась 3,5-4,5 м. Их площадь в среднем составила 15% площади участка, что соответствует нормативам «Правил заготовки древесины» [3]. Амплитуда колебаний при этом достаточно велика – от 10 до 20%, что объясняется сложностью заготовки и вывозки древесины на отдельных участках.

Глубина колеи технологических коридоров зависит от несущей способности грунта и времени года, когда проводилась рубка. На большинстве участков этот показатель не превышал 20 см. Наименьшая глубина отмечена в условиях сосняков брусничных на песчаной почве, наибольшая – в ельнике чернично-сфагновом,

где в результате многократного движения трактора в условиях избыточного увлажнения образовалась колея глубиной до 1 м. На вышеуказанных участках отмечен значительный отпад в виде ветровала (до 14 м<sup>3</sup>/га). В связи с этим в данных условиях местопроизрастания до разработки лесосек необходимо проведение мелкоконтурной мелиорации или заготовка древесины должна осуществляться только в зимний период.

### **Выводы**

1. Прогрессирующее старение насаждений Северного Приладожья делает практически неосуществимым планирование устойчивого лесопользования на длительную перспективу.

2. Показатели покрытой лесом площади и породного состава насаждений после двух десятилетий интенсивной работы предприятия не ухудшились, однако произошло снижение запасов древостоев. Так, в спелых древостоях черничного типа леса III класса бонитета запас снизился на 15% в сосняках и на 16% – в ельниках.

3. Сосновые древостои, пройденные выборочными и постепенными рубками, сохраняют хорошую устойчивость и интенсивно наращивают запас. В разновозрастных сосняках оптимальным вариантом лесопользования, обеспечивающим сохранение основных функций защитных лесов, являются 2-3-приёмные постепенные рубки, которые – при достаточном количестве естественного возобновления – после очередного приёма должны заканчиваться сплошной рубкой. В разновозрастных сосновых древостоях при наличии молодых тонкомерных деревьев в количестве не менее 250 шт./га следует вести выборочные рубки с оборотом хозяйства 20-25 лет и интенсивностью 30-35%.

4. В разновозрастных спелых ельниках следует вести 2-3-приёмные постепенные рубки и при наличии 3-4 тыс.шт./га жизнеспособного елового подроста проводить заключительный приём постепенной рубки – сплошную рубку. В разновозрастных еловых древостоях необходимо продолжать выборочную форму хозяйства, при этом интенсивность изреживания не должна превышать 40%, с оборотом хозяйства 25-30 лет.

5. В связи с тем, что в ельниках, произрастающих на избыточно увлажненных почвах наблюдается значительный отпад в виде ветровала, до разреживания в данных условиях необходимо проведение мелкоконтурной мелиорации.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ананьев В.А. Изучение закономерностей строения и хода роста разновозрастных ельников Карелии, пройденных выборочными рубками. Автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук. Л., 1981. 22 с.
2. Валяев В.Н. Выборочные и сплошнолесосечные рубки в Карелии (Сравнительная продуктивность хозяйства). Изд. 2-е. Петрозаводск: Карелия, 1989. 102 с.
3. Правила заготовки древесины (утв. Приказом МПР России от 16.07.2007 N 184).
4. Столяров Д.П., Кузнецова В.Г. Организация выборочной формы хозяйства в таежной зоне Европейской части СССР. Методические рекомендации. Л.: ЛенНИИЛХ, 1973. 98 с.

**Круглый стол № 4  
ИННОВАЦИИ И ТЕХНОЛОГИИ  
В ВОСПРОИЗВОДСТВЕ ЛЕСОВ**

---

УДК 630\*

**COST-EFFECTIVE FOREST REGENERATION –  
CASE SPRUCE PLANTING**

*TIMO SAKSA*

Finnish Forest Research Institute  
Suonenjoki Research Station, Juntintie 154, FI-77600 SUONENJOKI, FINLAND  
+358503914834, [timo.saksa@metla.fi](mailto:timo.saksa@metla.fi)

**SUMMARY**

Forest regeneration – from clear-cut to the first commercial thinning in next forest stand – includes a chain of choices and activities. The chain of keystone actions starts from the choice of soil preparation. Secondly, good quality container seedlings with correct stem size / root volume relation are handled and planted properly. In the young stand phase the proper timing of early cleaning and later young stand treatment is in the key position for cost-effective young stand management. The quality and cost-effectiveness of the whole chain depends on the success of every different action done during the regeneration phase and how well the chosen actions suit together.

*Key words: forest regeneration, spruce, soil preparation, planting, young stand management*

**РЕЗЮМЕ**

**Рентабельность лесовосстановления при выращивании еловых культур**

*Тимо Сакса* (Финский научно-исследовательский институт лесного хозяйства)

Лесовосстановление – от сплошной вырубki материнского древостоя до первой коммерческой рубки в новом насаждении – включает в себя цепочку из намерений и действий. Основополагающим звеном является подготовка почвы. Вторым по значению – правильное выращивание и посадка качественных контейнеризированных саженцев, имеющих хорошее соотношение надземной части и корневой системы. В фазе молодого древостоя своевременное проведение осветления и прочисток являются основой для рентабельного выращивания. Качество и экономическая эффективность всей цепочки в целом зависят от успеха каждого действия, предпринятого на каждой стадии выращивания, и насколько хорошо все мероприятия увязаны друг с другом.

*Ключевые слова: восстановление леса, ель, подготовка почвы, посадка, выращивание молодого древостоя*

After clear-felling the first task is soil preparation. In spruce planting on fertile site types mounding has proved to be the best soil preparation method. Even the direct cost of mounding with excavator is about twice as expensive as disc trenching, costs of early cleaning and later young stand treatment are much lower on mounded areas as compared to disc trenched ones [4].

The quality planting material has also a key role in the success of regeneration chain. Container seedlings should be vigorous and they should have proper relation between stem height and root volume [2, 5]. Seedlings should be handled properly before planting when transferring and storing them between nursery and the planting site.

On mounds seedlings have good opportunity to compete against ground vegetation and the mounds including double humus layer offer rich nutrient storage for rapid growth [3]. In order to get advantage of this nutrient storage, seedlings must be planted deep enough and mounds should not be too high. When a mound has a mineral soil surface, the risk of pine weevil (*Hylobius abietis* L.) damages are much lower than on humus surface.

On fertile sites birch and other hardwood species are usually numerous and their growth rhythm is more rapid than that of planted spruce seedlings. Early cleaning is usually needed 4-6 years after planting in order to ensure free growing space for spruce saplings. There is no reason to delay early cleaning because one year increases the costs of clearing saw work about 10% [1].

Later young stand treatment takes place about five years after early cleaning (spruces are 3-4 meters in height). After that the stand is ready to grow up to the first commercial thinning when spruces are about 14-16 meters tall and stand age is about 25 years. According to wood price and cost level of today, the income from the first thinning brings in most of capital invested in regeneration activities.

#### REFERENCES



1. Kaila S., Kiljunen N., Miettinen A. & Valkonen S. 2006. Effect of timing of precommercial thinning on the consumption of working time in *Picea abies* stands in Finland. *Scandinavian Journal of Forest Research* 21: 496-504.
2. Rikala R. 2002. Metsätaimiopas. Taimien valinta ja käsittely tarhalta uudistus-  
lalle. Metsätutkimuslaitoksen tiedonantoja 881. (Tree seedling guide: Selection and  
handling of forest tree seedlings). Finnish Forest Research Institute, Research Notes  
881. – 106 p. In Finnish.
3. Saksa T., Heiskanen J., Miina J., Tuomola J. & Kolström T. 2005. Multilevel  
modelling of height growth in young Norway spruce plantations in southern Finland.  
*Silva Fennica* 39(1): 143-153.
4. Uotila K., Rantala J., Saksa T. & Harstela, P. 2010. Effect of soil preparation  
method on economic result of Norway spruce regeneration chain. *Silva Fennica* 44(3):  
511-524.
5. Zhigunov A., Saksa T., Sved J. & Nerg J. 2011. Fundamentals of container tree  
seedling production. St. Petersburg Forestry Research Institute & Metla, St. Peters-  
burg. 28 p.

УДК 632.954+630.232

## СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПУТИ РАЗВИТИЯ ХИМИЧЕСКОГО МЕТОДА УХОДА ЗА ЛЕСОМ В РОССИИ

*А.Б. ЕГОРОВ, А.А. БУБНОВ, Л.Н. ПАВЛЮЧЕНКОВА,  
А.Я. ОМЕЛЬЯНЕНКО*

ФБУ «Санкт-Петербургский НИИ лесного хозяйства»  
194021, Санкт-Петербург, Институтский пр., д. 21 Тел.: (812) 552-80-16  
E-mail: [spb-niilh@inbox.ru](mailto:spb-niilh@inbox.ru)

### РЕЗЮМЕ

Даётся оценка современного состояния химического ухода за лесом в России и ассортимента гербицидов на различных лесохозяйственных объектах. Приводятся примеры технологических схем применения 2-3-компонентных баковых смесей гербицидов. Оценивается степень снижения химической и токсикологической нагрузки на окружающую среду и материальных затрат при использовании баковых смесей современных гербицидов.

*К л ю ч е в ы е с л о в а : химический уход, гербициды, биологическая эффективность, токсичность, баковые смеси*

### SUMMARY

#### **Modern condition and ways of development of chemical method of the forest care in Russia**

*A.B. Egorov., A.A. Bubnov., L.N. Pavluchenkova, A.Y. Omelyanenko (St. Petersburg Forestry Research Institute)*

The estimation of a modern condition of a chemical care of forest in Russia and assortments of herbicides on various forest objects gives. Examples of technological circuits of application 2-3-component tank mixtures of herbicides are resulted. The degree of reduction of chemical and toxicological loading on an environment and material inputs is estimated at use tank mixtures of modern herbicides.

*К е у w o r d s : chemical treatment, herbicides, biological efficacy, toxicity, tank mixture*

Применение химического метода на всех стадиях лесовыращивания позволяет успешно решить проблему устранения конкуренции со стороны нежелательной растительности с минимальными затратами и при высоком уровне экологической безопасности [1]. Перспективы развития химического метода ухода за лесом обусловлены возможностью постоянного изменения и рас-

ширения ассортимента применяемых гербицидов и связанного с этим совершенствования технологий их применения на разных стадиях лесовыращивания. Основная цель – повышение биологической эффективности и экологической безопасности метода, снижение стоимости и трудозатрат химических обработок. Непрерывное совершенствование метода и ассортимента применяемых гербицидов позволяет считать его наиболее перспективным направлением в борьбе с нежелательной растительностью на ближайшие годы.

Так, применение системы гербицидов в лесных питомниках открытого грунта позволяет при минимальных затратах существенно повысить выход и качество посадочного материала хвойных пород, снизив при этом его себестоимость [4]. Однократное применение гербицидов радикально решает проблему конкуренции нежелательной растительности при содействии естественному возобновлению, химической подготовке почвы под культуры, реконструкции малоценных молодняков, уходе за лесными культурами, плантациями и смешанными молодняками, а также в спелых древостоях для предотвращения вегетативного возобновления осины после их рубки [2, 4].

Разработка нового препарата требует колоссальных денежных затрат (порядка 20 млн долларов США) и около 10 лет исследований, после чего препарат начинает применяться в производственных масштабах. Поэтому наиболее доступным способом расширения и совершенствования ассортимента гербицидов для лесного хозяйства России является адаптация препаратов (как импортных, так и отечественных), используемых в сельском хозяйстве. Это позволяет достаточно оперативно вносить коррективы в существующий ассортимент, дополняя его наиболее эффективными соединениями, отвечающими современным экологическим и санитарно-гигиеническим требованиям.

В настоящее время ассортимент гербицидов, применяемых в лесном хозяйстве России, позволяет обеспечить минимальные потребности в устранении нежелательной растительности в лес-

ных питомниках, на лесокультурных площадях и древостоях различного возраста. Однако, он недостаточно широк как с точки зрения представленности в нём препаратов различных химических групп, так и с точки зрения селективности используемых соединений в отношении выращиваемых древесных пород (табл. 1).

Таблица 1

**Ассортимент гербицидов для лесного хозяйства**

Торговое название	Действующее вещество	Применяемые дозы, л/га (кг/га)	Токсичность для тепл. животных (ЛД <sub>50</sub> ), мг/кг	Объекты применения
Раундап, глифос и др.	глифосат	3-8	4900	питомники, лесные площади
Арсенал	имазапир	2-3	3000	лесные площади
Анкор-85	сульфометурон-метил	0,02-0,35	5000	питомники, лесные площади
Суперстар	метсульфурон-метил	0,02-0,025	5000	питомники
Зеллек-супер	галоцифоп-Р-этоксиметил	0,5-1	5000	питомники
Гренч	метсульфурон-метил	0,015-0,025	5000	питомники

На сегодняшний день для производственного применения в лесном хозяйстве России официально зарегистрированы гербициды на основе шести действующих веществ – глифосата, галоцифоп-Р-этоксиметила, имазапира, метсульфурон-метила, сульфометурон-метила и трибенурон-метила. Последние три химических соединения относятся к группе сульфонилмочевины – самой современной и экологически малоопасной химической группы пестицидов. Все рекомендуемые в настоящее время для применения гербициды – малотоксичные соединения, имеющие показатели ЛД<sub>50</sub> более 3000 мг/кг. Показатель ЛД<sub>50</sub> всех гербицидов на основе сульфонилмочевины не ниже 5000 мг/кг, что в сочетании с очень низкими дозами делает их наиболее безопасными из всех других препаратов.

Известно, что одним из эффективных путей предотвращения появления резистентных форм сорняков является использование смесей препаратов. В последние годы всё более широкое распространение в лесном хозяйстве всего мира получают смеси гербицидов, как заводские, так и баковые. Это обусловлено возможностью существенного расширения не только спектра действия такой смеси по сравнению с исходными компонентами, но и значительного усиления эффективности её действия за счёт возникновения синергизма при удачном сочетании компонентов. В частности, примером такого сочетания является использование баковой смеси препаратов глифосата с гербицидом анкор-85, что позволяет не только значительно расширить спектр действия на сорные растения, но и обеспечить подавление ряда злостных сорняков, относительно устойчивых к действию как глифосата, так и анкора-85 по отдельности. Эта смесь ранее рекомендована нами для производственного применения в посевах и посадках хвойных пород [3, 4].

В последнее время в мировой практике использования пестицидов прослеживается тенденция к снижению гектарных норм расхода препаратов, переходу на относительно экологически безопасные соединения, снижению общей химической нагрузки на окружающую среду. Помимо прочего, это обеспечивается также широким использованием премиксов и баковых смесей гербицидов, содержащих два-три, а иногда и больше компонентов, являющихся физиологически активными веществами. За счёт повышения биологической эффективности в комбинированных препаратах (смесях) каждый из компонентов, как правило, присутствует в меньшей норме расхода. Это подтвердили и результаты наших экспериментов с различными сочетаниями компонентов в смесях при использовании их, в частности, для подавления нежелательной травянистой растительности на вырубке (табл. 2).

В ФБУ «СПбНИИЛХ» проводятся исследования не только в направлении поиска новых эффективных химических веществ, позволяющих решить проблему устранения сорной и нежелательной травянистой и древесной растительности с наименьшими

денежными и трудовыми затратами, но и совершенствования технологий применения гербицидов.

Таблица 2

**Эффективность подавления нежелательной травянистой растительности на вырубке (обработка 09.06.2010 г., учёты – 07.06. и 17.08.2011 г.)**

Вариант опыта	Эффективность подавления сорняков (%), по датам учётов					
	Однодольные сорняки		Двудольные сорняки		Однодольные и двудольные сорняки	
	07.06	17.08	07.06	17.08	07.06	17.08
1. Раундап, 8 л/га	44	40	62	8	55	23
2. Арсенал, 3 л/га	33	-2	75	41	58	16
3. Анкор-85, 300г/га	-8	-2	55	31	25	14
4. Раундап, 4 л/га + анкор-85, 150 г/га	92	48	92	49	93	48
5. Арсенал, 1,5 л/га + анкор-85, 150 г/га	52	52	70	18	63	34
6. Раундап, 4 л/га + арсенал, 1,5 л/га	92	50	78	47	84	48
7. Раундап, 2,7 л/га +арсенал, 1 л/га + анкор-85, 100 г/га	96	78	92	35	94	55
8. Раундап, 4 л/га +арсенал, 0,5 л/га + анкор-85, 75 г/га	96	78	90	33	93	54

Помимо повышения биологической эффективности подавления нежелательной растительности при применении баковых смесей гербицидов, существенным их преимуществом является также снижение химической и токсикологической нагрузки на окружающую среду и стоимости химической обработки единицы площади.

Нами установлено, что предлагаемые баковые смеси, перспективные для применения на различных категориях лесных земель, существенно снижают токсическую и химическую нагрузку (табл. 3).

Таблица 3

**Показатели химической и токсикологической нагрузки для гербицидов и их смесей на различных лесохозяйственных объектах**

Цель применения гербицидов и лесохозяйственные объекты	Вариант применения гербицидов	Химическая нагрузка, кг/га, л/га	Индекс токсикологической нагрузки **
Подготовка площади под посадку лесных культур, реконструкция малоценных молодняков	<b>Раундап + арсенал + анкор-85</b>	<b>4,6</b>	<b>9</b>
	Раундап *	8,0	16
	Арсенал *	3,0	6
Химический уход за культурами и плантациями	<b>Раундап + арсенал</b>	<b>4,3</b>	<b>9</b>
	Раундап *	8,0	16
Обработка паровых полей питомника	<b>Раундап + анкор-85</b>	<b>4,0</b>	<b>8</b>
	Раундап *	6,0	12

П р и м е ч а н и я . \* Базовые варианты; \*\* – индекс токсикологической нагрузки рассчитывался по формуле  $T_n = D / LD_{50} \cdot 10000$ , где D – доза препарата, кг/га (л/га); LD<sub>50</sub> – токсичность для теплокровных животных, мг/кг

Как видим, только за счет рационального подбора баковых смесей в большинстве случаев обеспечивается снижение токсикологической нагрузки в 1,5-2 раза (при одновременном повышении биологической эффективности). В качестве базовых вариантов, с которыми сравниваются смеси, выбраны обработки раундапом или арсеналом в рекомендованных ранее для этих объектов дозах.

Снижение стоимости гербицидов на единицу площади при использовании смесей препаратов составляет: для вырубок и малоценных молодняков – до 50%, для лесных культур ели – 25-40%, для паровых полей питомников – 20-25%.

Трудозатраты на опрыскивание невелики и в среднем составляют от 0,5 до 1,5 чел./дней на 1 га – для паровых полей и лесокультурных площадей соответственно. А при использовании предлагаемых нами смесей гербицидов они снижаются также за счёт более полного и долговременного подавления нежелательной растительности по сравнению с применением этих же препаратов по отдельности и в более высоких дозах (см. табл. 2).

Таким образом, химический метод ухода за лесом с использованием современных гербицидов имеет очевидные преимущества:

- высокую биологическую эффективность в течение длительного времени;
- современный уровень экологической безопасности;
- относительно низкую стоимость проведения работ;
- низкую трудоёмкость;
- широкие возможности совершенствования.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Егоров А.Б., Бубнов А.А., Павлюченкова Л.Н., Омеляненко А.Я. Инновационные технологии химического ухода за лесом // Материалы международной научно-практической конференции 22-23 марта 2011 г., Санкт-Петербург, ФГУ «СПбНИИЛХ», 2011. СПб: Труды СПбНИИЛХ. 2011. Вып. 1(24), ч. 1. С. 31-36.
2. Омеляненко А.Я., Павлюченков Н.А. Особенности последующего естественного возобновления ели после предварительной химической подсушки осины перед сплошной рубкой древостоя // Труды СПбНИИЛХ, 2006. Вып. 3(16). С. 61-67.
3. Применение гербицидов при выращивании хвойных пород и березы в лесных питомниках (Практические рекомендации) / Сост. Егоров А.Б. и др. СПб: СПбНИИЛХ, 2005. 48 с.
4. Применение гербицидов при уходе за лесом (Практические рекомендации) / Сост. Егоров А.Б. и др. СПб.: СПбНИИЛХ, 2005. 28 с.



## СОЗДАНИЕ ПЛАНТАЦИЙ ГИБРИДНОЙ ОСИНЫ

*А.Л. ФЕДОРКОВ*

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН  
167982 Республика Коми, г. Сыктывкар, ул. Коммунистическая, д. 28,  
тел. 8(8212)24 50 03, факс 8(8212)24 01 63  
e-mail: *fedorkov@ib.komisc.ru*

### РЕЗЮМЕ

Гибридная осина – гибрид между евроазиатской (обычной) и американской осиной с выраженным гетерозисом роста (гибридной мощностью). Возраст главной рубки при ориентации на получение балансов составляет для гибридной осины 25-35 лет, годичный прирост в высоту у нее может достигать 1 м, по диаметру 1 см, а запас в 25-летнем возрасте составляет около 300 м<sup>3</sup>/га, то есть примерно на 50% больше, чем у местной осины. Работы по созданию плантаций гибридной осины ведутся в Швеции, Финляндии, Эстонии, Латвии, Литве. В 2008 г. Институт биологии Коми НЦ УрО РАН получил 46 клонов гибридной осины селекции Института леса Финляндии (METLA). В 2009 г. была «обкатана» технология выращивания посадочного материала путём укоренения корневых черенков на базе тепличного комплекса «Монди Сыктывкарский ЛПК» и заложен клоновый архив (0,25 га) на землях Института биологии Коми НЦ УрО РАН.

**К л ю ч е в ы е с л о в а :** *гибридная осина, корневые черенки, архив клонов, клональное микроразмножение*

### SUMMARY

#### **The establishment of hybrid aspen plantations**

*Fedorkov A.L.* (Institute of Biology of Komi Scientific Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences)

A hybrid between common aspen (*Populus tremula*) and trembling aspen (*Populus tremuloides*) is known as hybrid aspen. The rotation time for hybrid aspen is 25–35 years, mean annual increment can be reach 20 m<sup>3</sup>/ha per year and volume stock is about 300 m<sup>3</sup>/ha. This is about one and half can be expected from the native aspen growth. The establishment of hybrid aspen plantations is carried out in Sweden, Finland, Estonia, Latvia and Lithuania. Institute of Biology Komi Science Center RAS has got 46 hybrid aspen clones from Finnish forest Research Institute in 2008. These clones were replicated in greenhouse using root suckering in 2009. The clonal archive (area 0,25 ha) was established in 2010.

**K e y w o r d s :** *hybrid aspen, root suckering, clonal archive, micropropagation*

Гибридная осина – гибрид между евроазиатской (обычной) и американской осиной (*Populus tremula* × *Populus tremuloides*).

Гибриды обладают ярко выраженным гетерозисом (гибридной мощностью), то есть растут быстрее обоих родителей.

По прогнозным моделям хода роста плантационных культур возраст главной рубки, при ориентации на получение балансов, составляет для гибридной осины 25-35 лет. Годичный прирост в высоту у неё может достигать 1 м, по диаметру – 1 см, а запас в 25-летнем возрасте составляет около 300 м<sup>3</sup>/га, то есть примерно на 50% больше, чем у обычной осины. Гибридная осина является быстрорастущей породой со светлой древесиной, целлюлоза из которой не требует отбеливания при производстве бумаги. Это снижает затраты и имеет положительное значение с природоохранной точки зрения. Поскольку содержание лигнина в древесине гибридной осины низкое, а углеводов – высокое, она легко поддаётся химической и механической обработке. Древесина имеет тонкостенные, короткие, небольшого диаметра волокна, что делает её идеальным сырьем для производства бумаги.

В Северной Европе первые скрещивания между евроазиатской и американской осиной были проведены в 1939 году в Швеции. Интерес к гибридной осине в то время был вызван потребностями спичечной промышленности в древесине. К 1952 году было получено более 50 гибридных семей, однако в 1960 году предприятия по производству спичек в Швеции были закрыты, и селекционные работы с гибридной осиной прекратились. Интерес к гибридной осине снова возник в 1980-х годах, когда появилась необходимость облесения земель, вышедших из-под сельскохозяйственного пользования. Другими причинами возобновления работ по селекции гибридной осины в Швеции были энергетический кризис середины 1970-х годов с одной стороны, и отличное качество её древесины для производства бумаги, с другой. За 1986-1991 годы получено 280 клонов гибридной осины, которые высажены в 14 архивах. В 2000 году проведена селекционная оценка клонов по 13 параметрам, характеризующим качество ствола и древесины, при этом была выявлена значительная межклоновая изменчивость по этим признакам.

В Финляндии первые скрещивания между европейской и американской осиной были проведены в 1950 году. В 1950-1960-х годах было выполнено несколько сотен вариантов скрещиваний.

Гибридным потомством было заложено 17 участков опытных культур и 670 участков производственных культур по всей стране. Позднее были получены гибриды 2-го поколения, которые также были высажены в культуры. В то время интерес к древесине осины и тополя был вызван потребностями спичечной промышленности, однако впоследствии он угас. В 1990-х годах работы по селекции гибридной осины возобновились в связи с потребностями ЦБП в качественном древесном сырье. После 1995 года, в заложенных ранее культурах было отобрано по показателям роста и качества ствола около 400 плюсовых деревьев. После проведения детального анализа физико-химических свойств древесины этих плюсовых деревьев из них было отобрано 50 лучших для последующего вегетативного размножения и создания плантаций.

С конца 1990-х годов работы по созданию плантаций гибридной осины ведутся в Эстонии, Латвии, Литве – в основном на неиспользуемых землях сельскохозяйственного назначения, а также на вырубках. Посадочный материал гибридной осины выращивается из корневых черенков и с использованием микроклонального размножения.

В Республике Коми работы по выращиванию гибридной осины были инициированы и профинансированы ОАО «Монди Сыктывкарский ЛПК». В 2008 году было заключено соглашение о научном сотрудничестве между Институтом биологии Коми НЦ УрО РАН и Институтом леса Финляндии (METLA). В этом же году Институт биологии Коми НЦ УрО РАН получил 46 клонов (по 2 раметы) гибридной осины селекции Института леса Финляндии (METLA). Для получения корневых черенков в Сысольском лесничестве Республики Коми был заложен небольшой маточный участок саженцами, полученными из Финляндии.

В 2009 году была «обкатана» технология выращивания посадочного материала путём укоренения корневых черенков на базе тепличного комплекса «Монди Сыктывкарский ЛПК» в Сысольском лесничестве Республики Коми. Черенки укоренялись в вертикальном положении («комлем» вверх) в торфяном субстрате. Укореняемость составила ~ 50%. Укоренившиеся черенки пересаживались в ячейки более крупного размера.

В 2010 году выращенными саженцами был заложен клоновый архив (площадью 0,25 га) на землях Института биологии Коми НЦ УрО РАН. В архиве представлено 46 клонов гибридной осины и 10 клонов (по 4-5 рамет) обычной осины.

В ближайшие годы предусматривается:

- отработать технологию микроклонального размножения;
- заложить 2-3 экспериментальных участка (клоновых архива) в южной части Республики Коми;
- оценить рост и состояние клонов гибридной осины на этих участках в возрасте 4-5 лет;
- перейти к созданию опытно-производственных плантаций.

Таким образом, создание плантаций гибридной осины с коротким оборотом рубки будет способствовать в будущем обеспечению предприятий ЦБП сырьем и, в определенной мере, – решению природоохранных проблем (использованию брошенных земель, сокращению расстояния вывозки древесины, сохранению девственных лесов, депонированию углерода).

УДК 630\*311.3:582.475(470.22)

**СИСТЕМА ПРОГНОЗА УРОЖАЯ ШИШЕК И СЕМЯН  
НА ЛЕСОСЕМЕННЫХ ПЛАНТАЦИЯХ  
СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ В КАРЕЛИИ**

*Б.В. РАЕВСКИЙ*

Институт леса Карельского НЦ РАН  
185910, г. Петрозаводск, ул. Пушкинская, д. 11, (8142)76-81-60  
E-mail: raevski@drevlanka.ru

**РЕЗЮМЕ**

На основе обобщения многолетних данных по динамике цветения и плодоношения лесосеменных плантаций сосны обыкновенной в Карелии разработана новая система прогноза и количественного учета урожая шишек и семян. Подтверждена тесная корреляция обилия женского цветения сосны с относительной влажностью за август месяц на срок 13 часов в год заложения макростробилов. Рассчитаны уравнения регрессии для перехода от балльных оценок обилия плодоношения к количеству шишек и полнозернистых семян на одном дереве в зависимости от среднего возраста и высоты плантации.

*К л ю ч е в ы е с л о в а : лесосеменные плантации, сосна обыкновенная, урожайность, шишки, семена*

**SUMMARY**

**Cone and seed yield forecasting in Scotch pine seed orchards in Karelia**

*B.V. Raevsky* (Forest Research Institute, Karelian Research centre, RAN)

New method of cone and seed crops forecasting and quantitative evaluation has been designed based on long-term data series of Scotch pine seed orchards flowering and bearing cones. Closed correlation between Scotch pine female flowering intensity and mean relative humidity at 1 p. m. in august of the year when female buds' primordiums are laying down was confirmed. To convert female flowering abundance number into quantity of cones a group of regression equations were designed according to seed orchard's mean height and age.

*K e y w o r d s : seed orchards, Scotch pine, cones, seeds, crop*

## **Введение**

Указания по лесному семеноводству в Российской Федерации за 2000 г. [6] демонстрируют несомненный прогресс в области прогноза и учета урожая семян по сравнению с предыдущими изданиями [3, 4]. Впервые появляется термин «прогноз» и говорится, что он может быть долгосрочным и краткосрочным. Существенно увеличивается набор рекомендуемых методов определения ожидаемого урожая шишек и семян хвойных видов. В частности для лесосеменных плантаций (ЛСП) и постоянных лесосеменных участков (ПЛСУ) сосны обыкновенной предлагаются методика Прибалтийской ЛОС и шкала К.В. Краснобаевой. Первая методика обеспечивает переход от глазомерных оценок обилия урожая шишек по шестибальной шкале к их количеству в кроне дерева. Шкала К.В. Краснобаевой устанавливает связь балльных оценок обилия женского цветения с урожаем шишек в штуках и количеством полнозернистых семян (по массе и в тысячах штук) на отдельном дереве. И та и другая методики созданы в условиях зоны хвойно-широколиственных лесов (Прибалтики и Среднего Поволжья, соответственно). Очевидно, что такого рода оценочные шкалы (таблицы) должны разрабатываться и применяться строго на зональной основе. Для таежной зоны европейской части России, в частности, это означает необходимость составления соответствующих оценочных таблиц для южной и средней подзон тайги с учетом физико-географических особенностей отдельных ее областей. В настоящей работе рассматривается система прогноза обилия цветения и плодоношения на ЛСП сосны обыкновенной в подзоне средней тайги Восточной Фенноскандии (Карелия).

## **Объекты и методы исследований**

В основу разработанной системы прогноза положены два массива фактических данных. Первый массив сформировался на основе многолетнего изучения динамики роста и репродуктивной

активности самой старой из ныне существующих лесосеменных плантаций сосны обыкновенной в Карелии. Опытный участок испытания клонов сосны площадью 2 га был создан осенью (сентябрь) 1974 г. на территории Олонецкого базисного лесного питомника посадкой 4-летних привитых саженцев. В течение 30 лет (1975-2005 гг.) здесь велись наблюдения за ростом и развитием деревьев. С 1979 по 1992 гг. учеты обилия цветения и плодоношения проводились ежегодно. Исследования сопровождались регулярными фенологическими наблюдениями и регистрацией метеоданных (температура и относительная влажность воздуха, температура почвы, сила и направление ветра и т. д.). В период с 1979 по 1983 г. женские стробилы непосредственно подсчитывались по всей кроне, а с 1984 г. их обилие оценивалось по шестибалльной шкале. Ежегодно отбирались образцы шишек по клонам для анализа структуры урожая. В 1988 и 1992 гг. урожай шишек был собран с модельных деревьев (по 3 раметы на клон) полностью. Методика работы, а также выводы и результаты, полученные на основании экспериментальных данных с этого объекта и других опытных участков, расположенных на укрупнённой Олонецкой лесосеменной плантации, подробно изложены в работе Б.В. Раевского и А.А. Мордася [5].

В 2007 г. для проверки выявленных закономерностей на более обширном статистическом материале и в целях совершенствования методик селекционно-генетической оценки клонов сосны и прогноза урожая аналогичные исследования были продолжены на Петрозаводской ЛСП. Были отобраны 74 клона сосны обыкновенной, по 5 нормально развитых рамет (прививок) на каждый клон, произрастающие в пределах одного поля Петрозаводской ЛСП, заложенного в 1982-1984 гг. Их материнские деревья происходили из Южнокарельского лесосеменного района, где расположена и сама плантация. На момент начала работ возраст клонов составил 24 года.

В 2007 г. сделано глазомерное описание клона по набору габитуальных признаков [5]. В период наблюдений (2007-2011 гг.) глазомерные учеты обилия мужского и женского цветения проводились по шестибалльной шкале [2] откорректированной при-

менительно к лесосеменным плантациям [5]. В конце вегетационного периода учёт обилия плодоношения делался с использованием той же шкалы, что и для макростробилов.

В 2007 г. организован сбор образцов шишек для последующего анализа. Отбирались нормально развитые, здоровые шишки в количестве 12 шт. на рамету (60 шт. на клон). В лабораторных условиях измерялись: длина шишки, её диаметр в самом широком месте (с точностью до 0,1 мм), объём шишки (с точностью до 1 мм<sup>3</sup>). Шишки раскладывались в пронумерованные ячейки, отдельно по каждой рамете. На следующий день измеренные образцы взвешивались с точностью до 1 мг и оставлялись на досушивание. Окончательное досушивание образцов производилось в сушильном шкафу при температуре 50-60° С. Из шишки извлекались все семена (полные и пустые) с крылатками и упаковывались в отдельный бумажный пакет с указанием номера клона, номера раметы и номера шишки в образце. Затем семена обескрыливались. Пустые семена путем легкого надавливания отделялись от полных семян. Глазомерно определялся цвет крылатки и полных семян. Подсчитывалось количество полных семян из каждой шишки, и определялся их вес с точностью до 0,5 мг.

Осенью 2009 г. с 15 модельных деревьев (по 3 раметы на каждую градацию шкалы обилия плодоношения) были собраны и сочитаны все шишки. Для выявления взаимосвязи интенсивности репродуктивных процессов с теми или иными метеоэлементами использовались данные по метеостанции Петрозаводск за период с 2005 по 2011 гг. В 2011 г. по той же методике были собраны шишки с клонов сосны в возрасте 17 лет. Все первичные данные и вычисляемые на их основе параметры заносились в соответствующие базы данных в форматах Access и Paradox и в дальнейшем были обработаны с использованием общепринятых методов статистического анализа.

### **Результаты и обсуждение**

Д.Я. Гиргидов исследовал динамику плодоношения опытного семенного участка в Сиверском лесхозе Ленинградской области за 1950-1959 гг. Данные об урожае шишек с 1 га в тыс. шт. сопос-



тавлялись с рядом метеорологических показателей, а именно: среднемесячными температурой воздуха, суммой осадков, дефицитом влажности и средневегетационным дефицитом влажности на срок 13 часов [1].

По схеме генеративного цикла сосны год заложения репродуктивных почек обозначается как «*n*», год цветения и опыления как «*n*+1», год оплодотворения и развития эмбриона как «*n*+2» [2]. Обнаружив достаточно тесную ( $r = 0,69$ ) корреляцию обилия плодоношения лесосеменных участков сосны с дефицитом влажности воздуха в июле и августе сезона «*n*» на срок 13 часов Д.Я. Гиргидов предложил метеорологический метод прогноза урожая сосны на ПЛСУ. Однако в его работе не было приведено каких-либо регрессионных уравнений, позволяющих выполнять прогнозные расчеты урожая в баллах или абсолютных величинах. Просто указано, что «...приняв среднемноголетние данные дефицита влажности в июле-августе за норму, можно сравнить их с соответствующими показателями определённого года. ....Если они выше нормы, то через 2 года можно ожидать (в общем) повышенный урожай, а если ниже – то урожай будет слабым». Автор подчеркивал, что выявленные закономерности справедливы именно для таежной зоны северо-запада и севера Европейской части России, поскольку связаны с годичным циклом циркуляции атмосферных масс.

Расчёты, проведенные нами на основе данных по динамике цветения и плодоношения олонецкого участка испытания клонов за 1982-1992 гг. полностью совпали с результатами Д.Я. Гиргидова [5]. Также была получена достоверная корреляция ( $r = 0,63$ ) между дефицитом упругости за август сезона «*n*» и обилием женского цветения. Кроме того выявлено, что такие метеозакономерности, как относительная влажность и дефицит упругости за вегетационный сезон «*n*» тоже имели тесную корреляцию с обилием женского цветения (-0,70 и 0,63, соответственно), но меняли свой знак на противоположный, если говорить о мужском цветении (0,82 и -0,70, соответственно).

Статистический анализ данных по динамике цветения 74 клонов с Петрозаводской ЛСП за период 2006-2011 гг., по сути, подтвердил выводы, сделанные ранее (табл. 1). Только вместо дефи-

цита упругости использовался показатель относительной влажности за тот же период. Достоверными также оказались коэффициенты корреляции женского цветения с майскими температурами. В биологическом отношении эта связь пока не ясна.

Таблица 1

**Корреляция параметров женского и мужского цветения сосны с отдельными метеофакторами сезона «п»**

Наименование метеофактора	Женское цветение	Мужское цветение
Май – средняя температура	<b>0,87*</b>	-0,30
Май – максимальная температура	<b>0,80</b>	0,23
Август – средняя относительная влажность	<b>-0,81</b>	0,45
Июль+август – средняя относительная влажность	-0,41	0,52
Вегетационный сезон (май – август) – средняя относительная влажность	0,13	0,62
Июль+август – средняя относительная влажность на 13 часов	-0,39	<b>0,83</b>
Август – средняя относительная влажность на 13 часов	<b>-0,91</b>	0,31

П р и м е ч а н и е . Жирным шрифтом выделены статистически достоверные величины при числе пар значений «п» = 6

Рассмотрим основные положения предлагаемой системы оценки и прогноза обилия цветения и семеношения на лесосеменных плантациях сосны обыкновенной.

Во-первых, для нашего опытного участка было рассчитано уравнение регрессии обилия женского цветения по средней относительной влажности за август года «п» на срок 13 часов (рис. 1).

Для выявленной зависимости были также вычислены: коэффициент детерминации ( $R^2 = 0,96$ ), ошибка прогноза регрессионных средних ( $m_y = 0,15$ ), показатель силы влияния в дисперсионном комплексе ( $\eta = 0,95$ ). Величины этих показателей свидетельствуют о большой силе влияния изучаемого фактора на результирующий признак.

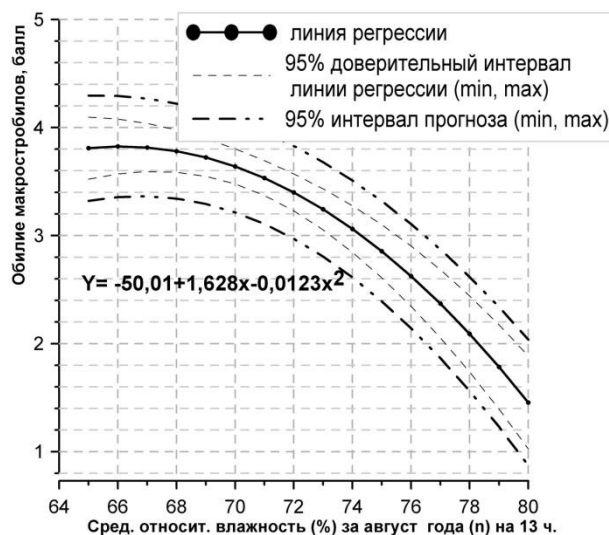


Рис. 1. Регрессия обилия женского цветения по средней относительной влажности за август года «п» на 13 часов

Однако балл цветения – это лишь первая глазомерная относительная оценка обилия потенциального урожая. Далее необходимо перейти к оценке плодоношения, то есть к также глазомерно оцениваемому обилию шишек в кроне. Поэтому на втором этапе была рассчитана зависимость между обилием макростробилов и обилием шишек на следующий год (рис. 2).

Теснота данной зависимости характеризуется следующими показателями: коэффициент корреляции  $r = 0,93$ , коэффициент детерминации  $R^2 = 0,96$ ; ошибка прогноза регрессионных средних  $m_y = 0,084$ , показатель силы влияния в дисперсионном комплексе  $\eta = 0,93$ .

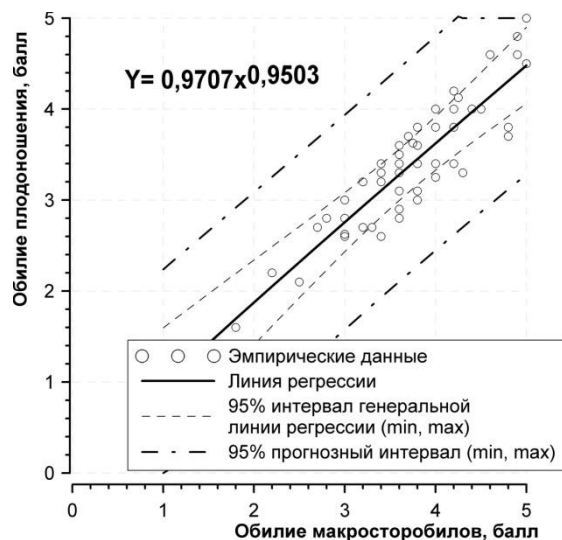


Рис. 2. Зависимость обилия плодоношения от обилия цветения

Величины этих показателей свидетельствуют об очень тесной связи изучаемых параметров, что, безусловно, повышает надежность прогноза. Однако экстремальные погодные условия порой вносят существенные коррективы в нормальный ход репродуктивных процессов и приводят к массовой гибели макросторбиллов и озими. Поэтому долгосрочный и среднесрочный прогнозы должны корректироваться с помощью краткосрочного прогноза непосредственно по созревающим шишкам.

При прогнозировании урожая логическая цепочка действий выглядит следующим образом:

- по метеопараметрам сезона «*n*» даётся прогноз обилия цветения в следующем вегетационном сезоне (см. рис. 1);
- прогнозные оценки обилия цветения корректируются на основании данных весенне-летнего (конец I декады июня) учёта обилия цветения по баллам в сезон «*n*+1»;
- на основании балльных оценок обилия цветения прогнозируется балл плодоношения, который в дальнейшем уточняется на основе данных летнего учёта созревающих шишек в сезоне «*n*+2» (см. рис. 2);

- на основе балла плодоношения рассчитывается усреднённое количество шишек на дереве (табл. 2, 3).

Для перехода от балльных оценок обилия урожая шишек к количественным показателям были рассчитаны четыре регрессионных уравнения для ряда последовательных стадий развития плантации (табл. 2).

Таблица 2

**Регрессионные уравнения количественной оценки урожая на ЛСП сосны обыкновенной**

Стадия развития плантации	Возраст, лет	Высота, м	Уравнение регрессии	Коэффициент корреляции (r)
I	10-12	3,5-4,5	$Y = 10,731x^{2,028}$	0,98
II	13-16	4,6-6,0	$Y = 42,03x^{1,814}$	0,97
III	17-21	6,1-8,5	$Y = 64,27x^{1,636}$	0,99
IV	>22	>=8,6	$Y = 92,94x^{1,514}$	0,97

Стадия I знаменует начало обильного плодоношения и возможность получения хозяйственно-значимых урожаев шишек и семян. Стадии II и III – это период наивысшей активности репродуктивных процессов и вегетативного роста. Прохождение IV стадии определяется, в первую очередь, густотой стояния рамет на поле. В зависимости от расстояний между деревьями в ряду и между рядами с различной интенсивностью идут процессы смыкания крон и отмирания нижних мутовок. Мужской генеративный ярус смещается вверх, вытесняя женский. Поэтому урожайность плантации, по сравнению с предыдущим этапом, перестает увеличиваться и может даже сократиться. Уравнения по стадиям I и II получены на основе обработки фактических данных по сбору полного урожая шишек с 15 клонов олонцкого опытного участка в 1984 и 1988 гг. Зависимости для двух оставшихся стадий вычислены на основании данных с Петрозаводской ЛСП.

В ряде случаев на практике показанными регрессионными уравнениями удобнее пользоваться, если они представлены в табличной форме (табл. 3).

Таблица 3

**Шкалы количественной оценки урожая шишек на ЛСП сосны обыкновенной**

Балл плодоношения	Количество шишек на 1 рамету (шт.) в зависимости от возраста деревьев и их высоты			
	10-12 лет (3,5-4,5 м)	13-16 лет (4,6-6,0 м)	17-21 лет (6,1-8,5 м)	Старше 21 года ( $\geq 8,6$ м)
0	0	0	0	0
1	11	42	64	93
1,5	24	88	125	172
2	44	148	200	265
2,5	69	222	288	372
3	100	308	388	490
3,5	136	408	499	619
4	179	520	620	758
4,5	227	643	752	906
5	281	779	894	1063

Многолетние исследования роста и развития лесосеменных плантаций сосны в Карелии позволили сделать ряд обобщений.

Во-первых, что размер деревьев влияет на абсолютную величину урожая шишек. Лесосеменные плантации сосны Карелии сосредоточены в Южнокарельском лесосеменном районе. В пределах данного района все участки ЛСП, в состав которых входят местные клоны, в одинаковом возрасте имеют очень близкие значения средних высот, диаметров стволов и диаметров крон. В том случае если участок (поле) на ЛСП сформирован клонами более северного происхождения, то они могут расти медленнее местных. В этом случае применение таблицы 3 должно осуществляться с приоритетом средней высоты объекта.

Во-вторых, для полной оценки структуры урожая требуется дополнительная информация о размерах и массе одной шишки и числе семян в ней. Выявлено, что независимо от своего клонового состава все ЛСП сосны, вступившие в стадию массового цветения и плодоношения, в возрастном промежутке от 10 до 27 лет включительно, имеют очень близкие усредненные параметры шишек и семян – линейные размеры и масса шишки, число полнотелых семян в шишке (табл. 4). Увеличение или уменьшение величин данных параметров определяются не возрастом участка ЛСП, а динамикой ряда метеоэлементов за 3-летний период.

Таблица 4

Усредненные параметры шишки сосны обыкновенной для ЛСП Карелии

Параметр	Выборочная средняя, $X \pm m_x$	95% интервал генеральной средней, $X \pm 1,96 * m_x$
Длина шишки, мм	40,0±0,1	39,8-40,2
Ширина шишки, мм	21,0±0,04	20,9-21,1
Масса шишки, г	7,2±0,03	7,1-7,3
Число полнозерн. семян	17±0,12	16,8-17,2
Масса 1000 семян, г	5,9±0,02	5,86-5,94
Объем шишки, мл	12,4±0,33	11,8-13,0
Число шишек в 1 литре, шт	49±1,6	46-52

Таким образом, если продолжить вышеприведённую последовательность логических действий при прогнозировании урожая, то получим следующее:

- зная среднее количество шишек на рамете и умножая его на число деревьев, получаем урожай шишек с участка или с единицы его площади;
- пользуясь данными табл. 4, рассчитываем урожай по массе и объёму шишек, а также по числу полнозернистых семян и их массе.

### Заключение

Предлагаемая система прогноза и учёта урожая шишек и семян на лесосеменных плантациях сосны обыкновенной является дальнейшим развитием метеорологического метода, предложенного Д.Я. Гиргидовым в начале 60-х гг. XX века. Район ее применения – средняя подзона тайги Восточной Фенноскандии, где возможно получение наиболее точных результатов. В ближайшей перспективе совершенствование предложенного метода будет происходить за счёт увеличения периода наблюдений за динамикой цветения и плодоношения на опытных участках ЛСП с учётом соответствующих метеофакторов.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гиргидов Д.Я. Метеорологический метод прогноза урожая семян сосны за 2 года. Л.: ЛТА, 1960. 6 с.

2. Козубов Г.М. Биология плодоношения хвойных на севере. Л.: Наука, 1974. 136 с.
3. Наставление по лесосеменному делу. М., 1963. 64 с.
4. Наставление по лесосеменному делу. М., 1980. 108 с.
5. Раевский Б.В., Мордась А.А. Селекционно-генетическая оценка клонов сосны обыкновенной на лесосеменных плантациях первого порядка. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2006. 90 с.
6. Указания по лесному семеноводству в Российской Федерации. М.: ВНИИЦлесресурс, 2000. 197 с.



УДК 630 165.3

**ВЛИЯНИЕ ГУСТОТЫ ПОСАДКИ НА ФОРМОВУЮ  
И ГЕНЕТИЧЕСКУЮ СТРУКТУРУ БЫСТРО-  
И МЕДЛЕННОРАСТУЩИХ ДЕРЕВЬЕВ ЕЛИ  
ЕВРОПЕЙСКОЙ И СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ**

*А.М. ГОЛИКОВ*

Филиал ФБУ «Российский центр защиты леса»  
«Центр защиты леса Новгородской области»  
173008, Великий Новгород, ул. Большая Санкт-Петербургская, д. 81, корп. 2

E-mail: [czlno@lpm.nov.ru](mailto:czlno@lpm.nov.ru)

*А.В. ЖИГУНОВ*

ФБУ «Санкт-Петербургский НИИ лесного хозяйства»  
194021 Санкт-Петербург, Институтский пр., д. 21  
Тел.: (812) 552-80-21, факс: (812) 552-80-42

E-mail: [spb-niilh@inbox.ru](mailto:spb-niilh@inbox.ru)

**РЕЗЮМЕ**

При изменении уровня конкуренции в модельных популяциях сосны обыкновенной и ели европейской наблюдаются существенные изменения формовой и генетической структуры быстро- и медленнорастающих генотипов. Лидеры по росту в редких и густых посадках морфологически и генетически неравноценны. Можно предположить, что скорость роста деревьев ели и сосны в условиях высокой и низкой конкуренции, обуславливается различными генетическими системами генов, контролирующими фотоассимилирующий аппарат. Обнаруженные закономерности необходимо учитывать при отборе и селекционной оценке плюсовых деревьев, создании высокопродуктивных культур с различной густотой посадки и проведении селекционных рубок ухода.

*К л ю ч е в ы е с л о в а : плотность популяции, конкуренция, энантиоморфа, диссимметрия, структура, быстрота роста*

**SUMMARY**

**Effect of planting density on the genetic and form structure of fast- and slow-growing Norway spruce and Scots pine**

*A.M. Golikov* (FGU «Russian center for forest protection» affiliate), «Novgorod region center for forest protection»)

*A.V. Zhigunov* (Saint-Petersburg Forestry Research Institute)

The change in the level of competition in model populations of Scots pine and Norway spruce causes significant changes in the genetic and form structure of fast- and slow-growing genotypes. Leaders of growth in thin and dense plantings are morphologically and genetically different. Rapid growth of pine and spruce trees growing in the conditions of high and low competition is due to different genetic systems of

genes controlling photo-assimilating apparatus. These special features must be taken into consideration in the selection and selection evaluation of plus trees, establishment of high-yield cultures with different planting density, and in selective thinning.

**К e y w o r d s :** *population density, competition, enantiomorph, dissymmetry, structure, growth rate*

Познание закономерностей естественного отбора в древесных популяциях, несмотря на большую историю его изучения, до сих пор остаётся одной из важнейших задач современного лесоводства. Считается, что главным функциональным механизмом структурной организации древесных насаждений является внутривидовая конкуренция, обусловленная в целом борьбой за существование [12]. При этом формы и направленность конкурентных отношений между растениями определяются главным образом плотностью насаждений. Однако характер и конкретные формы действия подобных механизмов в лесных популяциях во многом остаются ещё неизвестными [10].

Объектами исследования являлись 28-летние культуры ели и сосны плантационного типа, созданные в эдатопе  $C_2$  (ель) и  $C_3$  (сосна) Псковского лесничества с плотностью посадки 1000 и 4000 экз./га. Для анализа формовой и генетической структуры было изучено 406 деревьев в т. ч. сосны – 204 и ели – 200 экз. У каждого дерева определяли высоту, диаметр, диссимметрию филлотаксиса ствола ( $L$  – левая и  $D$  – правая форма) и фенологические формы ели (ранняя – РР, переходная – РП и поздняя – ПП).

Для анализа структурной организации исследуемых насаждений по диссимметрии и объёму ствола в каждой выборке выделено 4 группы деревьев:  $L^-$ ,  $D^-$  – медленно растущие энантиоморфы (объём ствола меньше среднего) и  $L^+$ ,  $D^+$  – быстро растущие (объём ствола больше среднего). Исследования показали, что в 28-летних культурах численное соотношение медленно- и быстро растущих энантиоморф сосны и ели зависит от плотности посадки (рис.).

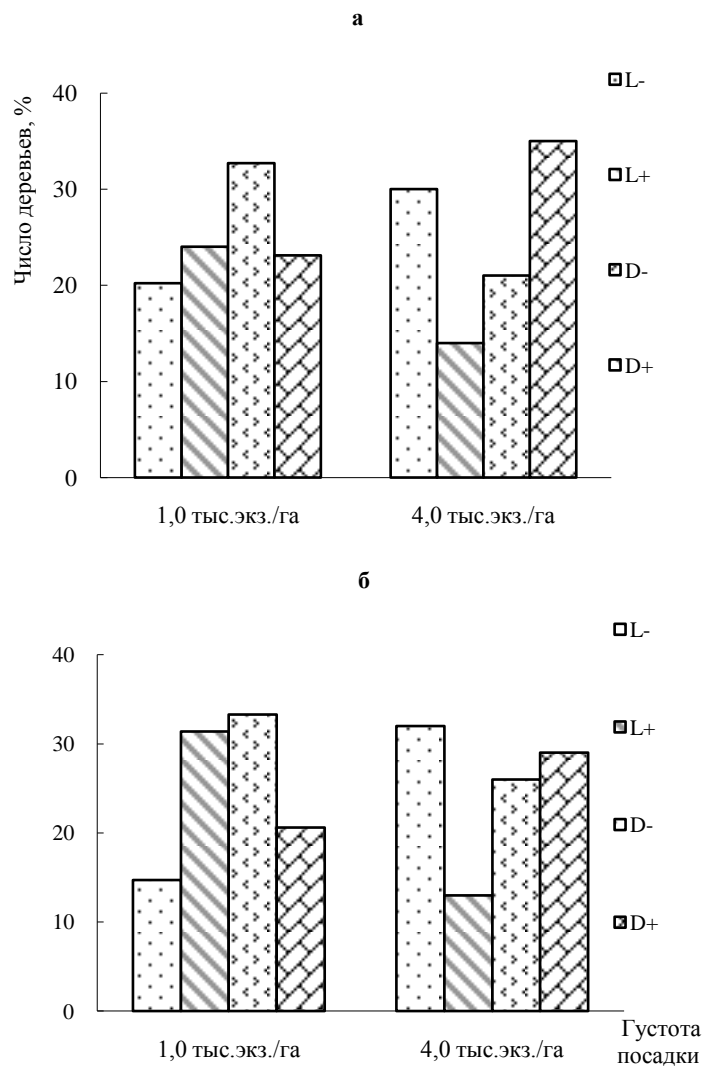


Рис. Влияние густоты посадки на встречаемость медленно- (-) и быстрорастущих (+) энантиморф сосны (а) и ели (б) в 28-летних культурах

При этом обнаружена общая закономерность: среди быстрорастущих генотипов в условиях загущенного стояния доминировали *D*-формы сосны и ели, а в редких посадках – *L*-формы. У медленно растущих генотипов эта зависимость зеркально обратная: в густых насаждениях чаще встречаются *L*-формы, а в редких – *D*-формы. В густых посадках *D*-формы сосны и ели превосходили *L*-формы по объёму ствола на 32,7-32,9%. В редких посадках, наоборот, *L*-формы сосны и ели обладали более высоким – на 10,2-23,5% – средним объёмом ствола, чем *D*-формы. Установленные различия по объёму ствола статистически достоверны ( $t = 2,2-3,8$ ). Очевидно, что *L*- и *D*-формы у видов хвойных обладают противоположными онтогенетическими эффектами загущения. Конкуренционная разнокачественность *L*- и *D*-энантиоморф сосны и ели обусловлена тем, что они обладают противоположными адаптивными свойствами и существенно различаются по отношению к основополагающим факторам среды: свету, влаге и температуре [1-9, 13, 14]. При этом *L*-формы отличаются большим светолюбием и ксерофитностью, а *D*-формы, наоборот, более требовательны к влаге и обладают большей теневыносливостью и холодостойкостью. Левые формы сосны и ели – как наиболее светолюбивые – имеют преимущество в разреженном древостое, а правые формы – как более теневыносливые, напротив, лучше приспособлены к росту в густых насаждениях.

Важно указать, что адаптивная разнокачественность *L*- и *D*-энантиоморф установлена и у других растений. Обобщённые нами литературные данные свидетельствуют о совпадении биологических свойств энантиоморф у различных видов растений и микроорганизмов, имеющих одинаковый знак диссимметрии [5]. Это позволило сделать заключение о том, что закон гомологических рядов в наследственной изменчивости, открытый Н.В. Вавиловым, распространяется и на свойства энантиоморф разных биологических объектов, далёких в филогенетическом отношении.

Анализ ранее проведённых исследований свидетельствует, что уровень конкуренции играет определяющую роль в характере роста тех или иных генотипов сосны обыкновенной и в ряде случаев «перекрывает» действие эдафических факторов [9]. В на-

стоящее время получены данные о существенном влиянии на рост 21-летнего потомства ели сибирской густоты культур, в которых отбирались плюсовые деревья [11]. При этом установлено, что высокая плотность популяции формирует сообщество конкурентоспособных родителей, которые и передают это свойство потомкам. Так из густых культур потомки в 21-летнем возрасте растут медленнее на 8,3-13,6%. Напротив, при оптимальной конкуренции формируются материнские деревья, которые передают потомкам способность реализовать быстрый рост при снижении густоты их выращивания.

Особый научный и прикладной интерес представляют исследования изменчивости фенологической и диссимметрической структуры ели с уровнем конкуренции и быстротой роста. Это обусловлено тем, что сроки распускания почек имеют высокий уровень генотипической наследуемости на всех стадиях онтогенеза ели европейской и связаны с адаптивными свойствами и быстротой роста деревьев. Исследования энантиоморф ели с различными сроками распускания почек в 28-летних культурах показали, что густота посадки оказывает значительное влияние на фенологическую структуру медленно- и быстрорастущих энантиоморф (табл.).

Таблица

**Фенологическая структура медленно- и быстрорастущих энантиоморф ели европейской в 28-летних культурах в зависимости от густоты посадки**

Энантиоморфа, тип роста	Густота посадки, тыс. экз./га	Изучено деревьев, экз.	Число фенологических форм, %		
			РР	РП	ПП
<i>L</i>	1	16	31,2	31,3	37,5
	4	32	40,6	37,5	21,9
<i>L</i> <sup>+</sup>	1	31	35,5	51,6	12,9
	4	13	7,7	61,5	30,8
<i>D</i> <sup>-</sup>	1	34	26,5	32,3	41,2
	4	31	32,2	45,2	22,6
<i>D</i> <sup>+</sup>	1	21	4,8	57,1	38,1
	4	24	12,5	66,7	20,8
Итого	1	102	25,5	43,1	31,4
	4	100	27,0	50,0	23,0

В редких посадках быстрорастущие *L*-формы ели в основном представлены генотипами с ранними (35,5%) и переходными

(51,6%) сроками распускания, тогда как у быстрорастущих *D*-форм ели преобладают генотипы с переходными (57,1%) и поздними (38,1%) сроками распускания. В густых насаждениях эта зависимость обратная: быстрорастущие *L*-формы редко встречаются с ранним сроком распускания (7,7%) и чаще представлены с промежуточным (61,5%) и поздним сроком распускания (30,8%). Для *D*-форм с быстрым ростом характерен промежуточный срок распускания (66,7%). Сочетание у деревьев ели двух признаков: левизны филлотаксиса ствола и более ранних сроков начала прироста благоприятно сказывается на их росте в редких посадках. Для быстрорастущих генотипов в густых насаждениях, наоборот, характерен правый филлотаксис ствола и промежуточный срок распускания (66,7%). Важно отметить, что для энантиоморф ели независимо от плотности насаждения проявляется общая закономерность: явное доминирование у быстрорастущих форм ели промежуточных сроков распускания, а у медленно растущих генотипов встречаемость данного срока распускания в 1,7 раза меньше. Это указывает на тот факт, что ели с промежуточными сроками распускания отличаются наибольшей стабильностью роста в различных по густоте насаждениях. Анализ роста показал, что генотипы ели с переходными сроками распускания независимо от уровня конкуренции достоверно превосходят по продуктивности генотипы с крайними сроками распускания ( $t = 2,0-3,8$ ). По объёму ствола данные различия колебались от 13,0 до 63,1%. Сходные закономерности обнаружены у энантиоморф плюсовых деревьев ели по их фенологическому составу [2, 5]. При этом было установлено, что ранние (РР) и поздние (ПП) формы плюсовых деревьев ели выделяются максимальными значениями наблюдаемой гетерозиготности по аллозимным локусам, а их потомство отличается невысокой продуктивностью. Напротив, промежуточные (РП) формы ели характеризуются средним уровнем гетерозиготности и продуцируют быстрорастущее потомство.

Из полученных данных следует, что лидеры по росту в редких и густых посадках морфологически и генетически неравноценны. Можно предположить, что скорость роста деревьев ели и сосны, растущих в условиях высокой и низкой конкуренции, обусловли-

вается различными генетическими системами генов, контролирующими фотоассимилирующий аппарат.

Проведённое исследование внутривидового взаимодействия в сосновых и еловых культурах в связи с уровнем конкуренции показало, что густота посадки и морфогенетические особенности деревьев оказывают существенное влияние на дифференциацию, рост и конкурентные отношения. Обнаруженные закономерности необходимо учитывать при отборе и селекционной оценке плюсовых деревьев, создании высокопродуктивных культур с различной густотой посадки и проведении селекционных рубок ухода.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Голиков А.М. Формы сосны обыкновенной и их селекционное значение в условиях Псковской области: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Свердловск: Уральский лесотехн. ин-т, 1985. 18 с.
2. Голиков А.М. О влиянии условий произрастания и сроков начала прироста на рост диссимметричных форм ели // Технология создания и экологические аспекты выращивания высокопродуктивных культур. Л.: ЛенНИИЛХ, 1992. С. 65-68.
3. Голиков А.М., Карцев А.Д., Маслакова Т.Е. Особенности роста диссимметричных форм ели в культурах Псковской области // Лесн. журн. 1992. № 4. С. 65-70.
4. Голиков А.М. Влияние экологических факторов на наследственную неравноценность диссимметричных форм плюсовых деревьев сосны обыкновенной // Тр. СПбНИИЛХ. СПб, 2004. Вып. 2(12). С. 117-131.
5. Голиков А.М. Диссимметричная и генетическая разнокачественность фенологических форм плюсовых деревьев ели европейской // Лесоведение. 2007. № 1. С. 49-56.
6. Голиков А.М. Адаптивная и генетическая разнокачественность энтиморф плюсовых деревьев ели европейской на Севере-Западе России // Современное состояние, проблемы и перспективы лесовосстановления и лесоразведения на генетико-селекционной основе: Материалы междунар. науч.-практ. конф. Гомель: Ин-т леса НАН Беларуси, 2009. С. 33-36.
7. Голиков А.М. Теоретическое и прикладное значение эколого-диссимметричного подхода в исследовании формовой и генетической структуры популяций видов хвойных // Наука о лесе XXI века: Материалы междунар. науч.-практ. конф. Гомель: Ин-т леса НАН Беларуси. 2010. С. 157-160.
8. Голиков А.М. Диссимметричная и генетическая дифференциация плюсовых деревьев сосны обыкновенной в разных типах леса // Лесоведение. 2011. № 3. С. 63-72.

9. Голиков А.М. Эколого-диссимметрический и изоферментный анализ структуры модельных популяций сосны обыкновенной // Лесоведение, 2011. № 5. С. 46-53.
10. Маслаков Е.Л. Формирование сосновых молодняков. М.: Лесн. пром-сть, 1984. 168 с.
11. Rogozin M.V., Razin G.S. Лесные культуры Теплоуховых в имении Строгановых на Урале: история, законы развития, селекция ели. Пермь: «Пермский государственный университет» Естественнонаучный институт, 2011. 192 с.
12. Сукачев В.Н. Избранные труды. Т. 1. Основы лесной типологии. Л.: Наука, 1972. 418 с.
13. Хохрин А.В. Внутривидовая диссимметрическая изменчивость древесных растений в связи с их экологией: Автореф. дис. ... д-ра. биол. наук. Свердловск: Ин-т экологии и животных Урал. науч. центра АН СССР, 1977. 49 с.
14. Golikov A.M. Adaptive disparity of dissymmetrical forms of *Pinus silvestris* L. and *Picea abies* L. Karst. in the north-west of Russian SFSR // Symmetry of structure. Interdisciplinary symmetry symposia, 1. Budapest: The Hungarian Academy of Sciences, 1989. P. 168-171.



УДК 582.632.1: 581.16:602.7 (470.22)

**ВОСПРОИЗВОДСТВО РЕСУРСОВ  
КАРЕЛЬСКОЙ БЕРЕЗЫ В КАРЕЛИИ НА ОСНОВЕ  
СОВРЕМЕННЫХ BIOTEХНОЛОГИЙ: ИСТОРИЧЕСКИЕ  
ПРЕДПОСЫЛКИ И ПРИЧИНЫ ВНЕДРЕНИЯ**

*Л.В. ВЕТЧИНИКОВА, Т.Ю. КУЗНЕЦОВА, Н.Е. ПЕТРОВА,  
Е.С. САКОВЕЦ*

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Институт леса Карельского научного центра РАН  
185910, Республика Карелия, г. Петрозаводск, ул. Пушкинская, д. 11,  
т. (88142)768160  
E-mail: vetchin@mail.ru

**РЕЗЮМЕ**

На основании изучения состояния природных популяций карельской березы *Betula pendula* Roth var. *carelica* (Mercklin) Hämet-Ahti, отличающейся высокодекоративной текстурой древесины, обнаружено прогрессирующее сокращение её ресурсов и практически полное отсутствие естественного возобновления. Делается заключение о целесообразности использования инновационных биотехнологий (в частности клонального микроразмножения) для восстановления генофонда карельской березы и сохранения ее внутривидового разнообразия.

**К л ю ч е в ы е с л о в а :** карельская береза, ресурсы, воспроизводство, клональное микроразмножение

**SUMMARY**

**Reproduction of Karelian birch resources in Karelia by means of modern biotechnology: historical background and reasons for the introduction**

*L.V. Vetchinnikova, T.Yu. Kuznetsova, N.E. Petrova, E.S. Sakovets* (Forest Research Institute, Karelian Research Centre of the Russian Academy of Sciences)

Having studied the status of natural populations of Karelian birch *Betula pendula* Roth var. *carelica* (Mercklin) Hämet-Ahti, noted for highly decorative wood figure, we found a progressing decline of its resources and the almost complete absence of natural regeneration. Application of innovative biotechnologies (in particular clonal micropropagation) for restoration of the gene pool and preservation of the intra-species diversity of Karelian birch is deemed advisable.

**K e y w o r d s :** *Betula pendula* Roth var. *carelica* (Mercklin) Hämet-Ahti, resources, reproduction, micropropagation

Карельская береза *Betula pendula* Roth var. *carelica* (Mercklin) Hämet-Ahti относится к редким видам и произрастает исключи-

тельно в лесах Северной и Восточной Европы на очень небольших по площади территориях, как правило, изолированных друг от друга. В России, кроме Карелии, она изредка встречается в Ленинградской, Псковской, Костромской, Калужской, Смоленской и Владимирской областях. Карельская береза лесов не образует, а встречается в виде микропопуляций или отдельно стоящих деревьев. Широкою известность она получила благодаря особой узорчатой текстуре древесины.

На всем протяжении ареала карельская береза характеризуется разнообразием форм. При этом внешне главные различия наблюдаются по форме роста (высокоствольная, короткоствольная, кустообразная) и типу поверхности ствола (шаровидноутолщенный, мелкобугорчатый и ребристый). Ведущая роль принадлежит короткоствольной форме роста – до 50-60%, на долю высокоствольной приходится до 10-15%, а кустообразная составляет около 25-30%, причём увеличение численности последней возрастает с севера на юг [1]. По типу поверхности ствола можно ориентировочно определить степень насыщенности рисунка в древесине карельской березы [2]. Существование безузорчатого типа отрицать нельзя, но визуально отличить его от березы повислой невозможно. В лучшем случае к этому типу можно отнести безузорчатые особи, полученные в результате контролируемого опыления узорчатых форм карельской березы между собой.

В силу ограниченности ресурсов карельской березы неоднократно поднимался вопрос об её сохранении. Так, в 1939 г. Совет народных комиссаров Карельской АССР издал специальное постановление, в котором объявил карельскую берёзу особо охраняемой породой. Были запрещены рубки, проведена её инвентаризация, начаты работы по искусственному воспроизводству.

Первые лесные культуры карельской берёзы в Карелии датированы 1934 г. [6], с 1948 г. они начали создаваться планомерно путем посева семян на вырубках. Позднее, с 1972 г., посадочный материал начали выращивать в условиях закрытого грунта [3, 5], в результате увеличился выход посадочного материала, улучшилось его качество, сократились сроки выращивания.

К 1986 г. общая площадь лесных культур карельской березы в Республике Карелия составила около 5,5 тыс. га. Вегетативное и

семенное потомство плюсовых (наилучших) деревьев карельской березы выращивалось на лесосеменных плантациях (42,1 га), архиве клонов (от 41 плюсового дерева на площади 0,4 га), 137 деревьев карельской березы были оформлены как плюсовые (наилучшие), выделены плюсовые насаждения (2,1 га).

В 1984 г. для охраны и восстановления ресурсов карельской берёзы официальный статус получили четыре ботанических заказника общей площадью 40,4 га. В 1985 г., а затем в 2007 г. карельская береза внесена в «Красную книгу Республики Карелии», в 2008 г. – в Постановление Правительства Российской Федерации «Об утверждении перечня видов деревьев и кустарников, заготовка которых не допускается».

Однако, несмотря на принимаемые меры по охране карельской березы, за последние 50-70 лет на территории Республики Карелия произошло резкое (более чем в два раза) сокращение её ресурсов в природных популяциях, вплоть до полного исчезновения в отдельных районах.

Это связано не только с браконьерскими рубками, в результате которых в 1990-е гг. особенно сильно пострадали ботанические заказники. Результаты рекогносцировочного обследования, проведенные нами в 2004-2006 гг., показали, что в последние десятилетия произошла значительная трансформация характерных мест обитания карельской березы (заброшенные пастбища, земли, вышедшие из-под сельскохозяйственного оборота и т. п.), что препятствует её естественному расселению, способствуя смене пород. Большинство же природных насаждений карельской берёзы, а также более 300 га искусственно созданных, являются по возрастной структуре перестойными или спелыми (70 лет и более), а часть культур, созданных в 1970-1980-е гг., из-за отсутствия необходимого финансирования на проведение лесохозяйственных мероприятий (главным образом уходов), по лесоводственным показателям и запасам древесины оказалась на среднем или низком уровне.

Особое опасение вызывает то обстоятельство, что, естественное семенное возобновление карельской березы на территории республики практически отсутствует, редко наблюдается и образование поросли. Следствием наблюдаемых процессов в перспек-

тиве может стать полное исчезновение карельской березы в Карелии. Такие явления, по всей вероятности, уже произошли в странах Западной Европы, например, в Дании, Германии и Польше, где ещё в начале XX в. произрастала карельская береза. Однако в отличие от западно-европейских стран, где преобладает урбанизация территории, в Карелии, наоборот, происходит «одичание» ряда районов и зарастание бывших сельскохозяйственных земель лесом.

За последние годы обострились проблемы, препятствующие сохранению генофонда карельской березы и воспроизводству её ресурсов в Карелии. Стало очевидным, что выборочные (приисковые!) рубки, проводившиеся здесь в течение длительного времени, явились причиной сокращения генетического разнообразия карельской березы, которое привело к снижению жизнеспособности популяции в целом. Изучение генетической структуры популяций карельской березы в Карелии, проведённое нами с помощью микросателлитных маркеров, вскрыло основные популяционно-генетические особенности, которые свидетельствуют о деградации её генофонда.

Возникновению этих проблем способствовали и некоторые её биологические особенности. Карельская берёза размножается преимущественно семенами. Однако закрепить в потомстве ценные признаки узорчатой текстуры весьма трудно. При свободном опылении вероятность появления в потомстве особей с узорчатой древесиной невелика и может составлять всего 2-3%, в лучшем случае не более 25% и лишь изредка до 50% растений с узорчатой древесиной [4, 7]. При контролируемом опылении деревьев карельской березы между собой, в потомстве возрастает доля растений с узорчатой древесиной до 80-90%.

Образование узорчатой древесины у сеянцев и саженцев обнаруживается не сразу. На то, чтобы определить, будет древесина узорчатой или нет, требуется в среднем около 6-10 лет. Однако, признаки «карелистости» у одних растений могут проявляться уже в возрасте 3-5 лет, а у других – только в 20-25 и даже 40 лет.

Более того, при искусственном выращивании карельской берёзы необходимо учитывать влияние густоты посадки на рост и развитие саженцев: при низком уровне освещённости рисунок в

древесине обычно проявляется слабо или вовсе отсутствует, может формироваться односторонне, а не по всему диаметру ствола. Плотность насаждения часто определяет и биологический возраст растений. Так, после смыкания крон рядом растущих безузорчатых и узорчатых растений, у последних замедляется рост, в дальнейшем они засыхают и погибают. Вследствие этого долгое время считалось, что биологический цикл развития карельской берёзы составляет не более 50-60 лет. Однако обследование насаждений карельской берёзы, проведенное нами в последние годы, показало, что на открытых участках встречаются деревья в возрасте 100 лет и более.

Следовательно, в XXI веке карельская берёза оказалась под угрозой исчезновения, и проблема сохранения и восстановления её генофонда приобрела явную остроту и вызвала необходимость принятия срочных мер для её воспроизводства. Подобная постановка вопроса потребовала формирования региональной целевой программы («Сохранение генофонда карельской берёзы и воспроизводство её ресурсов на территории Республики Карелия на 2008-2015 гг.»), которая была разработана нами совместно со специалистами лесного хозяйства, одобрена и утверждена в 2008 г. Правительством и Законодательным Собранием Республики Карелия. Важно, что наряду с лесохозяйственными и селекционными работами составной частью программы являлись научные исследования по разработке и внедрению инновационных биотехнологий выращивания карельской берёзы, способствующие более эффективному и успешному восстановлению её генофонда. К сожалению, в силу определенных обстоятельств реализация этой Программы пока не получила полного развития и в настоящее время находится на грани закрытия. Вместе с тем, экономически оправдано выращивать карельскую берёзу искусственно, поскольку она является быстрорастущей и может подлежать рубке в возрасте 20-40 лет. Приоритетное проведение работ по сохранению и воспроизводству карельской берёзы в Карелии связано с наличием здесь природных популяций, являющихся, хотя и малочисленными, но вместе с тем, наибольшими в России. Исходным материалом служат селекционно-генетические объекты (плюсовые де-

ревья, архивы клонов, плантации, заказники и пр.), созданные в Карелии преимущественно в 1970-1980-е гг.

В Институте леса КарНЦ РАН исследования по лесной биотехнологии начаты нами в конце 1980-х гг. Уже в 1992-1993 гг. были осуществлены первые опытно-производственные испытания технологии клонального микроразмножения карельской берёзы, показавшие высокую эффективность. В 1996 г. одна из разработок защищена патентом РФ на изобретение № 2066953. После некоторого перерыва (с 2005 г.) работы по клональному микроразмножению листовых древесных растений были возобновлены.

В основе технологии клонального микроразмножения лежит реализация потенциальной способности вегетативных клеток высших растений дифференцироваться в целый организм (на основе тотипотентности). Это означает, что при введении изолированных клеток *in vitro* они способны под воздействием определённых гормонов и в соответствующих условиях культивирования давать начало множественному числу новых растений, сохраняя при этом наследственные признаки.

Процесс клонального микроразмножения в культуре *in vitro* состоит из ряда последовательных этапов, каждый из которых имеет свои особенности. После отбора растений, проводится стерилизация вегетативных тканей и выделение исходной меристемы и её производных, сохраняющих способность к делению и последующему развитию. Собственно размножение или мультипликация осуществляется на питательной среде, обеспечивающей морфо- и органогенез. В среднем индукция почек у карельской берёзы наблюдается в течение 4-10 недель (при получении минимального числа микропобегов). По мере нарастания биомассы постоянно проводится черенкование полученных побегов и их субкультивирование или пересадка на свежую питательную среду. Если субкультивирование побегов не обеспечивается вовремя (не реже, чем каждые 3-4 недели), культура может необратимо погибнуть. В целом процесс субкультивирования продолжается многократно, может поддерживаться не один год и зависит от потребности в числе клонов и объеме посадочного материала.

Для индукции корней микропобеги переносятся на специальную питательную среду, стимулирующую образование корней

(обычно в течение двух недель). Уровень корнеобразования *in vitro* размноженных побегов составляет 80-100%. Полученные *in vitro* растения-регенеранты, имеющие стебель, листья, корневую систему, высаживаются в условия теплицы.

В результате использования биотехнологии нами создана коллекция долгосрочного хранения *in vitro*, представленная 37 клонами. Кроме того, полученные *in vitro* растения-регенеранты карельской березы, высажены в «школьное» отделение питомника.

Таким образом, в настоящее время карельская береза оказалась среди наиболее уязвимых к антропогенным воздействиям природных объектов. Об этом свидетельствуют следующие факты. Численность деревьев карельской березы в природных популяциях, расположенных на территории Республики Карелия, за последние 50-70 лет сократилась почти на 2/3, значительная часть среди оставшихся деревьев приблизилась к критическому возрасту. В 1990-е гг. резко возрос объём браконьерских рубок, в результате чего в некоторых ботанических заказниках карельская береза оказалась на грани полного исчезновения, а часть культур, созданных в 1970-1980-е гг., по лесоводственным показателям и запасам древесины оказалась на среднем или низком уровне. Кроме того, стало очевидным, что длительные приисковые (включая браконьерские) рубки привели к деградации генофонда карельской берёзы. Вероятно, поэтому естественное семенное возобновление у неё практически отсутствует. Следствием наблюдаемых процессов в перспективе может стать полное исчезновение карельской берёзы. Для её сохранения и воспроизводства целесообразно применение современных биотехнологий клонального микроразмножения и развитие плантационного выращивания ценной породы. Применение новых технологий позволяет перевести искусственное лесовосстановление на более высокий уровень, а, следовательно, улучшить культуру лесохозяйственного производства.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке Программы фундаментальных исследований Отделения биологических наук РАН «Биологические ресурсы России: оценка состояния и фундаментальные основы мониторинга».

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ветчинникова Л.В. Карельская береза и другие редкие представители рода *Betula* L. М.: Наука, 2005. 269 с.
2. Ветчинникова Л.В., Харин В.Н., Спектор Е.Н., Бумагина З.Д. Сопряженность фенотипических признаков узорчатости древесины в онтогенезе карельской березы // Лесоведение. № 4. 2006. С. 37-44.
3. Ермаков В.И. Посевные качества семян березы карельской от свободного и контролируемого опыления // Лесная генетика, селекция и семеноводство. Петрозаводск, 1970. С. 503-512.
4. Ермаков В.И. Механизмы адаптации березы к условиям Севера. Л., 1986. 144 с.
5. Смирнов А.Д. Выращивание сеянцев березы карельской в теплицах // Лесн. хоз-во. 1973. № 1. С. 42-43.
6. Соколов Н.О. Карельская береза. Петрозаводск, 1950. 116 с.
7. Raulo J. Netijän visakoivikon päätehakkun tuoyos ja toutto // *Silva Fennica*. 1980. v. 12. P. 245-252.



**ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ПЦР В РАННЕЙ  
ДИАГНОСТИКЕ ФОРМОСПЕЦИФИЧНОСТИ  
ДУБА ЧЕРЕШЧАТОГО (*QUERCUS ROBUR L.*)**

*Н.А. КАРПЕЧЕНКО, О.А. ЗЕМЛЯНУХИНА,  
И.Ю. КАРПЕЧЕНКО, В.Н. ВЕПРИНЦЕВ, А.М. КОНДРАТЬЕВА*  
ФГУП «НИИ лесной генетики и селекции»  
Россия, 394087, Воронеж, ул. Ломоносова, 105  
E-mail: *nikitakarpechenko@rambler.ru*

РЕЗЮМЕ

Разработана методика ранней диагностики формоспецифичности дуба черешчатого с применением методов молекулярно-генетического анализа. В результате исследований оптимизирована методика проведения полимеразной цепной реакции (ПЦР), подобраны наиболее информативные праймеры.

*К л ю ч е в ы е с л о в а : дуб черешчатый, колонновидная форма кроны, праймер, ПЦР, электрофорез, выделение, цетилтриметиламмонийбромид, ДНК, деградация*

SUMMARY

**Using of PCR methods for early specificity diagnosis of *Quercus robur L.***

*N.A. Karpechenko, O.A. Zemlyanuhina., I.Yu. Karpechenko, V.N. Veprintsev, A.M. Kondrateva* (Research Institute of Forest Genetics and Breeding)

The technique of early form specificity diagnosis of *Quercus robur* by using the methods of molecular genetic analysis was developed. As a result of research has been optimized the PCR technique, selected the most informative primers.

*К e y w o r d s : pyramidal pedunculate oak, primer, PCR, electrophoresis, excretion, CTAB, DNA, degradation*

Известно, что клоновые лесосеменные плантации дуба черешчатого создаются либо посевом желудей от плюсовых деревьев (улучшенным посадочным материалом), либо с помощью прививок на специально выращенные подвои. Во втором случае часто происходит отторжение подвоя от привоя, причём этот процесс наблюдается даже у деревьев, достигнувших возраста плодоношения. Многолетними исследованиями сотрудников НИИЛГиС показана высокая эффективность прививок колонновидного дуба

на подвои основной формы дуба черешчатого. Установлено, что в потомстве колонновидной формы выщепляется до 30% особей с признаком «колонновидности». Поэтому выявление данной формы дуба на стадии сеянцев представляется важной задачей в практике селекции и создания подвоев на генетически совместимые привои.

В настоящее время, наряду с традиционными методами изучения древесных растений, в селекционных и генетических исследованиях всё большее значение приобретают методы, основанные на выяснении изменчивости ДНК. Данные методы позволяют определить характер изменчивости генетического материала, что даёт возможность уже на ранних стадиях развития растения выявить особи с наиболее ярко выраженными искомыми качествами [1].

Целью данного исследования было разработать метод, позволяющий уже на ранних этапах развития выявлять формоспецифичность дуба черешчатого (*Quercus robur*). Для достижения поставленной цели нами были поставлены следующие задачи:

- 1) оптимизировать методику выделения ДНК из дуба черешчатого;
- 2) подобрать праймеры для анализа генома дуба на формоспецифичность;
- 3) создать протокол ПЦР для проведения анализа.

## Материалы и методы

В качестве объектов исследования были выбраны случайные деревья дуба черешчатого с раскидистой формой кроны и дуба черешчатого формы колонновидной – в возрасте 20 лет, а также проростки из желудей от дуба черешчатого формы колонновидной – в возрасте 2 месяцев.

Следует отметить, что первой стадией данного исследования является получение препаратов нуклеиновых кислот (ДНК). Анализ ДНК из дуба имеет ряд особенностей. Во-первых, в древесине есть вещества, препятствующие проведению ДНК-анализа.

Во-вторых, во всех мёртвых клетках наблюдается деградация ДНК, что делает невозможным проведение дальнейшего анализа.

Для получения препаратов ДНК использовался метод, основанный на применении ЦТАБ-буфера. Данный метод основан на том, что при высоких концентрациях солей нуклеиновые кислоты образуют стабильные и растворимые соединения с цетилтриэтил-аммоний бромидом. При снижении концентрации соли NaCl ниже 0,4 М комплекс ЦТАБ /н. к. выпадает в осадок. После разрушения клеток белки денатурируют и экстрагируют смесью хлороформа с изоамиловым спиртом. ЦТАБ удаляют путём осаждения этанолом. Для выделения суммарной клеточной ДНК используют ЦТАБ-буфер следующего состава: 3% ЦТАБ, 1,4 М NaCl, 0,2% 2-меркаптоэтанол, 20 mM EDTA, 100 mM Tris -HCl (pH 8,0) [1, 2].

Затем полученные нуклеиновые кислоты использовали для амплификации, с целью выявления схожих участков в нуклеотидной последовательности в образцах. Для ПЦР использовали реакционную смесь следующего состава: 2,5 мкл. 10\*ПЦР буфера (100 mM Трис-HCl; pH 8,8; 500 mM KCl), 25 mM MgCl<sub>2</sub>, смесь 10 mM нуклеотидтрифосфатов, 10 mM праймера, 1 ед. Taq ДНК-полимераза и 1 мкл ДНК (20 нг/мкл). Амплификацию проводят по следующей программе:

- I этап (1 цикл) – денатурация;
- II этап (25 циклов) – денатурация, отжиг, элонгация;
- III этап (1 цикл) – элонгация;
- IV этап – охлаждение реакционной смеси.

Для визуализации выявленных ампликонов проводят электрофорез в агарозном геле с добавлением бромистого этидия, который способен образовывать связи с нуклеиновыми кислотами и в таком состоянии светиться в ультрафиолете [2].

### **Результаты исследований**

Первой стадией данного исследования является получение препаратов нуклеиновых кислот (ДНК). На сегодняшний день определены следующие параметры, потенциально влияющие на качество ДНК, выделяемой из древесины:

- природа используемых тканей (от коры до сердцевины);
- время сушки и условия хранения (в помещении или на открытом воздухе);
- природа генома (хлоропластный, митохондриальный или ядерный);
- размер и число амплифицируемых ДНК-фрагментов.

Также необходимо уделять внимание видовой принадлежности изучаемой древесины, так как растения разных видов характеризуются различными физиологическими и биохимическими особенностями. Так, например, растением, для которого существуют особые проблемы относительно выделения высококачественной ДНК, является дуб.

Если использовать молодые листья или почки, то необходимо изменять метод выделения, добавляя многократные стадии промывки из-за присутствия в образце большого количества веществ, являющихся ингибиторами ПЦР. Добавление большого количества этапов, связанных с промывкой раствора, содержащего ДНК, приводило к сильной деградации препарата (рис. 1). Наличие деградации в препаратах может привести к неправильной спектрофотометрической оценке концентрации ДНК, к её завышению вследствие явления гиперхромизма. Кроме того, данные препараты в дальнейшем малопригодны для работы по изучению и манипуляции с крупными фрагментами ДНК.

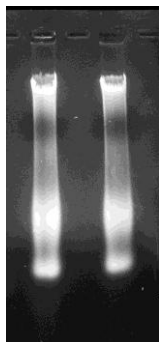


Рис. 1. Электрофоретический спектр деградированных препаратов ДНК из дуба черешчатого

Для получения качественного препарата ДНК без примесей и признаков деградации, используя стандартную методику выделения ДНК ЦТАБ-методом, нами были изменены некоторые этапы и подобраны оптимальные температурные, временные и концентрационные условия, которые позволили получить препарат ДНК высокой концентрации с отсутствием деградации и примесей, что подтверждается электрофореграммой препаратов в агарозном геле (рис. 2).

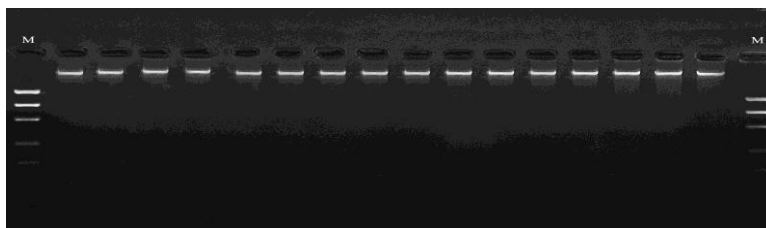


Рис. 2. Электрофореграмма препаратов ДНК из дуба черешчатого

Для определения количества ДНК измеряли поглощение раствора в области с длиной волн 260 нм на спектрофотометре СФ 102. Концентрация полученных препаратов ДНК из дуба черешчатого в среднем составила от 0,5 до 0,8 нг. Для определения чистоты полученных препаратов ДНК проводили измерение соотношения экстинкции 260 нм/280 нм. Полученные образцы ДНК имели соотношение, равное в среднем 1,75, что свидетельствует о том, что они являются чистыми.

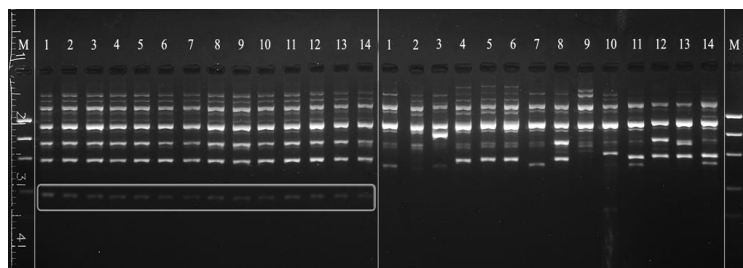
Далее мы разработали протокол ПЦР с использованием RAPD-праймеров для тестирования генотипов дуба черешчатого. В работе нами использовались следующие RAPD-праймеры: Oligo 1, Oligo 2, Oligo 3, Oligo 4, Oligo 5, Oligo 6, Oligo 12, Oligo 16, Oligo 17, Oligo 19, Oligo 23, Oligo 24, Oligo 25, Oligo 28, Oligo 29, Oligo 31, Oligo 32, Oligo 33, Oligo 35, Oligo 41, Oligo 42, Oligo 99, Oligo 100, Oligo 101, Oligo 102. Температуру отжига для каждого из праймеров подбирали в компьютерной программе OLIGO 6. Реакцию проводили на амплификаторе фирмы «Терцик» (Россия) в течение 3 ч. На следующем этапе выполняли электрофоретическое разделение продуктов амплификации в 3%

агарозном геле с 1X TAE-буфером при 120 Вт в течение 2 ч, длина пробега 5-7 см. Готовый гель окрашивали бромистым этидием, фрагменты ДНК анализировали в трансиллюминаторе «Vilber Lourmat».

После оптимизации условий проведения ПЦР и анализа спектра полученных ампликонов, для дальнейшего исследования нами были выбраны 9 из выше приведённых праймеров (Oligo 1, Oligo 2, Oligo 3, Oligo 4, Oligo 5, Oligo 6, Oligo 12, Oligo 19, Oligo 29).

На первом этапе был проведен анализ образцов дуба черешчатого колонновидной формы и обычной формой кроны семенного происхождения от одного клона пирамидальной формы, произрастающих в Семилукском питомнике. Для каждого из образцов дуба была поставлена ПЦР с каждым из 9 праймеров и проведён детальный анализ полученных спектров ампликонов.

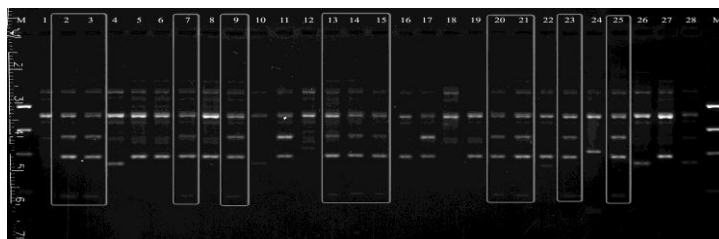
Для дальнейшего анализа нами был отобран один праймер (Oligo 5), который показывал явные отличия образцов колонновидной и обыкновенной форм кроны в ряде ампликонов. В случае ПЦР образцов дуба с колонновидной формой кроны с данным праймером наблюдалась полоса на электрофореграмме в области 300 пн. Если в качестве матрицы использовалась ДНК из дуба с обычной формой кроны, данная полоса отсутствовала (рис. 3).



М-маркеры молекулярных масс (100, 300, 500, 700, 800,1000 пн.);  
1-14 – номера образцов

Рис. 3. Электрофореграмма продуктов ПЦР дуба черешчатого формы пирамидальной (слева) и с обычной формой кроны (справа) в агарозном геле с использованием праймера Oligo 5

Получив результат, подтверждающий, что формоспецифичность у дуба черешчатого ассоциирована с наличием полосы в области 300 пн. на электрофореграмме, была поставлена ПЦР с праймером Oligo 5, где в качестве матрицы использовалась ДНК, выделенная из семян дуба черешчатого колонновидной формы в возрасте 4-х месяцев, для диагностирования формоспецифичности проростков (рис. 4).



М-маркеры молекулярных масс (100, 300, 500, 700, 800, 1000 пн.);  
1-28 – номера образцов

Рис. 4. Электрофореграмма продуктов ПЦР семян от дуба черешчатого формы пирамидальной в агарозном геле с использованием праймера Oligo 5. В прямоугольник выделены предполагаемые кандидаты в деревья с колонновидной формой кроны

## Выводы

Использование модифицированного ЦТАБ-метода позволило получить препарат тотальной ДНК из образцов дуба черешчатого высокого качества без признаков деградации.

В спектрах ампликонов у всех исследованных растений выявили индивидуальные особенности, связанные с присутствием / отсутствием отдельных фрагментов ДНК. Таким образом, RAPD-маркеры можно применять для генетической дифференциации образцов дуба черешчатого и внутривидовой формоспецифичности. Применение методов молекулярно-генетического анализа с высокой степенью точности позволяет определять принадлежность данного дерева (проростка) к той или иной форме уже на ранних этапах развития.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Боронникова С.В., Кокаева З.Г., Гостимский С.А., Дрибноходова О.П., Тихомирова Н.Н. Анализ ДНК-полиморфизма реликтового вида Урала наперстянки крупноцветковой (*Digitalis grandiflora* Mill.) с помощью RAPD и ISSR маркеров // Генетика. 2007. Т. 43, № 5. С. 653-659.
2. Бирюкова В.А. Оценка генетического разнообразия сортов картофеля и родственных видов *Solanum* методом анализа умеренно повторяющихся последовательностей генома. Канд. дис. М., 2006.
3. Созинова Л.Ф., Цветков И.Л., Комаров А.Б. и др. Разработка протокола генетической дифференциации сортов пшеницы с использованием нового класса молекулярно-генетических маркеров // Биотехнология. Теория и практика. 2007. V. 3. P. 24-31.
4. Rogowsky P.M., Manning S., Liu J.-Y. et al. The R173 family of rye-specific repetitive DNA sequences: a structural analysis // Genome, 1991, 34: 88-95.
5. Schulman A.H. Molecular markers to assess genetic diversity // Euphytica. 2007. V. 158, N 3. P. 313-321.



УДК 630\*232.32.002.8

## СУБСТРАТЫ НА ОСНОВЕ ОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ СЕЯНЦЕВ С ЗАКРЫТОЙ КОРНЕВОЙ СИСТЕМОЙ

*Д.И. МУХОРТОВ, Э.В. МИЧЕЕВА*

ФГБОУ ВПО «Марийский государственный технический университет»  
424000, Марий Эл, г. Йошкар-Ола, пл. Ленина, д. 3, телефон (8362) 68 68 29,  
E-mail: *MuhortovDI@marstu.net*

### РЕЗЮМЕ

Приводятся результаты экспериментов по изучению влияния технологических параметров производства нетрадиционных субстратов из органических отходов на рост сеянцев древесных растений в контейнерах.

**К л ю ч е в ы е с л о в а :** *верховой торф, низинный торф, отходы, компост, субстрат, сеянцы, закрытая корневая система*

### SUMMARY

**Substrates on the basis of organic wastes for the cultivation of plantlets with closed root system**

*D.I. Muhortov, E.V. Micheeva* (Mari State Technical University, Mari El Republic)

The results of experiments to study the influence of technological parameters of production of unconventional substrates from organic waste on growth of plantlets of woody plants in containers has been proposed.

**K e y w o r d s :** *bog peat, lowland peat, waste, compost substrate, plantlets, closed root system*

Одним из направлений повышения качества искусственного лесовосстановления является использование в лесокультурном производстве посадочного материала с закрытой корневой системой. Получение такого посадочного материала связано с подбором качественного субстрата, который должен обеспечивать благоприятный для растений водно-воздушный режим, иметь оптимальную кислотность, содержать достаточное количество для роста сеянцев доступных элементов минерального питания. Лучшей основой для получения субстрата является верховой торф (ВТ), так как он имеет оптимальную плотность сложения, не слеживается, а высокая кислотность и недостаточное содержание

элементов питательных элементов восполняется внесением минеральных добавок [1]. Однако во многих регионах России промышленная заготовка верхового торфа не производится, а низинный торф не обеспечивает получение высокого эффекта.

В связи с этим, основной целью исследований являлось обоснование возможности применения субстратов на основе органических отходов для выращивания сеянцев в контейнерах. Перед нами стояли следующие задачи:

1. Определить возможность введения немодифицированных опилок в состав субстратов на основе низинного торфа для улучшения его свойств.
2. Оценить влияние технологических параметров компостирования органических отходов на свойства нетрадиционных субстратов и рост сеянцев.
3. Изучить влияние стадий компостирования отходов на рост сеянцев сосны обыкновенной.

***1. Определение возможности введения немодифицированных опилок в состав субстратов на основе низинного торфа.***

Низинный торф (НТ) является более плодородным, характеризуется высокой зольностью, содержанием питательных веществ и микроэлементов, средней и слабокислой реакцией среды. Но за счёт мелкой структуры он быстро уплотняется и заиливается, что негативно сказывается на росте сеянцев древесных растений при его использовании в качестве субстрата. Для устранения негативных свойств низинного торфа существует возможность применения в качестве добавки отходов деревоперерабатывающей промышленности – опилок.

Для определения влияния опилок на качественные показатели субстрата из низинного торфа было заложено 6 вариантов опыта, отличающихся добавлением разного объёма опилок: 1 – контроль (НТ без опилок), 2 – 20%, 3 – 30, 4 – 40, 5 – 50 и 6 – 60%.

Как показали исследования, повышение доли опилок в субстрате способствовало снижению его плотности сложения. Введение опилок в состав субстрата позволяет также существенно замедлить процесс разложения органического вещества субстрата в процессе выращивания посадочного материала (рис. 1).

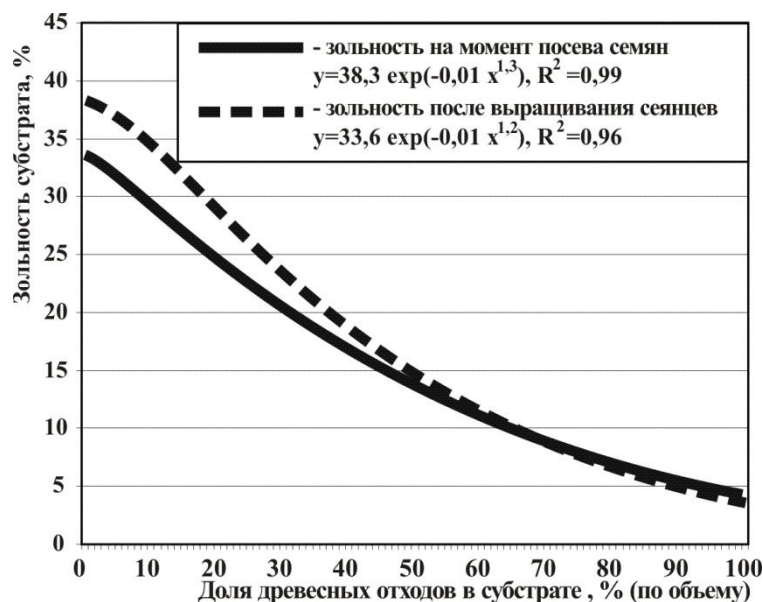


Рис. 1. Влияние введения опилок на зольность субстрата из низинного торфа

При увеличении доли опилок до 40-50% зольность субстрата снижается до значений, соответствующих показателям ВТ. Кроме того, при внесении более 50% древесных отходов процессы биодеградации органического вещества приостанавливаются, что говорит о стабильности физико-химических свойств субстрата. Введение опилок в его состав снижает содержание элементов минерального питания: при 20% доли опилок в общем объеме субстрата содержание аммиачного азота уменьшается в 1,8, подвижного фосфора – в 2,1, обменного калия – в 1,4 раза. Дальнейшее повышение доли опилок связывает водорастворимые макроэлементы. Первоначальная кислотность НТ близка к нейтральной. Добавление опилок способствует снижению  $pH_{\text{кол}}$  до 5,5-6,0.

Испытание субстратов на основе смеси НТ и опилок проведено при выращивании лиственницы сибирской. Оценка сохранности однолетних растений показала, что наибольшее её значение (92,8%) наблюдается при введении в субстрат 60% древесных от-

ходов. Гораздо меньше всходов (83,3%) сохранилось на субстрате из чистого НТ. С повышением доли опилок до 50% усиливается по сравнению с контролем рост сеянцев в высоту. Масса хвои и стволиков растений максимальна при содержании в субстрате 40% опилок (табл. 1).

Таблица 1

**Влияние доли опилок в субстрате на рост сеянцев лиственницы сибирской**

Доля опилок, %	Высота стволика, см	Диаметр шейки корня, мм	Длина корневой системы, см	Масса 100 растений по фракциям, г			
				Хвоя	Стволик	Корни	
						D > 1мм	D < 1мм
0 (контроль)	2,74	1,33	9,48	3,89	2,74	1,90	3,73
20	2,80	1,20	7,56	3,09	2,28	1,18	2,39
30	3,44	1,17	7,58	3,49	2,96	2,05	0,61
40	4,19	1,23	7,39	4,84	3,40	1,71	1,83
50	3,73	1,40	6,29	3,58	3,20	1,32	2,34
60	3,22	1,42	7,17	1,46	2,83	1,08	0,99
<i>HCP<sub>05</sub></i>	0,952	*	0,452	1,255	*	0,301	0,522

П р и м е ч а н и е : \* – различие на 5% уровне значимости не существенно ( $F_{расч} < F_{табл.}$ )

Другие показатели роста либо достоверно не отличаются от контрольного варианта, либо снижаются. Использование различных видов субстратов существенно повлияло на устойчивость всходов к возбудителям инфекционных болезней: в большей степени отпад сеянцев от полегания характерен для субстрата из НТ.

Таким образом, древесные отходы можно использовать при производстве субстратов на основе НТ, так как они имеют невысокую плотность сложения (близкую к ВТ) и практически не содержат патогенной микрофлоры. Оптимальная доля опилок – 40-50% от объема субстрата. Для достижения максимальных значений биометрических показателей сеянцев при их выращивании на таких субстратах необходимо вносить минеральные удобрения и регулярно проводить подкормки в соответствии с потребностями растений.

**II. Использование компостов на основе органических отходов в качестве субстратов.** Одним из способов получения кор-

незакрывающих субстратов является компостирование органических отходов. Компостирование – это экзотермический процесс биологического окисления, в котором органическое вещество подвергается аэробной биodeградации смешанной популяции микроорганизмов в условиях повышенной температуры и влажности [3]. Процесс компостирования может управляться извне. Основными управляемыми параметрами компостирования являются: отношение С:N в компостируемой смеси отходов; температурный режим и аэрация в процессе компостирования; сроки компостирования и хранения компоста.

Для изучения влияния отношения С:N в смеси отходов (осадков сточных вод и опилок) на протекание процесса компостирования и качество получаемого субстрата для выращивания семян с ЗКС были внесены разные дозы аммиачной селитры: 0, 1, 5, 15 и 35 кг/м<sup>3</sup> (варианты N1-N5). Это позволило получить компостные смеси с разным соотношением углерода и азота: N1 – 51,1:1; N2 – 27,7:1; N3 – 24,3:1; N4 – 16,0:1; N5 – 12,5:1.

Одним из основных показателей интенсивности процесса аэробной ферментации является изменение температуры компостируемой смеси. Поэтому в процессе компостирования ежедневно проводились замеры температуры в каждом варианте (рис. 2).

Установлено, что до максимальной температуры компостируемая смесь N1 разогрелась на 5-й, N2 и N3 – на 9-й, N4 – на 23-й, а N5 – на 38-й день компостирования. При этом самой высокой температурой разогрева характеризовалась компостная смесь N2 – 52,1°C, а самой низкой N3 – 39,1°C. Это свидетельствует о том, что наиболее близким к оптимальному значению является отношение С:N = 27,7:1. При более широком отношении разогрев смеси происходит несколько раньше, но протекает не так интенсивно, при его сужении – смесь разогревается медленнее и с меньшей интенсивностью.

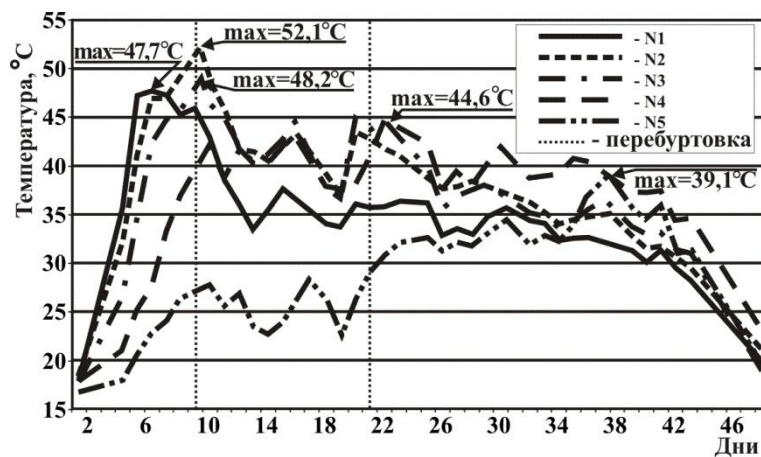


Рис. 2. Влияние отношения C:N смеси отходов на температурный режим компостирования

Таким образом, при формировании компостных смесей из органических отходов необходимо добиваться оптимальных значений отношения C:N, которое должно быть в пределах 24...28:1. В этом случае уровень биодegradации органического вещества будет более интенсивным, а сроки получения готового продукта – нетрадиционных субстратов – сократятся.

Для оценки возможности применения компостов, полученных из смесей органических отходов с различным отношением C:N, в качестве корнезакрывающих субстратов, на них выращивались семена сосны обыкновенной (рис. 3).

Выявлено, что лучшими биометрическими показателями обладают семена сосны, выращенные на нетрадиционных субстратах из органических отходов при отношении C:N в исходных компостных смесях в пределах 24...28:1. Таких значений можно достичь путём составления рецепта исходной компостной смеси расчётным методом [2].

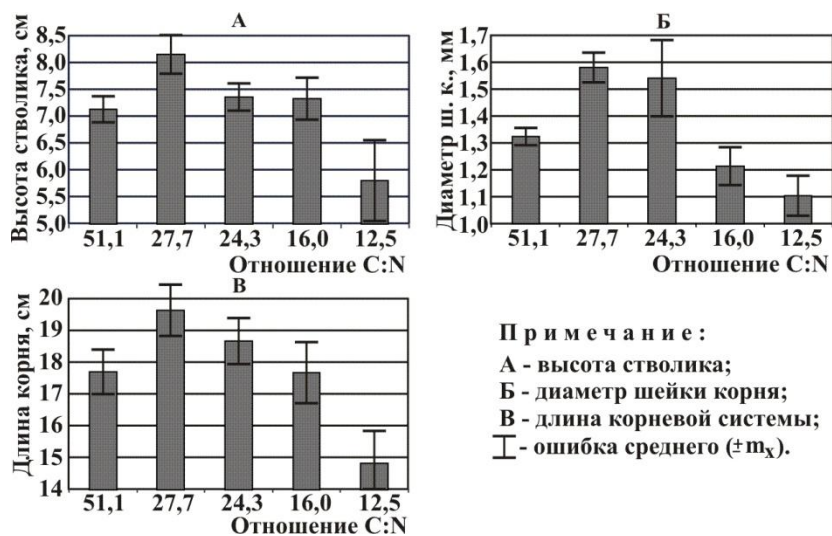


Рис. 3. Линейные размеры сеянцев сосны обыкновенной при выращивании на субстратах из органических отходов с различным отношением C:N

**III. Рост сеянцев сосны обыкновенной в контейнерах при использовании в качестве субстратов компостов из органических отходов с различным сроком компостирования.** Процесс компостирования разделяется на несколько стадий: I – мезофильную, II – термофильную, III – остывания и IV – созревания [3]. В ходе каждой из них происходят физико-химические изменения компостируемой массы за счёт жизнедеятельности различных групп микроорганизмов. Поэтому одной из задач было выявление необходимости выполнения полного цикла биотермической переработки смеси органических отходов при получении нетрадиционных субстратов для выращивания посадочного материала.

Эксперименты проводились в 2007 году в Семеновском спецсемлесхозе Нижегородской области. Было использовано 3 вида субстрата: 1 – на основе верхового торфа (контроль); 2 – на основе компоста № 1 из осадков сточных вод (ОСВ) и опилок, отобранного на термофильной стадии компостирования; 3 – на основе компоста № 2 из ОСВ и опилок, отобранного на стадии созревания. Субстратами наполнялись контейнеры, в которых в тече-

ние одного вегетационного периода выращивались сеянцы сосны. Осенью сеянцы извлекались из контейнеров и измерялись.

Установлено достоверное влияние сроков компостирования органических отходов на рост сеянцев сосны (табл. 2). Применение компоста, не прошедшего все стадии биотермической переработки, в качестве корнезакрывающего субстрата не позволяет получить качественный посадочный материал. Высота стволиков сеянцев сосны, выращенных на данном субстрате, оказалась в 2,1, а длина корневой системы в 1,5 раза меньше, чем в контрольном варианте, где в качестве основы для субстрата применялся верховой торф. По диаметру шейки корня и сохранности посадочного материала существенных различий между контролем и незрелым компостом доказано не было.

Таблица 2

**Влияние использования субстратов из органических отходов с различным сроком компостирования на линейные размеры сеянцев сосны обыкновенной**

Вид субстрата	Высота стволика, см	Диаметр шейки корня, мм	Длина корневой системы, см	Сохранность, %
Верховой торф	7,44	1,46	16,69	52,38
Компост №1 (термофильная стадия)	3,48	0,87	12,22	32,65
Компост №2 (стадия созревания)	8,43	1,46	10,86	78,91
<i>HCP<sub>05</sub></i>	2,31	*	3,07	30,702

П р и м е ч а н и е : \* – различие на 5% уровне значимости не существенно ( $F_{расч} < F_{табл.}$ )

При использовании в качестве субстрата компоста, прошедшего все стадии компостирования, выявлено, что по высоте стволика, диаметру шейки корня и сохранности сеянцы сосны не уступают растениям, выращенным на верховом торфе, и даже несколько превосходят их.

Таким образом, лучшим ростом обладают сеянцы сосны обыкновенной, выращенные на компостах из органических отходов, полученных методом аэробной биодegradации и прошедших все стадии компостирования по сравнению с вариантом с незавершенным процессом компостирования. Это можно объяснить тем, что такие компосты по сравнению с незрелыми имеют луч-



шие физические свойства, в том числе большее количество водопрочных агрегатов. Формирование их обеспечивается только в процессе последовательного протекания всех этапов биотермической переработки отходов.

Работа выполнена в рамках реализации ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007 - 2012 годы» (государственный контракт № 15.515.11.5053 от 15.08.2011) с использованием оборудования ЦКП «ЭБЭЭ» ФГБОУ ВПО «МарГТУ».

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Жигунов А.В. Теория и практика выращивания посадочного материала с закрытой корневой системой. СПб: СПбНИИЛХ, 2000. С. 2-15.
2. Мухортов Д.И., Романов Е.М., Мамаев А.А. Оптимизация технологических параметров производства нетрадиционных органических удобрений в лесных питомниках // Лесное хозяйство. 2011. №3. С. 21-23.
3. Форстер К.Ф. Экологическая биотехнология: Пер. с англ. / Под ред. К.Ф. Форстера, Д.А. Дж. Вейзера. Л.: Химия, 1990. Пер. изд.: Великобритания. 1987. 384 с.

## ИЗУЧЕНИЕ БИОХИМИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ В ОТВЕТ НА СТРЕССИРУЮЩЕЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ

*В.А. СЕМЕНОВА*

ФБУ «Санкт-Петербургский НИИ лесного хозяйства»  
194021, Санкт-Петербург, Институтский пр., д. 21  
тел.: (812) 552-80-21, E-mail: *victoria.semenova@gmail.com*

### РЕЗЮМЕ

Изучение биохимических изменений в тканях древесных растений как показателей ранней диагностики стрессирующего влияния окружающей среды имеет важное значение. Была исследована динамика активности трёх малатдегидрогеназ в листьях березы повислой в ответ на усиление стрессового влияния. Было показано, что целесообразно использовать в качестве биоиндикаторов малатдегидрогеназу-37 и малатдегидрогеназу-40. С увеличением степени стрессирующего воздействия активность малатдегидрогеназы-37 уменьшается, а малатдегидрогеназы-40, наоборот, – возрастает.

**К л ю ч е в ы е с л о в а :** *биохимия, малатдегидрогеназа, стрессовое воздействие*

### SUMMARY

#### **The study of biochemical changes of woody plants in response to the stressful effects**

*V.A. Semenova (Saint-Petersburg Forestry Research Institute)*

The study of biochemical changes of tissue woody plants as indicators of early diagnosis of stressing influence of the environment is important. During the research the dynamics of activity of three malate dehydrogenase in response to the increase of stress influence was examined. It was shown that it is appropriate to use malate dehydrogenases 37 and 40 as bioindicators. With the increase in the degree of stressing impact the activity of malate dehydrogenase 37 decreases and the activity malat dehydrogenase 40, on the contrary, increases.

**K e y w o r d s :** *biochemistry, malate dehydrogenase, stress effect*

В настоящий момент происходит переоценка роли лесов. Эффективная (рациональная) методика ведения лесного хозяйства предполагает не только накопление биомассы, но и создание оптимальных условий выживания конкретного вида. Нарушение границ диапазона поддержания гомеостаза вызывает изменения

жизнедеятельности растений, называемые стрессом. Стрессовые ситуации приводят к перераспределению биомассы дерева между надземной и подземной частями. В связи с этим в задачу повышения продуктивности насаждений входит выявление и изучение реакции древесных растений на различные стрессовые воздействия. Биологические признаки, используемые в качестве показателей состояния гомеостаза, находят широкое применение во многих исследованиях, касающихся выявления наиболее подходящих условий произрастания древесных растений [5]. Для сохранения и умножения лесных ресурсов необходимо знать реакцию лесных экосистем на действие абиотических и биотических стрессовых факторов. Изучение изменений на биохимическом уровне в ответ на стрессирующее воздействие имеет важное значение в качестве биоиндикационного признака. Ранее рядом авторов проводились исследования, касающиеся исследования некоторых биохимических показателей сосны обыкновенной и кедра сибирского [6]. Однако этот вопрос освещен недостаточно подробно.

### Материалы и методы

В качестве объекта исследования использовалась береза повислая (*Betula pendula* Roth), относящаяся к семейству березовых – *Betulaceae* [7].

Исследования проводились в городе Воронеже в 2011 г. Возраст обследованных деревьев составлял от 30-60 лет.

В качестве пунктов отбора проб использовались различающиеся по степени стрессирующего воздействия участки: 1) лесопарковая зона (стрессирующее воздействие минимальное); 2) участок, находящийся в 1 км от завода ОАО «Воронежсинтезкаучук» (среднее воздействие); 3) участок, находящийся в 10 м от автомобильной дороги (сильное влияние на окружающую среду – интенсивность автомобильного движения 1000 автомобилей/час). В указанных пунктах отбора проб была проанализирована динамика активности малатдегидрогеназ как биоиндикационного теста негативного воздействия.

Для изучения биохимических показателей была проанализирована динамика активности ряда ферментов, которые имеют ключевое значение в метаболизме растений. Образцы листьев растений гомогенизировали, экстрагировали и наносили на полиакриламидный гель. В каждом участке анализировалось не менее 10 деревьев. Статистическую обработку данных проводили с использованием программы STATISTICA v6. Все результаты являлись достоверными при 5% уровне значимости.

Ферментативный материал для исследования получали с помощью центрифугирования в течение 7 мин при 7000 об/мин. Листья растения растирались со стеклом в 0,1 М трис-НС1 буфере, рН – 7,5, при комнатной температуре. За единицу ферментативной активности принималось количество фермента, катализирующее образование 1 мкМ продукта за 1 мин. при 25 °С (ФЕ/мл). Определение ферментативной активности выполняли по общепринятым методикам в 1-см кварцевых кюветах на СФ-1000 в течение 10-15 мин [1].

Активность *малатдегидрогеназы* (КФ 1.1.1.37) определяли при 340 нм по уменьшению оптической плотности с использованием следующего колориметрического раствора (на 60 мл): 27,7 мг оксалоацетата ( $C_4H_3O_4$ ); 1,2 мг NADH ( $C_{21}H_{30}N_7O_{17}P_3 \cdot Na^+$ ); 120 мг  $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ , рН реакционной смеси равен 8,0.

Активность *малик-фермента* (КФ 1.1.1.39) определяли при 340 нм по увеличению оптической плотности с использованием следующего колориметрического раствора (на 60 мл): 120 мг  $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ ; 52 мг малата натрия ( $C_4H_4Na_2O_5$ ); 100 мг NAD ( $C_4H_4Na_2O_5$ ), рН реакционной смеси равен 6,7.

Активность *малатдегидрогеназы* (КФ 1.1.1.40) определяли при 340 нм по увеличению оптической плотности с использованием следующего колориметрического раствора (на 60 мл): 244 мг  $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ ; 5,4 мг малата натрия ( $C_4H_4Na_2O_5$ ); 18 мг NADP ( $C_{21}H_{27}N_7NaO_{17}P_3$ ); 66 мг трилон Б ( $C_{10}H_{14}O_8N_2Na_2 \cdot 2H_2O$ ). рН реакционной смеси равен 8,0.

## Результаты и обсуждение

В результате проведенных исследований была проанализирована динамика общей активности трёх малатдегидрогеназ (МДГ-37, МДГ-39, МДГ-40) берёзы повислой в ответ на стрессирующее воздействие.

В ходе проведения данного исследования была выполнена обширная работа по выбору наиболее контрастных по степени стрессирующего воздействия участков. Для этого были изучены «Доклады о состоянии окружающей среды в г. Воронеже...» [2, 3, 4] за последние несколько лет. Наименьшее стрессирующее воздействие было выявлено на территории лесопаркового участка (№ 1); участок № 2 имеет средний уровень воздействия, а участок № 3 – максимальный.

Выполненные эксперименты показали, что общая активность малатдегидрогеназы 37 (МДГ-37) имеет обратную зависимость от степени стрессирующего воздействия (рис. 1).

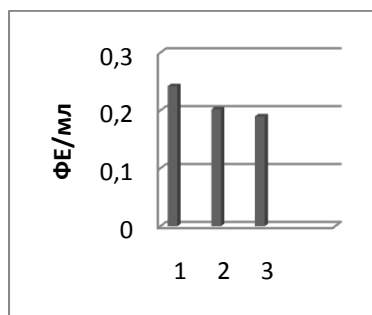


Рис. 1. Общая активность малатдегидрогеназы-37 в различных пунктах отбора проб: 1 – лесопарковая зона; 2 – участок, находящийся в 1 км от завода; 3 – участок, находящийся в 10 м от автомобильной дороги

Общая активность малатдегидрогеназы-39 (малик фермент) в аналогичных пунктах не была выявлена. Этот факт говорит о том, что, по-видимому, активность фермента МДГ-39 у берёзы повислой либо отсутствует полностью, либо имеет столь малые значения, что данный метод анализа не позволяет его идентифицировать. Такой результат позволяет нам сделать вывод о непригодности данного признака в качестве биоиндикатора для аналогичных исследований в будущем.

При изучении динамики ферментативной активности МДГ-40 была выявлена прямая зависимость от стрессирующего влияния (рис. 2).

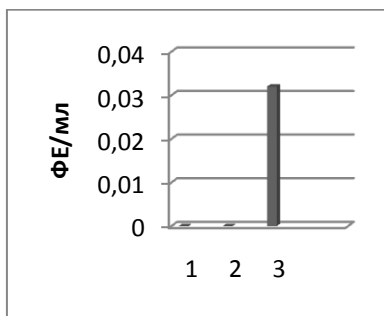


Рис. 2. Общая активность малатдегидрогеназы-40 в различных пунктах отбора проб: 1 – лесопарковая зона; 2 – участок, находящийся в 1 км от завода; 3 – участок, находящийся в 10 м от автомобильной дороги

В результате проведенных исследований было выявлено, что использование биохимические индикаторов является точной диагностической системой стрессирующего воздействия.

Анализ диаграмм (рис. 1 и 2) показал целесообразность использования МДГ-37 и МДГ-40 в качестве достоверных признаков при ранней диагностике состояния берёзы повислой на воздействие стрессирующих факторов.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Большой практикум по физиологии и биохимии растений / А.А. Землянухин, Л.А. Землянухин. Воронеж: Изд-во Воронеж.ун-та, 1996. С. 97-98.
2. Доклад о состоянии окружающей среды и природоохранной деятельности городского округа города Воронежа в 2007 году / А.Т. Козлов и др. Воронеж: Изд-во им. Е.А. Болховитова, 2008. 64 с.
3. Доклад о состоянии окружающей среды на территории Воронежской области и мерах по ее охране в 2009 году. Воронеж: Изд-во им. Е.А. Болховитова, 2010. 91 с.
4. Доклад о состоянии окружающей среды на территории Воронежской области в 2010 году. Воронеж: Изд-во им. Е.А. Болховитова, 2011. 86 с.

5. Клещёва Е.В. Индивидуальная изменчивость берёзы повислой по формам трещиноватости коры в ЦЧО / Автореф. дис. ... канд. биол. наук / Воронеж: ВЛТА, 2007. 20 с.
6. Плаксина И.В., Судачкова Н.Е., Романова Л.И. и др. Сезонная динамика фенольных соединений в лубе и хвое сосны обыкновенной и кедра сибирского в посадках различной густоты / И.В. Плаксина, Н.Е. Судачкова, Л.И. Романова, И.Л. Милютин // [Химия растительного сырья. 2009.](#) № 1. С. 103-108.
7. Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). СПб: Мир и семья-95. 1995. 995 с.

УДК 630.232.12

## ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ КУЛЬТУРЫ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ В РЕСПУБЛИКЕ БАШКОРТОСТАН

*О.А. ЯМАЛЕЕВ*

Филиал ФБУ «Рослесозащита» - «ЦЗЛ Ленинградской области»  
194021, Санкт-Петербург, Институтский пр., д. 21  
Тел. (812)294-37-71, e-mail: [czl47@yandex.ru](mailto:czl47@yandex.ru)

*М.А. НИКОЛАЕВА*

ФБУ «Санкт-Петербургский НИИ лесного хозяйства»  
194021, Санкт-Петербург, Институтский пр., д. 21  
Тел. (812)552-80-21, e-mail: [spb-niilh@inbox.ru](mailto:spb-niilh@inbox.ru)

*Д.Е. КАМАТОВ*

Филиал ФБУ «Рослесозащита» - «ЦЗЛ Республики Башкортостан»  
450080, Республика Башкортостан, г. Уфа, Менделеева, д. 148.  
Тел./Факс: (347) 2481588, e-mail: [czl02@yandex.ru](mailto:czl02@yandex.ru)

### РЕЗЮМЕ

Представлены результаты анализа развития географических культур сосны обыкновенной, созданных в Республике Башкортостан в 1976 году. На основании оценки сохранности и роста потомств климатипов выделены лучшие для района испытания.

**К л ю ч е в ы е с л о в а :** *географические культуры, сосна, климатип, потомство, происхождение, сохранность, рост*

### SUMMARY

#### **Geographical plantations of Scots Pine in the Republic of Bashkortostan**

*O.A. Yamaleev* (Branch of the Federal state Institution «Russian Centre of Forest Health» - «Leningrad Centre of Forest Health»)

*M.A. Nikolayeva* (St.-Petersburg Forestry Research Institute)

*D.E. Kamatov* (Branch of the Federal state Institution «Russian Centre of Forest Health» - «Baškortostan Republic Centre of Forest Health»)

Presents the results of the analysis of the development of geographical plantations of Scots Pine, created in the Republic of Baškortostan in the year 1976. Based on an assessment of the preservation and growth of climatype posterity are best for the test.

**К e y w o r d s :** *geographical plantations, Scots Pine, climatype, posterity, origin, safety, growth*

В составе лесов Республики Башкортостан на долю хвойных приходится 23,3% или 1158,8 тыс. га от общей площади преобла-



дающих пород, при этом 748,3 тыс. га или почти 2/3 хвойных лесов представлены сосной [4]. Однако в последние годы площади естественных сосняков интенсивно сокращаются в результате рубок, недостаточного объема лесовосстановительных работ и необратимой смены хвойных малоценными мягколиственными породами. Поэтому воспроизводство сосновых лесов приобретает исключительно важное хозяйственное, природоохранное и социальное значение [4].

Главным направлением в лесовосстановлении остается сохранение генофонда лесобразующих видов, увеличение лесистости земель, выращивание высокопродуктивных и устойчивых лесных насаждений. С этой целью осуществляют регламентацию перемещений семян древесных пород на основе лесосеменного районирования, разработка и совершенствование которого определяются изучением генетической неоднородности популяций видов-лесообразователей в так называемых географических культурах [4, 5, 8]. В 1976 г. в соответствии с приказом № 29 Гослесхоза СССР начато создание широкомасштабной сети географических культур основных лесобразующих пород [8], в том числе сосны обыкновенной – в 37 пунктах страны [11]. Действующее «Лесосеменное районирование основных лесобразующих пород в СССР» было принято 30 лет назад и требует корректировки.

### **Объекты исследований**

Географические культуры сосны обыкновенной в Республике Башкортостан являются одним из звеньев данного опыта.

Автор опыта – И.Х. Нугаев.

Объект расположен на территории Юматовского лесничества Уфимского лесхоз-техникума, кв. 28; географические координаты – 54°31' с. ш., 56°25' в. д. В соответствии с Перечнем лесорастительных зон и лесных районов РФ [9] относится к Южно-Уральскому лесостепному району, по Лесосеменному районированию [5] – к Южно-Уральскому лесосеменному району, Башкирскому лесостепному подрайону.

Климат – континентальный. Макрорельеф участка – равнина,

микрорельеф – ровный, в III повторности опыта – с удалением на северо-запад наблюдается понижение рельефа. Почвы – темно-серые лесные, среднесуглинистые, имеют кислую реакцию; содержание фосфора и калия – высокое, подвижных фосфатов – среднее, азота – значительное, подвижного гумуса – достаточное. Тип лесорастительных условий – С<sub>2</sub>; средний бонитет породы в лесничестве – Ia.

Испытываются семенные потомства сосны обыкновенной (*Pinus silvestris* L.) 37 климатипов, в том числе подвид *P. silvestris* L. ssp. *kulundensis* Sukazew. – климатип № 86, происхождением из Новосибирской области (табл. 1).

Разница между крайними вариантами составляет по широте 10°30' (Киевская и Волгоградская обл. – Екатеринбургская обл.), по долготе – 58°22' (Литва – Новосибирская обл.).

Принимая во внимание богатейшее разнообразие растительных сообществ и условий их произрастания в регионе, согласно Лесо-семенному районированию 1982 г. [5], Южно-Уральский лесосеменной район (территория Башкирии) подразделён на пять лесосеменных подрайонов. В данном опыте участвуют климатипы происхождения из Башкирского лесного (дюртиолинский и дуванский), горно-лесного западного (авзянский) и горно-лесного восточного (зилаирский и белорецкий) лесосеменных подрайонов.

Посадка культур проведена весной 1976 года на площади 15,0 га на территории бывших сельхозугодий после сплошной вспашки почвы с оборотом пласта, блоками, в пределах блоков – рядами; площадь одного блока – 0,09-0,15 га. Посадка культур, в соответствии с принятой единой методикой выполнена в 3-кратной повторности, вручную, 2-летними сеянцами, по схеме 0,75 м × 2,5 м, с исходной густотой 5,3 тыс. шт./га.

Как отмечено в «Пояснительной записке по инвентаризации географических лесных культур» от 1999 г., зарастание культур второстепенными породами слабое, единично – березой.

В настоящее время площадь объекта составляет 13,4 га. Ветровальных стволов нет, снеголом – единичные деревья. Рубки ухода не проводились.

Таблица 1

**Местонахождение материнских климатипов сосны обыкновенной, представленных в географических культурах Республики Башкортостан**

Лесной район	Номер пункта по гос. реестру	Район заготовки семян (область, республика, лесхоз)		Географические координаты	
				с. ш.	в. д.
Южно-таежный район европейской части РФ	47	Костромская	Мантуровский	58°15'	44°45'
	48		Костромской	58°00'	41°00'
	68	Кировская, Слободской		58°49'	50°06'
	67	Удмуртия, Воткинский		57°03'	54°00'
Район смешанных лесов европейской части РФ	45	Нижегородская	Городецкий	56°40'	43°28'
	46		Первомайский	54°56'	43°50'
	43	Московская, Куровской		55°32'	38°57'
	50	Рязанская, Солотчинский		54°40'	39°45'
	49	Калужская, Калужский		54°25'	36°16'
	41	Смоленская, Рославльский		54°00'	33°00'
Республики Прибалтики, Украина	69	Башкортостан, Дюртюлинский		55°30'	54°40'
	25	Латвия, Яунелгавский		56°27'	25°10'
	26	Литва, Пренайский		54°42'	23°58'
	38	Сумская, Свесский		52°01'	34°00'
	33	Ровенская, Дубровицкий		51°32'	26°36'
Лесостепной район европейской части РФ	37	Киевская, Бориспольский		50°10'	32°10'
	51	Брянская, Гаваньский		53°15'	34°30'
	55	Воронежская	Воронежский	51°38'	39°28'
	56		Хреновский	51°30'	40°15'
	54	Тамбовская, Челнавский		53°12'	41°20'
	57	Пензенская, Никольский		53°50'	46°00'
	64	Саратовская, Вольский		52°04'	47°21'
	59	Ульяновская, Мелекесский		54°14'	49°35'
	65	Татарстан	Зеленодольский	55°45'	48°30'
	66		Камский	55°40'	51°26'
83	Оренбургская, Бузулукский		52°47'	52°15'	
Степной район европ. части РФ	62	Волгоградская, Камышинский		50°10'	45°24'
Сев.-Уральск.таежн.	78	Екатеринбургская	Ивдельский	60°40'	60°24'
Средне-Уральский таежный	76		Ревдинский	56°50'	59°58'
	77		Тавдинский	58°04'	65°18'
Южно-Уральский лесостепной	79	Курганская, Курганский		55°28'	65°20'
	70	Башкортостан	Дуванский	55°42'	57°54'
	71А		Белорецкий	53°57'	58°24'
	71		Авзянский	53°25'	57°40'
	72		Зилаирский	52°24'	58°40'
Зап.-Сибир. южно-таежный равнинный	84	Омская, Тарский		57°00'	74°40'
Зап.-Сибир. подтаежно-лесостепной	86	Новосибирская, Сузунский		53°50'	82°20'

### Методика исследований

Единая для страны программа и методика закладки географических культур предусматривала использование во всех пунктах испытания одинакового семенного материала [2].

Инвентаризация объекта и оценка развития потомств климатипов выполнены в соответствии с требованиями Программы и методики ВНИИЛМ [2] и «Указаниями по лесному семеноводству в Российской Федерации» [10].

В культурах 35-летнего возраста в каждой из трех повторностей в пределах учётных рядов замерено не менее 50 деревьев, всего по варианту – не менее 150; определены сохранность, параметры роста по диаметру на высоте груди и высоте. Полевые материалы обработаны с применением методов вариационной статистики [1]. Уровень изменчивости роста по диаметру установлен по методике Мамаева С.А. [6].

### Результаты исследований

Анализ развития и состояния географических культур сосны в Республике Башкортостан, которые являются частью обширной сети единого опыта СССР, проводится впервые.

На ранних этапах развития культур зависимость сохранности от факторов географического происхождения прослеживается слабо; корреляция между долготой местонахождения материнского климатипа и сохранностью в потомстве –  $r = 0,173$ . Первые годы после посадки культуры были подвержены нападению соснового подкорного клопа (*Aradus cinnamomeus* Panz.). В результате в 3-летних культурах сохранность по потомству не превышала 50%; среднее значение по объекту – 32,9% (табл. 2).

Наиболее устойчивыми к изменению условий произрастания, оказались московское, омское, тавдинское и авзянское потомства, сохранность которых составляла 41-49%; самый значительный отпад (22-23%) наблюдался в потомствах киевского и белорецкого климатипов.

Таблица 2

**Динамика сохранности и показатели роста потомств сосны обыкновенной  
в географических культурах Республики Башкортостан**

Номер пункта по гос. реестру	Район заготовки семян (обл., республ.)	Сохранность в разном возрасте, (среднее по 3-м повторностям), %			Средние показатели роста (в 35 лет)	
		3 года	30 лет	35 лет	$D_{1,3}$ , см	$H_{cp}$ , м
47	Костромская	35,6	14,0	13,1	21,5±0,5	16,5
48		39,5	14,7	13,1	21,4±0,5	16,2
68	Кировская	32,8	30,9	28,5	18,5±0,4	15,5
67	Удмуртия	25,0	24,4	24,4	19,3±0,4	16,1
45	Нижегородская	30,3	23,1	14,1	22,2±0,3	16,3
46		24,8	13,0	12,7	21,9±0,5	16,3
43	Московская	48,8	24,9	14,2	21,7±0,5	14,5
50	Рязанская	34,7	16,5	15,7	21,3±0,4	16,6
49	Калужская	32,3	14,0	13,5	21,4±0,5	16,4
41	Смоленская	34,7	14,7	10,7	21,9±0,4	15,5
25	Латвия	34,7	13,4	10,1	21,7±0,5	15,4
26	Литва	36,0	27,0	25,5	21,4±0,5	15,9
38	Сумская	27,7	18,0	16,9	21,1±0,4	16,9
33	Ровенская	32,1	17,5	16,9	21,0±0,5	15,8
37	Киевская	22,1	19,0	14,4	22,6±0,4	16,6
51	Брянская	28,7	23,5	23,1	18,9±0,4	16,2
55	Воронежская	26,4	19,0	18,9	22,0±0,4	17,3
56		31,5	22,0	21,9	21,2±0,4	16,2
54	Тамбовская	30,2	14,2	14,1	20,5±0,4	16,4
57	Пензенская	28,4	20,9	19,0	21,0±0,4	15,8
64	Саратовская	31,4	22,0	21,7	20,1±0,4	17,2
59	Ульяновская	30,0	23,5	23,3	18,8±0,4	16,8
65	Татарстан	34,0	25,5	24,8	18,3±0,4	16,5
66		31,0	23,0	22,9	18,5±0,4	17,6
83	Оренбургская	35,9	20,0	20,0	19,2±0,5	16,2
62	Волгоградская	34,1	19,0	18,7	21,3±0,4	16,7
76	Екатеринбургская	29,8	25,9	25,9	18,9±0,5	13,7
77		44,6	26,0	25,3	19,2±0,4	14,9
78		43,8	27,5	27,3	18,5±0,4	15,4
79	Курганская	36,5	30,2	30,2	17,1±0,4	15,9
69	Башкортостан	38,4	37,7	26,2	19,1±0,3	16,3
70		25,8	15,5	13,8	20,1±0,4	16,2
71А		22,9	21,1	21,1	20,3±0,4	15,8
71		43,2	24,0	23,9	18,7±0,4	15,7
72		28,2	15,5	13,9	21,4±0,5	15,1
84	Омская	41,1	22,0	21,0	20,0±0,5	16,3
86	Новосибирская	31,2	26,0	26,0	20,1±0,5	17,1
Среднее значение		32,9	21,3	19,7	20,3	16,1

Смыкание культур, завершившееся в рядах к 8-10-летнему возрасту, в междурядьях – к 18-20 годам, оказывало существенное влияние как на проявление конкурентных отношений между

особями, так и на проявление наследственных особенностей, передающихся по потомству.

Инвентаризация 30-летних культур показала, что за прошедшие 27 лет отпад в среднем составил 11,6%, то есть сохранность культур за этот период практически стабилизировалась. Максимальное снижение сохранности – на 20-25% – наблюдалось в потомстве костромских, смоленского и латвийского климатипов. К этому возрасту прослежено заметное усиление связи между сохранностью потомств и их географическим происхождением, особенно с удалением местонахождения климатипа в направлении «запад-восток»: чем восточнее расположено материнское насаждение, тем сохранность в его потомстве умеренно выше ( $r = 0,418$ ).

Наиболее высокой адаптивной способностью (в 30 лет) отличались потомства происхождения восточнее 54°с. ш., с сохранностью 30-38%; в первую очередь это относится к дюртюлинскому, курганскому и кировскому климатипам. Низкой сохранностью (13,0-14,7%) характеризуются потомства происхождения из зоны тайги и смешанных лесов (костромские, первомайское, калужское, смоленское, латвийское), из зоны лесостепей – только один вариант – тамбовское потомство.

В 35-летних культурах (2011 г.) средняя сохранность по объекту составляет 19,7%, что соответствует 1040-1050 шт./га; максимальное число деревьев не превышает 1600 шт./га. Относительно разреженное стояние деревьев влечёт за собой отсутствие или слабое проявление конкурентных отношений между особями. Формирующееся насаждение, независимо от факторов происхождения, представляет собой сосняк разнотравный, который является наиболее производительным среди всех групп типов леса [4]; I ярус – исключительно культуры сосны. Во II ярусе и в подросте встречаются берёза, клён, вяз, липа, дуб, ясень, ель. В подлеске есть также лещина, рябина, черемуха, бузина, калина, бересклет. Напочвенный покров, особенно на открытых местах, очень богат своим разнообразием: чистотел, купена, первоцвет, ветреница, герань, хвощ, папортник, крапива, гравилат, вероника, кипрей, земляника, хмель, малина и др.

Период начала семеношения в культурах не установлен. Однако нами отмечено, что к настоящему времени все потомства вступили в фазу репродукции. Кроме того, потомства юго-западных климатипов, например, смоленское и калужское, имеют более высокий процент выхода семян из шишек, чем потомства восточных.

Устойчивость культур к неблагоприятным факторам среды в изменившихся условиях произрастания характеризуется возросшей, по сравнению с прежними годами, значительной зависимостью от географического местонахождения материнских климатипов, с удалением которых на восток – сохранность в потомстве выше ( $r = 0,530$ ).

За последние 5 лет наиболее заметный отпад (9-11%) наблюдался в потомствах происхождением из района смешанных лесов – московском, городецком и дюртюлинском; тем не менее, последнее из них сохраняет статус лучшего по сохранности среди башкирских вариантов. Низкая сохранность, не превышающая 10-15%, установлена в потомствах происхождением западнее 46° в. д., из районов тайги (костромских), смешанных лесов (нижегородских, московском, калужском, смоленском), лесостепи (тамбовском), а также латвийском и киевском. Максимальное число сохранившихся особей – 27-30% – в потомствах, материнские насаждения которых расположены в пределах 50-66° в. д. (кировском, курганском, ивдельском). Башкирские – дуванское как крайне удалённое на север, а зилаирское – на восток – оцениваются сохранностью ниже средней (13-14%); дюртюлинское, белорецкое и авзянское потомства – выше средней (21-26%).

Данные о росте культур на ранних этапах развития отсутствуют. Представление о развитии географических культур сосны конца II класса возраста даёт рис. 1.

Искривление стволов как важный оценочный показатель качества древесины – в географических культурах Башкортостана, в отличие от аналогичных культур Северо-Запада России (Ленинградская, Псковская обл.) имеет место в каждом из вариантов; наиболее сильно искривленные особи встречаются в потомствах западных климатипов – прибалтийских, ровенском и киевском.

Анализ роста сосны в культурах 35-летнего возраста свидетельствует о том, что чем лучше сохранность, тем хуже рост в толщину ( $r = -0,805$ ); но связь сохранности с высотой потомств не прослежена ( $r = -0,028$ ).



Рис. 1. 35-летние географические культуры *Pinus silvestris* L. в Республике Башкортостан (II повторность опыта)

Средние показатели диаметров варьируют у различных потомств от 17,1 см (курганское) до 22,6 см (киевское), высот – от 13,7 м (ревдинское) до 17,1-17,6 м (камское, саратовское, воронежское, новосибирское).

Достоверно не различающийся на 5% уровне значимости успешный рост по диаметру (21,4-22,2 см) имеют потомства происхождением из районов смешанных лесов (московское, калужское, смоленское и оба нижегородских), тайги (костромские), а также Прибалтики, лесостепи (воронежское), Украины (киевское) и только одно уральское потомство (башкирско-зилаирское) тоже входит в эту группу.

Уровень изменчивости диаметров по каждому из вариантов отмечен как высокий (23-33%), что является не только следствием микроусловий произрастания особи, но и признаком высокого полиморфизма сосны, внутривидовые категории которой сущест-



венно различаются по множеству признаков, в том числе и по характеру роста. Наиболее существенное варьирование показателей толщины стволов отмечено в потомствах уральских и сибирских климатипов, а также в дюртюлинском – происхождением из района смешанных лесов. Самые стабильные значения диаметров – в потомствах городецкого, волгоградского, пензенского и киевского климатипов, то есть географическим происхождением не восточнее 46° в. д.

Средняя высота культур на объекте – 16,1 м; наиболее рослые сосны (20,0-21,2 м) встречались в потомствах камского, мантуровского, калужского, сумского, ульяновского климатипов. Среди башкирских максимальные высоты – 19,9 м и 19,6 м соответственно – в дуванском и дюртюлинском потомствах.

Корреляционная связь между средними значениями высот и диаметров потомств в 35-летних культурах прямая, но очень слабая ( $r = 0,097$ ).

Аналогично результатам исследований географических культур на объектах Ленинградской, Псковской и Вологодской обл. [7] прослеживается закономерность: с удалением мест происхождения климатипа на север и восток рост его потомства хуже и по диаметру, и по высоте. Но наиболее сильное влияние географическое происхождение семян оказывает на прирост деревьев по диаметру при «перемещении» климатипов в восточном направлении ( $r = -0,577$ ). Северные потомства, в отличие от южных, представлены менее толстыми и менее высокими особями ( $r = -0,363$ ,  $r = -0,367$ ).

Аналогично результатам исследования географических культур сосны в лесостепи Южного Зауралья [3] в Башкирии также выявлена не более чем слабая тенденция к ухудшению прироста по высоте в потомстве восточных климатипов ( $r = -0,082$ ).

На основании полученных данных выполнен кластерный анализ, результатом которого является диаграмма сходств и различий между потомствами, из которой видно, что потомства разъединены на два крупных кластера (рис. 2).

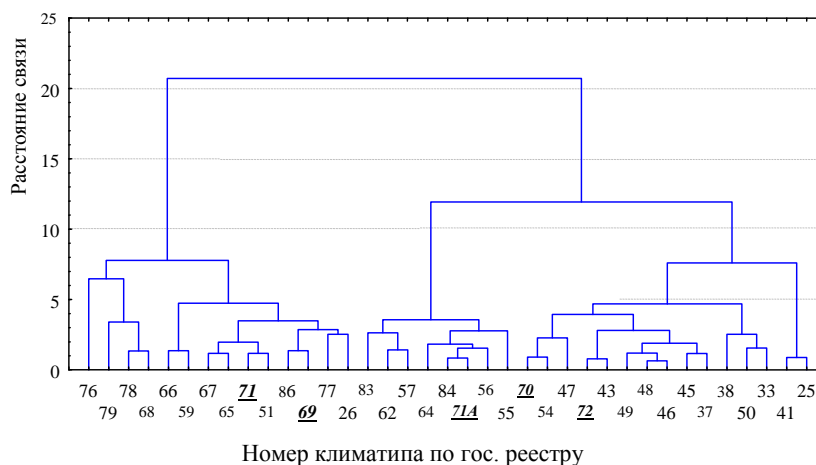


Рис. 2. Диаграмма сходств и различий между потомствами климатипов

Один из них объединяет потомства со средними показателями сохранности не менее 22,9%, диаметра – не более 21,35 см (литовское) и различными значениями высот. В него включено большинство вариантов (за исключением брянского), имеющих географическое происхождение восточнее  $48^{\circ}30'$  в. д.; к ним относятся самое низкорослое – екатеринбургское № 76, самое высокорослое – татарское № 66 и самое тонкомерное – курганское № 79 потомства.

Другой кластер объединяет два более мелких подкластера. В более крупный из них входят потомства с низкой сохранностью – 10,1-16,9%, но с хорошей толщиной стволов (средний диаметр 20,1-22,6 см); он включает как восточные, так и западные потомства. Второй подкластер занимает промежуточное положение, как по сохранности, так и по показателям роста, но он объединяет потомства, местоположение материнских климатипов которых восточнее  $39^{\circ}28'$  в. д.

- На данном этапе исследований башкирским вариантам по своим характеристикам близки далеко не близкородственные потомства: дюртюлинскому (№ 69) наиболее соответствует новосибирское потомство, авзянскому (№ 71) – брянское, дуванскому (№ 70) – тамбовское, белорецкому (№ 71А) – омское, зилаирскому (№ 72) – московское.

## Заключение

• Лесосеменное районирование предусматривает разбиение Южно-Уральского лесосеменного района, к которому относится территория Республики Башкортостан, на 5 подрайонов. Оценка изучения географических культур сосны, на текущий момент, позволяет сделать вывод о целесообразности внесения корректировки для Башкирского лесостепного подрайона.

В соответствии с Лесосеменным районированием на территории Башкирского лесостепного подрайона допускается использовать семенной материал происхождения из северо-западных районов Башкортостана, Саратовской (север), Пензенской и Куйбышевской (левобережье р. Волги) обл.

Считаем возможным, без ущерба для местных популяций сосны, использовать поставки семян из восточных районов Башкортостана и восточных районов Саратовской обл., из Республик Удмуртия и Татарстан (юго-восток). Из башкирских наиболее успешным является белорецкое потомство.

Следует учесть достаточно успешное развитие потомств воронежских и брянских, а также крайних литовского и новосибирского климатипов. В Белорецком районе (горнолесной восточный лесосеменной подрайон), возможно, перспективны поставки семян из Омской обл.

Очень важно отметить необходимость дальнейшего исследования географических культур в Республике Башкортостан: уточнить перспективность выделенных лучших вариантов. Оценка качества ствола, свойств древесины, репродуктивной способности инорайонных потомств позволят разработать Лесосеменное районирование сосны обыкновенной для Республики Башкортостан.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
2. Изучение имеющихся и создание новых географических культур: Программа и методика работ / Под ред. Е.П. Проказина. Пушкино: ВНИИЛМ, 1972. 52 с.

3. Кузнецов В.Л., Митрофанов С.В. Географические культуры сосны обыкновенной в лесостепи Южного Зауралья // Лесное хозяйство. 2007. № 2. С. 28-30.
4. Леса Башкортостана / под ред. А.Ф. Хайретдинова. Уфа: БГАУ, 2004. 397 с.
5. Лесосеменное районирование основных лесобразующих пород в СССР. М.: Лесная пром-сть, 1982. 368 с.
6. Мамаев С.А. Формы внутривидовой изменчивости древесных растений (на примере семейства *Pinaceae* на Урале). М.: Наука, 1973. 284 с.
7. Николаева М.А., Файзулин Д.Х., Ямалеев О.А. Сравнительная оценка продуктивности инорайонных климатипов сосны и ели на территории Северо-Запада России // Мат-лы IV Мелеховских научных чтений, посвященных 105-летию со дня рождения И.С. Мелехова, 10-12 ноября 2010 г. Архангельск: АГТУ, 2010. С. 87-91.
8. Приказ Гослесхоза от 06.02.1973 г. № 29 «О создании сети географических культур основных лесобразующих пород и уточнении лесосеменного районирования». М., 1973. 5 с.
9. Приказ Рослесхоза от 09.03.2011 г. № 61 «Об утверждении Перечня лесорастительных зон Российской Федерации и Перечня лесных районов Российской Федерации». М., 2011. 19 с.
10. Указания по лесному семеноводству в Российской Федерации. М.: ВНИИЦлесресурс, 2000. 197 с.
11. Шутяев А.М. Изменчивость хвойных видов в испытательных культурах Центрального Черноземья. М., 2007. 296 с.

**Круглый стол № 5**  
**ИННОВАЦИИ И ТЕХНОЛОГИИ**  
**В ОХРАНЕ И ЗАЩИТЕ ЛЕСА**

---

УДК 634.432.2:629.13

**ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАЗЕМНЫЕ И АВИАЦИОННЫЕ  
ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ БОРЬБЫ С ЛЕСНЫМИ ПОЖАРАМИ**

*В.Г. ГУСЕВ, Е.С. АРЦЫБАШЕВ*

ФБУ «Санкт-Петербургский НИИ лесного хозяйства»  
С.-Петербург, 194021, Институтский пр., 21  
тел.: (812) 552-80-21, E-mail: [spb-niilh@inbox.ru](mailto:spb-niilh@inbox.ru)

**РЕЗЮМЕ**

Рассматриваются перспективные технологии наземного и авиационного тушения лесных пожаров. Дано обоснование и указаны их преимущества по сравнению с базовыми, применяемыми в настоящее время.

*К л ю ч е в ы е с л о в а : локализация лесных пожаров, противопожарные барьеры, вертолётные сливные устройства, напорный слив, противопожарная заградительная полоса*

**SUMMARY**

**Perspective technologies of the localization of the forest fires**

*V.G. Gusev, E.S. Arzybashev (Saint-Petersburg Forestry Research Institute)*

Happen to proposed to development to perspective technologies overland and aircraft localization of the forest fires. It is given motivation and is specified advantage these technologies in contrast with technology, applicable at present.

*К e y w o r d s : localization of the forest fires, fire-prevention barriers, helicopter drain devices, pressure discharge, fire-prevention protecting strip*

Охрана лесов от пожаров является важным направлением государственной политики, обеспечивающей экологическую безопасность страны и сохранение ресурсного потенциала лесов. В основе технологий тушения лесных пожаров в наземных условиях и с воздуха, как правило, лежат два метода: прямой, когда производится тушение пламени кромки лесного пожара, и кос-

венный – когда заградительная полоса создаётся на удалении от кромки горения [7].

Для реализации прямого метода обычно применяют тушение кромки водой или растворами огнетушащих составов, засыпку её грунтом, сбивание пламени (захлёстыванием или воздуходувками).

При косвенном методе прокладку заградительных минерализованных полос и канав выполняют с применением почвообрабатывающих орудий и механизмов, а заградительных химических полос – растворами огнезадерживающих составов с применением лесопожарных мотопомп, пожарных автоцистерн, модульного оборудования, лесопожарных тракторов или воздушных судов со сливным оборудованием.

От естественных опорных рубежей делают отжиг с использованием зажигательных аппаратов. Если нет естественных рубежей, то создают искусственные (минерализованные или химические) опорные полосы.

Тушение кромки пожара из ранцевых огнетушителей является обычной и самой распространённой технологией, однако требует от рабочего чрезвычайно больших затрат мускульной энергии. Кроме того, эта операция выполняется в условиях повышенной температуры воздуха, излучения пламени и задымления.

Чтобы облегчить труд рабочих-пожарных при тушении кромки пожара необходимо снова вернуться к разработке ранцевой аппаратуры, у которой выброс струи огнетушащей жидкости осуществлялся бы автоматически за счёт избыточного давления в резервуаре, возникающего под действием сжатого воздуха или химического газообразующего заряда.

Общим правилом для всех вариантов лесных огнетушителей является минимальное отношение его массы к массе выбрасываемой жидкости, а также возможность перезарядки непосредственно у кромки пожара.

В настоящее время появились новые мягкие и прочные материалы и небольшие газогенераторы, которые позволят в изготовленном с их использованием огнетушителе обеспечить необходимое избыточное давление. Выпускаются и различные насадки для получения мелкораспылённых струй и пены. Таким образом, для повышения эффективности тушения лесопожарные команды

необходимо снабдить автономными огнетушителями с мягким резервуаром, обеспечивающими надёжную автоматическую подачу огнетушащей жидкости и регулируемый её расход.

Почвообрабатывающие орудия для прокладки противопожарных минерализованных полос должны легко и быстро присоединяться к трактору и обеспечивать создание качественной минерализованной полосы без дополнительных затрат ручного труда. Это требование реализовано, например, в конструкциях машин фрезерного типа: агрегате лесопожарном фрезерном АЛФ-10 и в тяжёлом грунтомете ГТ-3. Они предназначены для работы в условиях песчаных и супесчаных почв. Первый сейчас выпускается малыми сериями, второй был снят с производства из-за прекращения выпуска Харьковским тракторным заводом (ХТЗ) трактора Т-150К, с которым он агрегатировался. Наибольшая дальность метания грунта грунтометом ГТ-3 составляет 30 м. Ширина минерализованной полосы (с достаточной для прекращения горения плотностью грунта) – 15-20 м, при производительности прокладки от 1,2 до 3 км/ч – в зависимости от почвенно-грунтовых условий. В настоящее время ХТЗ серийно начал выпуск трактора Т150К-09, на базе которого может работать грунтомет ГТ-3.

Попытки создания в конце прошлого века ручного грунтомета не увенчались успехом в основном из-за отсутствия в то время лёгких двигателей, обладающих достаточной мощностью. Современные импортные двигатели открывают перспективу создания ручных грунтометательных машин.

Целесообразно также создать лёгкий грунтомет на базе мини-трактора, который мог бы десантироваться с вертолётного подразделения авиалесоохраны.

В условиях чрезвычайных ситуаций, вызванных лесными пожарами, должны снова найти применение эластичные шнуровые заряды ЭШИ-1, пользовавшиеся в конце прошлого века большим спросом у авиапожарных команд. В условиях таёжного бездорожья шнуровые заряды являются пока единственным средством быстрой прокладки минерализованных опорных полос для пуска отжига.

Большие трудности возникают, когда необходимо быстро локализовать высокоинтенсивные низовые пожары (со средней вы-

сотой пламени более 1,5 м) в местах, непроходимых для землеройной техники, и там, где нет поблизости водоисточников. Такие условия, например, встречаются при борьбе с лесными пожарами в монокультурах сосны, созданных крупными массивами на песках Волгоградской, Ростовской, Саратовской областей.

Обычно высокоинтенсивные низовые пожары возникают при сильном ветре, поэтому пуск отжига опасен, если нет широкой естественной преграды.

Предлагаемая перспективная технология позволит быстро остановить фронт сильного низового пожара. Она основана на прерывании действия механизма теплопередачи от кромки горения к находящемуся перед ней слою лесного напочвенного покрова.

Теплопередача из зоны горения осуществляется путём теплового излучения и теплопроводности в слое напочвенного покрова, а также через излучение и конвекцию от факела пламени. При нагреве происходит пиролиз новых порций лесных горючих материалов и дальнейшее воспламенение образовавшихся горючих газов. Установка тонкого негорючего экрана перед фронтом пожара резко прерывает процесс теплопередачи и горение прекращается.

Указанный эффект был установлен ещё в 60-х годах прошлого столетия [1] и киностудией «Леннаучфильм» даже был снят научно-популярный фильм «Бумага против огня», в котором была продемонстрирована остановка кромки лесного пожара бумагой с огнестойкой пропиткой. Однако этот способ не был доведён до практического применения в охране лесов от пожаров.

В настоящее время в ФБУ «СПбНИИЛХ» началась разработка устройства, реализующего быструю установку перед фронтом низового пожара противопожарного экрана из тонкого негорючего материала, а также технологии его применения в лесу.

Печальный опыт задымления больших территорий при торфяных пожарах в 1972, 2002 и 2010 гг. говорит о необходимости повышения эффективности борьбы с ними. Торфяные пожары обычно носят многоочаговый характер и часто труднодоступны для наземной техники.

В настоящее время в качестве основного способа борьбы с пожарами на осушенных болотах является их обводнение. Оно



позволяет ликвидировать торфяной пожар, но в дальнейшем пожарная опасность таких болот обычно возобновляется из-за сброса воды по ранее созданным осушительным системам, по уклонам и при понижении уровня грунтовых вод. Выходом из этой ситуации является реконструкция самотёчных мелиоративных систем, работающих только на сброс воды, в системы двухстороннего регулирования водного режима, которые способны поднимать уровень грунтовых вод в засушливый период и понижать его в период переувлажнения почв [5]. Кроме того, там, где возможно, целесообразно проводить пескование осушаемых торфяных почв, создавая минеральный слой на их поверхности с целью предохранения от низовых пожаров, переходящих в многоочаговые торфяные. Пескование вдоль дорог и границ суходола с торфяным болотом может проводиться с помощью грунтометов и других фрезерных агрегатов.

Для подачи больших объёмов воды к местам торфяных пожаров применяются сборно-разборные полевые магистральные трубопроводы, позволяющие осуществлять транспортировку воды на расстояние до 150 км. Бригада из 10 человек за 1 час работы может смонтировать 1,2 км трубопровода.

Вместо металлических на тушении торфяных пожаров в 2010 году использовались мягкие трубы из прочных материалов, намотанные на катушки большого диаметра. Для повышения эффективности тушения торфяных пожаров путём быстрой прокладки мягких трубопроводов целесообразно предусмотреть возможность подачи в них смачивателя из пожарных автоцистерн.

В местах, где есть высокий риск возникновения торфяных пожаров на больших площадях, удалённых от водоисточников, целесообразно создание при ПХС третьего типа специальных бригад для быстрой прокладки мягких трубопроводов и обеспечение их необходимым оборудованием. Для создания этих подразделений можно использовать кадровый потенциал упразднённых войсковых частей Минобороны России.

Кроме того, средствами полевого водоснабжения, которые тоже могут использоваться при борьбе с торфяными пожарами при пересохших канавах и пожарных водоёмах, являются передвижные буровые установки, обеспечивающие в районе пожара

бурение скважин до водоносного слоя и перекачку воды насосными установками.

Применение опытных образцов авиадетектора «Тайга» для обнаружения скрытых очагов горения и тепловизора «Тайга-2» для съёмки лесного торфяного пожара в условиях задымления атмосферы положило начало применению ИК-техники в авиационной охране лесов. Однако конструктивное несовершенство этих приборов не решало на должном уровне поставленных перед ними задач. Сейчас даже многие беспилотные летательные аппараты оснащены не только оптической, но и инфракрасной видеокамерой, которая позволяет видеть скрытые очаги торфяных и других лесных пожаров, что очень важно для предупреждения их возобновления.

С 2007 года авиационной охраной лесов прекращены работы по тушению крупных лесных пожаров искусственно вызываемыми осадками [2], несмотря на то, что по данным ФГУ «Авиалесоохрана» площадь потушенных с использованием этой технологии лесных пожаров за 2000-2006 годы составила более 130 тыс. га, а предотвращённый ущерб оценивается в 3,3 млрд долларов [6]. Основная причина прекращения работ – отсутствие средств на аренду воздушных судов с потолком 4,5 тысячи метров и более. Таким потолком обладали турбовинтовые самолеты Ан-24 и Ан-26 полезной грузоподъемностью 4-5 т, в то время как вес заряда кристаллизующего реагента, который по технологии воздействия необходимо ввести в верхнюю часть облака, не превышает 50 г.

Из сертифицированных самолётов малой авиации перспективным для засева облаков кристаллизующими реагентами является отечественный самолёт М-101Т «Гжель», имеющий максимальную высоту полёта 7600 м, герметичную кабину и максимальную взлётную массу 3270 кг. На более низких высотах может работать самолёт Як-18Т с максимальной высотой полёта 5500 м и максимальной взлётной массой 1650 кг.

Из отечественных беспилотных летательных аппаратов для этих целей можно использовать «Орлан-10» (потолок – 5000 м, полезная нагрузка – 5 кг, радиус действия – 600 км), «Орлан-30» (потолок – 4500 м, полезная нагрузка – 7 кг, радиус действия – 200 км). Чтобы возродить эту эффективную технологию тушения

крупных лесных пожаров и снижения пожарной опасности в лесах необходимо оснастить указанные летательные аппараты устройствами для засева облаков реагентами с помощью специальных пиротехнических изделий.

Для борьбы с лесными пожарами с воздуха обычно используются вертолёты с водосливным оборудованием. Они могут локализовывать пожар с воздуха методом прокладки заградительных полос растворами огнетушащих составов, тушить отдельные очаги горения, доставлять воду в наземные ёмкости, десантировать пожарные команды и средства пожаротушения.

Отечественным водосливным устройством ВСУ-5 разных модификаций обычно оснащаются вертолёты Ми-8Т, Ми8-МТВ, Ка-32. Забор воды в мягкую ёмкость устройства, закрепленного на внешней подвеске, происходит за 10-15 секунд в режиме висения над водоёмом (с глубиной не менее 1 м). Прокладка заградительной полосы или тушение очага пожара производится путём свободного слива огнетушащей жидкости. Управление устройством осуществляется с борта вертолётa.

Для повышения эффективности локализации лесного пожара ВСУ-5 применяется вместе с устройством дозированной подачи жидких огнетушащих составов, разработанным и запатентованным нашим институтом совместно с ООО «Техноэкос» при участии ФГУ «Авиалесоохрана» [3, 8].

Анализ результатов тушения лесных пожаров с использованием ВСУ показывает, что при свободном сливе огнетушащей жидкости сравнительно высоки её потери в воздухе из-за дробления и сноса воздушными потоками.

Предлагаемая вертолётная технология напорного слива огнетушащей жидкости или пены позволит существенно уменьшить эти потери за счёт формирования компактной струи и увеличения её кинетической энергии. При этом огнетушащая жидкость или пена будет лучше проникать через полог древостоя и более равномерно распределяться на лесном напочвенном покрове.

В 90-х годах прошлого столетия в СПбНИИЛХ уже проводились первые опыты по созданию такой технологии [4]. За 1 слив раствора пенообразователя с вертолётa Ми-8 МТВ была проложена пенная заградительная полоса длиной 325 м и шириной 6-

8 м, то есть примерно в 5 раз длиннее, чем при свободном сливе. Опыты не были доведены до практического использования из-за недостатка финансирования.

Технология применения напорного сливного устройства должна предусматривать создание временного заправочного пункта, оборудованного у ближайшего к пожару водоёма, и быструю замену в режиме висения вертолётной пустой ёмкости на заправленную.

Внедрение в практику охраны лесов перспективных технологий и эффективных технических средств позволит существенно снизить причиняемый лесными пожарами материальный и экологический ущерб.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Арцыбашев Е.С. Отчёт о НИР поискового характера (тема № 23) «Разработка способа локализации лесных низовых пожаров с помощью противопожарного барьера из негорючей бумаги» (рукописный), Л.: ЛенНИИЛХ, 1965. 24 с.
2. Арцыбашев Е.С. Тушение лесных пожаров искусственно вызываемыми осадками из облаков. М.: Лесная пром-сть, 1973. 88 с.
3. Гусев В.Г., Судаков А.Г., Арцыбашев Е.С., Иванов К.А., Кабацкий А.Я. Устройство дозированной подачи жидких добавок в вертолётное водосливное устройство. Патент 2314974, бюл. № 2 – 20.01.2008, приор. 11.04.2005.
4. Гусев В.Г., Гуцев Н.Д., Давиденко Э.П., Корчунова И.Ю., Куликов В.И. Результаты испытаний высоконапорного вертолётного сливного оборудования для прокладки противопожарных полос // Борьба с лесными пожарами: Труды СПбНИИЛХ. СПб, 1998. С. 39-45.
5. Зайдельман Ф.Р. Рекомендации по защите торфяных почв от деградации и уничтожения при пожарах. М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2011. 84 с.
6. Козлов В.Н. Методы искусственного вызывания осадков для борьбы с лесными пожарами. СПб.: Инфо-да, 2011. 202 с.
7. Рекомендации по обнаружению и тушению лесных пожаров // Сб. организационно-распорядительных документов по охране лесов от пожаров. М.: Рослесхоз, 1997. 119 с.
8. Gusev V.G., Arcibashev Ye.S., Davidenko E.P., Goldammer J.G., Eritsov A.M. Development of aerial firefighting technologies by the aerial forest fire center “Avialesookhrana” Russian Federation // Proceedings of Fifth NRIFD Symposium – International Symposium on Forest Fire Protection. Japan, Tokyo, 2005. P. 274-281.

УДК 630

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ТУШЕНИЯ ЛЕСНОГО ПОЖАРА В ФОРМАТЕ 3D НА ЦИФРОВОМ ТРЕНАЖЁРЕ

*А.В. КАЛИНИН*

ФБУ "Центральная база авиационной охраны лесов «Авиалесоохрана»"  
141200, Московская обл., г. Пушкино, ул. Горького, д. 20  
Тел.: +7(495)993-4138, факс: +7(495) 626-9931  
E-mail: [aviales@aviales.ru](mailto:aviales@aviales.ru), [volkolar@aviales.ru](mailto:volkolar@aviales.ru)

### РЕЗЮМЕ

Описывается использование модели тушения лесного пожара при обучении руководителей тушения лесных пожаров и лётчиков-наблюдателей в ФБУ «Авиалесоохрана» на цифровом тренажере вертолета Ми-8МТВ «Лесник».

**К л ю ч е в ы е с л о в а :** *лесной пожар, моделирование, тренажёр*

### SUMMARY

#### **Modelling of extinguishing of forest fire in a format 3D on a digital trainer**

*A.V. Kalinin* (Federal budgetary establishment "Central Base for aerial forest protection «Avialesookhrana»")

Using of model of extinguishing of forest fire is described for educating of leaders of extinguishing and pilots of observers on the digital complex trainer of helicopter of Ми-8 МТВ forest "Ranger".

**К e y w o r d s :** *fire forest, modelling, digital trainer*

Авиационная охрана лесов от пожаров находится на передовом рубеже в борьбе со стихийными бедствиями, чрезвычайными ситуациями антропогенного и техногенного характера, требует постоянного внедрения инновационных методов в производственную деятельность и подготовку высококвалифицированных специалистов.

В лесном хозяйстве имеют важное практическое значение и достаточно широко применяются методы математического моделирования.

В настоящее время в ФБУ «Авиалесоохрана» научно-техническим центром «Динамика» изготовлен и установлен специализированный цифровой тренажёр вертолёт Ми-8МТВ «Лесник», позволяющий использовать методы моделирования развития

и процедуры тушения лесного пожара для решения практических задач в работе подразделений авиалесоохраны, как для условий на территории Российской Федерации, так и за рубежом.

Цель применения метода моделирования тушения лесного пожара – обеспечение качественного уровня оперативных решений и рационального использования сил и средств, основанное на инновационных методах подготовки руководителей тушения лесных пожаров и летчиков-наблюдателей.

Эффективная производственная работа руководителей тушения лесных пожаров и летчиков-наблюдателей зависит от качественного взаимодействия сил авиалесоохраны с диспетчерской службой лесничеств (ДС) или с региональной диспетчерской службой субъектов РФ в рамках планируемой к созданию в 2012-2013 гг. системы диспетчеризации лесного хозяйства России.

Исходя из этого, задачами применения математического моделирования тушения лесных пожаров являются:

- приобретение опыта оперативного взаимодействия руководителя тушения пожара или летчика-наблюдателя с диспетчерскими службами разного уровня, входящими в систему диспетчеризации лесного хозяйства;
- приобретение летчиком-наблюдателем опыта тушения лесного пожара в режиме реального времени в формате 3D;
- создание банка данных тактики тушения лесных пожаров для оперативного применения при принятии решений региональной диспетчерской службой и диспетчерской службой лесничества.

Уникальное программно-аппаратное оборудование позволяет моделировать сценарии развития лесных пожаров в режиме реального времени с использованием параметров состояния атмосферы и погодных условий, пирологических характеристик растительных горючих материалов, топографических характеристик местности в зоне лесного пожара, координат лесного пожара.

Создание программного оборудования является результатом совместной работы специалистов в области динамики полета и лесной пирологии.

При этом создаются конкретные характеристики лесного пожара с термическими потоками и происходит визуализация лес-

ного пожара в режиме реального времени в объёмном изображении (горящая кромка, дымы).

При моделировании тушения лесного пожара задействованы следующие математические модели:

- математическая модель пожара;
- математическая модель вертолета Ми-8МТВ;
- математическая модель индуктивной струи несущего винта;
- математическая модель водосливного устройства ВСУ-5;
- математическая модель синтетической стропы.

Комплексный цифровой тренажёр Ми-8МТВ «Лесник» позволяет моделировать тушение лесного пожара в режиме реального времени. В процессе тренировки курсант (летчик-наблюдатель) находится внутри комплекса, а специальные системы визуализации и генерации изображений создают на сферическом экране объёмную картину состояния лесных массивов, выявления дыма, огня и т. д.

В режиме учебного полёта курсант осуществляет обнаружение пожара, связь по внешнему переговорному устройству (СПУ) с виртуальной диспетчерской службой лесничества (ДС), передачу сведений о площади и характере распространения лесного пожара в ДС лесничества.

После анализа ситуации курсант принимает самостоятельное решение о виде и объёме сил и средств, необходимых для привлечения на тушение лесного пожара. В случае крупного пожара, чрезвычайной ситуации – согласовывает свои действия с диспетчерской службой лесничества.

На тренажёре курсант в режиме реального времени на заданной местности использует водосливное устройство для забора воды в водоёме, переносит его к месту пожара на тросовой подвеске и сливает воду на кромку пожара. При необходимости курсант производит (совместно с пилотом) посадку вертолёт на площадку рядом с лесным пожаром для высадки или десантирования пожарных.

Сочетание цифрового тренажёра с методом моделирования сценариев развития лесного пожара в зависимости от метеорологических условий, ландшафтных особенностей местности в режиме реального времени позволяет на практике обеспечить:

- отработку взаимодействия приёма-передачи службой авиалесоохраны оперативной информации в системе диспетчеризации лесного хозяйства;
- повышение качества подготовки профессиональных руководителей тушения лесных пожаров и лётчиков-наблюдателей;
- совершенствование технологии операций по тактическому тушению пожаров;
- апробацию для лётных экипажей аварийных ситуаций в воздухе;
- сокращение необходимого общего налёта часов лётчиками-наблюдателями на реальном воздушном судне.

В настоящее время ФБУ «Авиалесоохрана» проводит модернизацию цифрового тренажёра по следующим направлениям:

- разработка модели верхового лесного пожара;
- визуализация дымов с учётом термических потоков;
- доработка модели атмосферы (турбулентность, влияние пожара);
- доработка модели тушения пожара при использовании смачивателей и пенообразующих жидкостей;
- разработка математической модели лесного пожара в горной местности.
- оснащение дополнительным оборудованием, предназначенным для повышения уровня безопасности полетов при выполнении лесоавиационных работ.

Данные мероприятия позволят существенно повысить качество решаемых авиалесоохраной задач по оперативному тушению лесных пожаров.



УДК 630\*4

## ИННОВАЦИОННЫЕ ПУТИ РАЗВИТИЯ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ ЛЕСА

*Ю.И. ГНИНЕНКО*

ФБУ «Всероссийский НИИ лесоводства и механизации лесного хозяйства»  
141200, г. Пушкино Московской обл., ул. Институтская, д. 15,  
8(496)532-36-12  
E-mail: *gninenko-yuri@mail.ru*

### РЕЗЮМЕ

Приведен анализ изменения арсенала средств защиты леса, показаны его изменения в последние 15 лет и даны предложения по возможным направлениям развития средств защиты леса. Указано, что одним из приоритетных направлений является совершенствование биологических средств.

*К л ю ч е в ы е с л о в а : арсенал средств защиты леса, биопрепараты, пестициды*

### SUMMARY

#### **Innovative ways of development of protection frames of wood**

*Yu.I. Gninenko* (All-Russia scientific research institute of forestry and forest mechanization)

Forest protection means range current condition in Russia and its modernization proposals. Some biological preparations application efficiency is analyzed. Small capacity production of some forest protection biological agents is proposed as well as its feasible territorial location.

*К e y w o r d s : an arsenal of protection frames of wood, biological control, pesticides.*

Арсенал средств защиты леса не является статичным. Это постоянно изменяющийся набор средств, методов и приёмов, позволяющих эффективно решать все проблемы, возникающие в связи с действием очагов вредных насекомых и болезней в лесах. Он должен быть достаточно разнообразным, чтобы обеспечить защиту от всех опасных организмов. Вместе с тем, число препаратов не должно быть слишком большим, так как в практике защиты леса могут возникнуть необоснованные трудности при выборе подходящего средства. Бедность же ассортимента предла-

гаемых средств не позволяет принимать адекватные складывающимся ситуациям меры.

Оптимальный состав арсенала средств защиты леса должен содержать минимальное число препаратов, обеспечивающее потребности защиты от всех регулируемых вредных организмов, при использовании максимально широкого спектра технологий.

Кроме того, важно, чтобы в арсенале средств защиты было не большое число препаратов (т. е. торговых марок), а необходимое число действующих веществ, так как именно от их свойств зависят возможности использования того или иного препарата для конкретных условий.

Необходимо также, чтобы эти действующие вещества имели такие препаративные формы, которые бы позволяли использовать все имеющиеся технологические приёмы внесения препаратов в окружающую среду для защиты лесов от вредных организмов.

Длительный период кризисного развития, охвативший нашу страну в конце XX – начале XXI веков, привёл к существенному сокращению арсенала средств, доступных для применения в лесном хозяйстве.

В 2011 г., по сравнению с 2000 г., сократилось также и число групп вредителей леса, от которых возможно защищать леса. В настоящее время в числе разрешённых отсутствуют препараты для защиты от соснового подкорного клопа и вредителей семян. Имеется только один фосфорорганический препарат для уничтожения личинок хрущей, не предлагается средств для защиты от большого соснового долгоносика, имеется только один препарат для обработки древесины в штабелях от стволовых и технических вредителей (табл. 1).

Проведенный нами краткий анализ обеспеченности лесного хозяйства препаратами для защиты леса показывает, что арсенал разрешенных для применения средств не только сокращается, но в числе разрешённых остаются, главным образом, устаревшие препараты и препаративные формы. Так, в настоящее время в числе разрешённых нет ни одного препарата из числа неоникотиноидов, хитозановых соединений.

В течение ближайших лет есть все основания ожидать возрастания роли таких вредителей, как майский хрущ, сосновый под-

корный клоп, большой сосновый долгоносик, а надёжных современных средств защиты леса от них нет. В Государственном каталоге отсутствуют также препараты, которые было бы возможно использовать против стволовых вредителей.

Таблица 1

Технологическая обеспеченность защиты леса

Группа препаратов	Число действующих веществ	Число разрешённых технологий применения	Число групп вредителей, от которых обеспечивается защита
2000 год			
Пиретроидные	8	5	9
Фосфорорганические	4	5	4
Гормоноподобные	1	1	1
Триазопентадиеновые	1	1	2
2003 год			
Пиретроидные	8	4	4
Фосфорорганические	4	4	2
Гормоноподобные	1	1	1
2011 год			
Пиретроидные	4	4	4
Фосфорорганические	2	3	2
Гормоноподобные	1	1	1
Токсинные	1	1	1

Обращает на себя внимание также то обстоятельство, что в настоящее время не обеспечены препаратами такие работы виды защиты леса, как защита объектов лесосеменного дела от вредителей семян. Это тем более актуально, что в самые ближайшие годы на территорию России может проникнуть опасный вредитель – сосновый семенной клоп *Leptoglossus occidentalis*. Его появление и последующее распространение по территории страны создаст серьёзную угрозу объектам лесосеменного хозяйства. Отсутствие средств защиты от него усугубит данную ситуацию.

Для преодоления сложившейся ситуации необходимо силами научных институтов Рослесхоза приступить к планомерному проведению поисковых испытаний тех препаратов, которые могут использоваться в лесном хозяйстве. Дело в том, что в практике сельского хозяйства имеется богатый выбор современных препаратов. Но они не испытаны на лесных объектах и не разрешены для использования в лесу. Такая ситуация сложилась потому, что

регистрация по каждому новому объекту требует от компании-регистранта немалых финансовых средств. Проведенный нами опрос ряда фирм, производящих препараты для защиты растений, показал, что лесной рынок для них зачастую не представляет никакого интереса в силу следующих причин:

- 1) сравнительно малая его ёмкость;
- 2) высокий уровень рисков, связанный с тем, что очаги лесных вредителей действуют нерегулярно, их площадь из года в год подвержена большим колебаниям.

Это приводит к тому, что вложенные в проведение испытаний и регистрацию средства не могут окупиться в короткий период времени и часто перспектив этого окупаемости фирмы-изготовители не видят.

Именно в силу этого в настоящее время столь беден список препаратов, разрешенных к применению в защите леса.

Преодолеть такое положение вещей и заинтересовать изготовителя в регистрации препаратов для защиты лесных объектов можно тем, что государство возьмет на себя проведение поисковых испытаний. По их результатам можно рекомендовать изготовителям провести регистрацию тех препаратов, которые уже показали высокую эффективность.

В этом случае алгоритм включения новых средств защиты леса будет иметь следующий вид (рис.).

Проведение таких испытаний можно возложить на ВНИИЛМ и другие институты в рамках выполнения ежегодных Государственных заданий. В результате планомерной работы, возможно ожидать, что по ее результатам ежегодно изготовители смогут регистрировать 1-2 новых современных препарата, использование которых будет возможно в лесном хозяйстве для защиты леса как от вредных лесных насекомых, так и от болезней леса.

Всё большую опасность в последние годы представляют для леса новые инвазивные организмы, проникающие к нам. Анализ канадского опыта защиты лесов от таких вредителей, гораздо более богатого, чем у нас, показывает, что здесь наиболее успешными являются два направления – интродукция паразитоидов и применение вирусов (табл. 2).

В России имеется богатый опыт успешного использования отечественных вирусных препаратов против аборигенных видов. Так, только в Волгоградской области в течение последних нескольких десятков лет в очагах массового размножения рыжего соснового пилильщика успешно применялся вирусный препарат вирин-диприон (табл. 3). В настоящее время его нет в числе разрешённых для применения. Но отсутствует и необходимость в восстановлении его в Государственном каталоге, следует создать новый, более современный и успешный препарат.



Рис. Алгоритм действий при проведении регистрации препарата для нужд защиты леса

Однако производство вирусных, грибных препаратов и энтомофагов для нужд защиты леса не может являться предметом бизнеса в силу того, что оно не может быть крупнотоннажным. Поэтому мы рекомендуем организовать в рамках Рослесозащиты сеть региональных биолaborаторий по наработке таких средств защиты. В числе препаратов, необходимых лесозащите страны мы, в первую очередь, считаем необходимым начать производст-

во 5 вирусных, одного грибного, а также энтомофагов или комплексов энтомофагов против пяти опасных лесных фитофагов.

Таблица 2

**Успешность применения различных средств защиты леса от чуждых видов в Канаде в XX веке**

Использованный агент биозащиты	Эффективность (доля от общего числа случаев применения), %			
	Успешное	Частично успешное	Неудачное	Не известна или ожидается
Паразитоиды	57,9	15,8	5,3	21,0
Хищники	0,0	66,7	0,0	33,3
Вирус ядерного полиэдроза	60,0	40,0	0,0	0,0
Бактериальные препараты	0,0	75,0	0,0	25,0

Таблица 3

**Смертность личинок рыжего соснового пилильщика в результате применения вируса-диприона**

Наименование лесхозов	Способ проведения защитных обработок	Площадь обработки, га	Среднее число личинок на модельное дерево до обработки, шт.	Техническая эффективность, %
2002 год				
Быковский	авиационный	416	381	72,4
2003 год				
Камышинский	авиационный	230	1205	75,0
Новоаннинский		336	2500	90,0
Нижнечирский		250	1113	94,0
Николаевский	наземный	321	1028	72,0
2004 год				
Алексеевский	авиационный	230	2158	76,2
Новоаннинский		396	3023	83,4
Калачёвский	наземный	700	2073	80,7
2005 год				
Подтёлковский	авиационный	280	2852	71,0
Камышинский		454	1419	75,0
Старополтавский		638	1001	72,0
2007 год				
Алексеевский	авиационный	200	2852	72,9
Камышинский		250	1419	70,0
Старополтавский		947	1001	73,0

Производство этих препаратов и энтомофагов следует разместить в некоторых регионах. Выбор этих регионов основан на том, что в них или ощущается ясная необходимость в таких препаратах, или есть база для их наработки (табл. 4).

Таблица 4

**Список предлагаемых биологических препаратов и энтомофагов, необходимых для защиты леса**

Предварительное название препарата, энтомофага	Действующее начало	От каких насекомых или болезней защищает	Территориальное размещение биолaborаторий
<b>В и р у с н ы е п р е п а р а т ы</b>			
Пинквир	Вирус ядерного полиэдроза волнянок рода <i>Lymantria</i>	Непарный шелкопряд, шелкопряд-монашенка, розовый шелкопряд	Краснодарский, Приморский, Алтайский края, Волгоградская и Челябинская области
Неовир	Вирус ядерного полиэдроза пилильщиков рода <i>Neodiprion</i>	Пилильщики рода <i>Neodiprion</i>	Ростовская и Волгоградская области
Хифавир	Вирус ядерного полиэдроза американской белой бабочки	Американская белая бабочка	Краснодарский край
Хвовир	Вирус ядерного полиэдроза хвойной волнянки	Хвойная волнянка	Республика Бурятия
Сибацит	Вирус цитоплазматического полиэдроза коконопрядов рода <i>Dendrolimus</i>	Сибирский и сосновый коконопряды	Красноярский край
<b>Г р и б н ы е п р е п а р а т ы</b>			
Хетефунг	Грибы-антагонисты корневой губки	Корневая губка	Вологодская, Ленинградская, Воронежская области

Продолжение табл. 4

Предварительное название препарата, энтомофага	Действующее начало	От каких насекомых или болезней защищает	Территориальное размещение биолaborаторий
<b>Э н т о м о ф а г и</b>			
<i>Chouioia cunea</i>	<i>Chouioia cunea</i>	Куколочный паразитоид американской белой бабочки и многих других фитофагов из отряда <i>Lepidoptera</i>	Краснодарский край
Комплекс паразитоидов уссурийского короеда	-	Уссурийский короед	Кемеровская, Томская, Московская области, Красноярский край
Комплекс паразитоидов ясеневой узкотелой изумрудной златки	<i>Spatius</i> sp., <i>Tetrastichus</i> sp. и др.	Ясеневая узкотелая изумрудная златка	Московская область
Ризофагус	<i>Phizophagus grandis</i>	Стволовые вредители, в том числе короед-типограф	Московская область
Яйцееды непарного шелкопряда	<i>Ooencyrtus kuvanae</i>	Непарный шелкопряд	Краснодарский край, Астраханская (или Волгоградская) область

Таким образом, в настоящее время создано положение, при котором возможно приступить к реализации масштабной работы по существенному обновлению арсенала средств защиты леса, основанному на взаимовыгодном государственно-частном партнерстве и направленному на модернизацию защиты леса на современной научной основе.



УДК 502/504:630\*43

## ПРИБОРНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИННОВАЦИОННОГО МЕТОДА МОНИТОРИНГА ЛЕСОТОРФЯНЫХ ПОЖАРОВ

*А.В. ЕВГРАФОВ*

ООО "ТЕРРА"

115162, г. Москва, ул. Шухова, д.14, стр. 12 оф. 34,

тел. 8-(499)-917-04-17

E-mail: *terra21@list.ru*

### РЕЗЮМЕ

В настоящее время на Земном шаре каждый день происходит чрезвычайная ситуация: землетрясения, наводнения, пожары и другие бедствия. В результате гибнут люди, наносится огромный материальный, экологический и моральный ущерб. За последние десятилетия в России наиболее актуальной становится проблема лесных и торфяных пожаров, и обеспечение защиты от них, своевременная их локализация и тушение являются государственной задачей.

*К л ю ч е в ы е с л о в а : мониторинг лесоторфяных пожаров, тепло-творность торфа, экспериментальная установка, самовоспламенение торфа, метод мониторинга влажности и температурного состояния торфяных почв*

### SUMMARY

#### **An innovative method and instrumentation for monitoring of peat forest fires**

*A.V. Evgrafov ("TERRA")*

In the Globe there may happen emergency situations (ES) every day: earthquakes, flooding, fires and other disasters. As a result of emergencies people lose their lives, an enormous material, ecological and moral damage is affected. In Russia for the last decades the most actual problem has become a problem of forest and peat fires, their protection can be a timely localization and extinguishing.

*K e y w o r d s : monitoring of forest-peat fires, peat caloric power, pilot plant of peat spontaneous ignition, monitoring method of humidity and thermal condition of turf soils*

Первые упоминания о торфе зафиксированы за 240 лет до Рождества Христова и связаны они в первую очередь с торфяными пожарами на болотах Фессалии. На Руси торфяные пожары отмечены в Лаврентьевской летописи за 1092 год.

Наибольшие залежи этого полезного ископаемого сосредоточены в двух странах: в России – 150 млн га и Канаде – 111 млн га.

Общие запасы на территории Российской Федерации оцениваются в размере 162,7 млрд тонн (при 40% влажности).

Торф склонен к возгоранию – как самопроизвольному, так и вынужденному, под воздействием нагретых тел, что может происходить при температуре воздуха выше +30 °С (в летнюю жару поверхность почвы в средней полосе может прогреваться до +52-54 °С). Температура зажигания, вызывающая тление, достаточно низка, и для обезвоженного торфа составляет менее 200 °С. В результате он может загораться в сухую летнюю погоду от искры, окурков или самовозгораться [1].

Торфяные пожары охватывают большие площади и трудно поддаются тушению, особенно когда горит слой значительной толщины. Такой пожар не зависит от направления и силы ветра, а под почвенным горизонтом торф горит и во время умеренного дождя и снегопада, образуя внутри слоя пустоты.

Торф имеет высокую теплотворность, что связано с большим содержанием в нём битумов (до 25%). Их горение сопровождается высокой температурой и выделением парообразного парафина, который при встрече с холодными частицами торфа покрывает их водонепроницаемой плёнкой. Гетерогенное горение нижних слоев идёт устойчиво и не может быть остановлено тушением поверхностных очагов водой или непродолжительными осадками.

Для Центральной Нечернозёмной зоны России вероятность возникновения торфяных пожаров определяется, прежде всего, количеством осадков, выпадающих в летний период. При средней норме осадков с начала пожароопасного сезона 250-280 мм в лесах с заторфованными почвами возможны подстилочные и низовые пожары, без заглубления в торф. При уменьшении количества осадков в июле и августе вероятность возникновения торфяных пожаров увеличивается. Кроме осадков, на влажность растительного покрова болот значительно больше, чем в лесу, влияют уровень грунтовых вод, солнечная радиация и ветер. В засушливые годы опасность возникновения торфяных пожаров на неосушенных и осушенных залежах практически не различается.

Борьба с торфяными пожарами включает в себя профилактические мероприятия, направленные на ограничение возможности

их возникновения и распространения, своевременное обнаружение возникающих очагов и собственно тушение пожаров.

Ликвидацию массовых торфяных пожаров зачастую осложняют труднодоступность районов тушения и удалённость их от источников водоснабжения, нерациональность, а порой и невозможность привлечения автотранспорта для доставки воды.

Современные способы мониторинга (пожарной разведки) фиксируют факт пожара, что требует принятия неотложных мер по его ликвидации. Значительно эффективнее, на основе данных мониторинга, получить прогноз пожарной обстановки и принять профилактические мероприятия до возникновения пожара [1].

Основу современных научных представлений о тепловом самовоспламенении заложил Вант-Гофф. Он указал, что это явление определяется не скачкообразным ростом скорости тепловыделения при критической температуре, а нарушением равновесия между теплоприходом и теплоотводом тела (в сторону увеличения первого из них) [2].

Целью проведения нами первой серии экспериментальных исследований являлось определение склонности к самовозгоранию образцов торфа при различной их влажности и плотности. В процессе проведения лабораторных опытов определялись такие характеристики, как:

- 1) время, через которое происходило самовозгорание образцов торфа в зависимости от насыщенности их влагой;
- 2) влияние различного объёмного веса образцов на время возникновения эффекта самовозгорания.

Для проведения опытов использовался сушильный шкаф марки СНОЛ-3,5 с объёмом рабочей камеры 40 литров и возможностью изменения температуры от 0 до 350 °С. Исследуемые образцы торфа помещались в контейнеры К-30 цилиндрической формы, изготовленные из латунной сетки № 8 [2].

Температура в сушильном шкафу измерялась в нескольких точках тремя термопарами ТПК 011-0,5/1,5 с диаметрами электродов 0,5 мм, диапазоном измерения температур -40...+800 °С, с термоизоляцией. Дополнительно для контроля температуры в сушильном шкафу использовались ртутные термометры с диапазоном измерения от 0 до 350 °С.

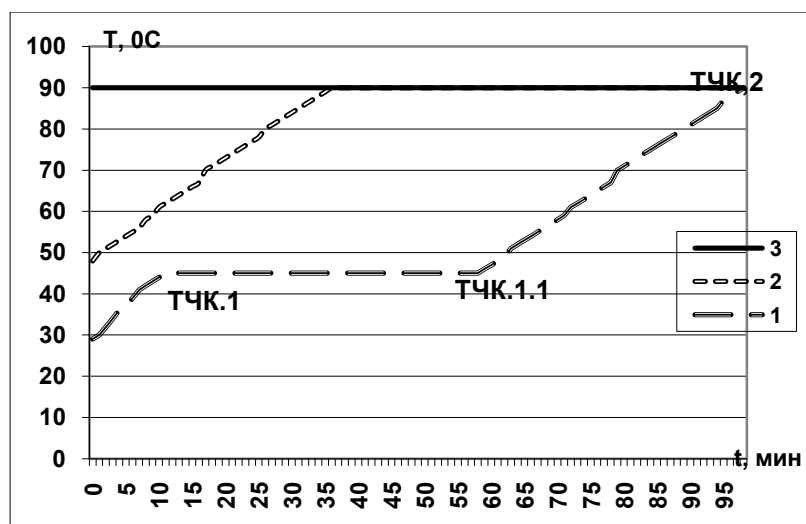
Для записи показаний термопар использовался четырёхканальный измеритель-регистратор марки ИС-203.4, к которому через нормирующие усилители НУ-02, с диапазоном рабочих температур 0...900 °С и выходным сигналом в виде постоянного тока 4...20 мА, присоединялись термопары ТПК 011-0,5/1,5. Измеритель-регистратор ИС-203.4 через модуль ПС-2 и разъём RS-485 передавал данные с термопар на персональный компьютер, которые обрабатывались с помощью программ Dispatcher 203 и Techno Graphics.

По результатам исследований были построены графики изменения температуры в центре и на поверхности исследуемых образцов торфа. Также были определены интервалы времени от начала эксперимента до самовозгорания образцов торфа, в зависимости от объемной плотности и интенсивности испарения влаги  $U$ . В качестве примера на рис. 1 представлен график, полученный при объемной плотности образца 0,16 г/см<sup>3</sup>.

Первый участок графика заключён между началом кривой 1 и характерной точкой (тчк. 1). Температура в тчк. 1 равна половине температуры воздуха в сушильном шкафу и в нашем случае составляет 45 °С. В тчк. 1 определялась влажность образца торфа, которая составила 52,9% от массы абсолютно сухой почвы при плотности образца  $d_v = 0,16$  г/см<sup>3</sup>.

Второй участок, расположенный между тчк. 1 и тчк. 1.1 на кривой 1, представляет собой прямую линию, характеризующуюся температурой, равной половине температуры воздуха в сушильном шкафу, то есть 45 °С. В тчк. 1.1 была определена влажность образца, которая составила 0%.

Третий участок расположен между тчк. 1.1 и тчк. 2. Данный отрезок характеризуется дальнейшим повышением температуры теплофизического центра образца торфа при влажности 0% до достижения критической тчк. 2 с температурой равной температуре воздуха в сушильном шкафу 90 °С.



$W_{H12} = 65,2\%$  – влажность образца на начало измерений,  $d_v = 0,16 \text{ г/см}^3$  – объёмная плотность образца. Температура воздуха –  $90 \text{ }^\circ\text{C}$ . Значение температуры в тчк. 1. –  $45 \text{ }^\circ\text{C}$ , тчк. 1.1 –  $45 \text{ }^\circ\text{C}$  и тчк. 2 –  $90 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Рис. 1. Изменение температуры в центре и на поверхности исследуемого образца торфа

Температурная кривая 2 поверхности образца торфа характеризуется двумя участками. Первый – наклонная линия – от начала эксперимента до достижения значения  $90 \text{ }^\circ\text{C}$ , второй участок – прямолинейная линия в продолжение первого отрезка, с температурой  $90 \text{ }^\circ\text{C}$  до критической тчк. 2.

Таким образом, по полученным результатам экспериментов при температуре  $90 \text{ }^\circ\text{C}$  можно сделать заключение, что наличие влажности в образцах торфа не даёт расти температуре теплофизического центра выше значения, равного половине статуреваемой температуры воздуха. Данное явление можно объяснить тем, что на испарение влаги затрачивается значительная часть энергии и тем, что влага, испаряясь, охлаждает торф, не давая температуре расти выше значения, равного половине температуры окружающего воздуха.

Вторая серия экспериментальных исследований проводилась в 2008 году в природных условиях – на осушенном в 1954 году бо-

лоте «Кальское» Рязанского района Рязанской области. Площадь объекта – 309 гектаров. Водное питание – грунтовое. Почва торфяная низинная, глубина торфа составляет от 0,8 до 1,5 м. Коэффициент фильтрации 1,04-1,14 м/сут. Степень разложения торфа составляет 45-53%, зольность 22-28%, *pH* солевой вытяжки 5,5-6,0. Осушается объект глубокими редкими каналами, врезанными дном в песок. Глубина грунтовых вод в зависимости от метеорологических условий колеблется в среднем за вегетацию от 1,2 до 1,5 м от поверхности.

Целью исследований являлось изучение режимов влажности и температуры поверхности и внутренних слоёв торфяной почвы на осушенном поле, используемом под многолетние травы, и на естественном болоте. Опытные площадки были заложены в трёх вариантах: 1) на осушенном торфянике, который используется под многолетние травы, площадка очищена от растительности; 2) на осушенном торфянике – непосредственно на площади, занятой многолетними травами; 3) на болотном массиве с естественной растительностью.

В летний период на опытных площадках производились измерения температуры (воздуха – над поверхностью почвы, на поверхности почвы 0 см, в центре слоя торфяной почвы 0-5 см, в центре слоя торфяной почвы 5-10 см, в центре слоя торфяной почвы 10-15 см) и влажности (на поверхности торфяной почвы, в слое торфяной почвы 0-5 см, в слое торфяной почвы 5-10 см и слое торфяной почвы 10-15 см).

Также на поле и на естественном болотном массиве велись наблюдения за уровнем грунтовых вод.

Результаты полевых исследований полностью подтвердили данные, полученные в лаборатории.

На основе полученных данных был разработан, испытан и запатентован инновационный метод мониторинга влажности и температурного состояния торфяных почв [3, 4] и созданы приборы для его проведения. Данный метод позволяет определить по совокупности ряда условий готовность торфа к вынужденному зажиганию от нагретых тел и самовозгоранию. На рис. 2 представлены приборы, созданные для проведения мониторинга.



Слева – стационарный вариант с солнечной батареей, справа – стационарный вариант без солнечной батареи, сверху – мобильный вариант для патрулей и обходчиков

Рис. 2. Приборы для инновационного метода мониторинга

Прибор выпускается в двух модификациях в стационарном и переносном вариантах. В инновационной системе мониторинга торфяных месторождений реализованы контроллер возгораний «Леший», система спутникового позиционирования «ГЛОНАСС» и компьютерные ГИС-технологии, которые позволяют передавать данные о степенях пожарной опасности торфа в диспетчерский пункт с любых по площади территорий, находящихся на любом удалении от прибора.

Существующие способы мониторинга лишь фиксируют факт возникновения торфяного пожара. Использование инновационного метода мониторинга позволяет прогнозировать пожар до его возникновения и своевременно проводить профилактические мероприятия по его предотвращению. Применение этого метода даёт значительный эффект за счёт экономии средств на ликвидацию пожара и недопущения экологического и материального ущерба, которые значительно превышают затраты на борьбу с очагами возгорания, тем более – на их профилактику.

Существует тенденция роста количества лесоторфяных пожаров по причине самовозгорания и вынужденного зажигания торфяных почв, связанная с потеплением климата. К пожароопасным

территориям относятся торфяники: осушенные, выработанные, находящиеся в с/х использовании и в естественном состоянии.

По результатам проведенных лабораторных и полевых исследований были определены граничные условия возникновения лесоторфяных пожаров.

Приборное обеспечение инновационного метода мониторинга позволяет определять вероятность возникновения пожаров до возникновения очагов тления и горения, при использовании его в системе предупреждения лесоторфяных пожаров достигается значительный экономический эффект за счет снижения затрат на борьбу с пожарами и их последствиями.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Евграфов А.В. Водный режим земель и его взаимосвязь с торфяными пожарами. М: Изд-во РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2009. 164 с.
2. Киселёв Я.С. Физические модели горения в системе предупреждения пожаров. СПб: Санкт-Петербургский университет МВД России, 2000. 264 с.
3. Пат. № 67872 Российская Федерация, (51) МПК А62С 3/00, А62С 2/00. Система мониторинга температурного состояния торфяника [Текст] / А.В. Евграфов; патентообладатель Евграфов А.В.; опубл. 10.11.2007 Бюл. № 31.
4. Пат. № 106542 Российская Федерация, (51) МПК А62С 2/00. Комплексная система мониторинга и защиты торфяников от возгорания [Текст] / А.В. Евграфов, П.С. Щербаков, В.Ю. Климахин; патентообладатели: Евграфов А.В., П.С. Щербаков; опубл. 20.07.2011 Бюл. № 20.



УДК 630\*4

## НОРМАТИВНО-ПРАВОВАЯ БАЗА ЗАЩИТЫ ЛЕСОВ ОТ ВРЕДНЫХ ОРГАНИЗМОВ

*Н.И. ЛЯМЦЕВ*

ФБУ «Всероссийский НИИ лесоводства и механизации»  
141202, г. Пушкино Московской обл., ул. Институтская, 15, т. 495 9933054  
E-mail: *vniilm@mail.ru*

### РЕЗЮМЕ

В рамках системного подхода анализируются основные документы, регламентирующие выполнение комплекса мероприятий по защите лесов и обеспечению санитарной безопасности, а также направления их совершенствования. Рассматриваются основные положения по осуществлению лесозащитного районирования, лесопатологических обследований и лесопатологического мониторинга, работ по локализации и ликвидации очагов вредных организмов, санитарно-оздоровительных мероприятий, санитарные требования к использованию лесов.

*К л ю ч е в ы е с л о в а: санитарная безопасность в лесах, защита лесов, вредные организмы, нормативно-правовая база*

### SUMMARY

#### **Regulatory background of forest protection against hazardous organisms**

*N.I. Lyamtsev* (Russian Research Institute for Silviculture and Mechanization of Forestry)

Key documents that regulate performance of a package of operations for forest protection and sanitary security provision and their improvement reviewed. Main provisions for forest protection zoning, forest pathology surveys and forest pathology monitoring, hazardous organism outbreak localization and elimination operations, forest use sanitary standards are under consideration.

*К e y w o r d s: forest sanitary security, forest protection, hazardous organisms, regulatory background*

Осуществляемые в начале XXI века реформы государственного управления Российской Федерации и лесного законодательства существенно образом изменили порядок организации и выполнения мероприятий по защите лесов от вредных организмов. При этом благодаря правильно выбранной ранее стратегии интегрированной защиты лесов сохраняются базовые составляющие комплекса мероприятий. Более того, повышается их статус, за-

щита лесов от вредных организмов становится основой обеспечения санитарной безопасности в лесах.

Для решения поставленных задач необходим системный подход – применение комплекса взаимосвязанных мероприятий: правовых, организационных, финансовых и научно-технических. Больше внимание необходимо уделять созданию и внедрению наукоёмких технологий. Результативность такой деятельности во многом зависит от правовой базы, которая формулирует инновационные направления и определяет приоритетные задачи.

В Лесном кодексе Российской Федерации [1] для обеспечения санитарной безопасности и защиты лесов предусматриваются:

- а) лесозащитное районирование (определение зон слабой, средней и сильной лесопатологической угрозы);
- б) лесопатологические обследования и лесопатологический мониторинг;
- в) авиационные и наземные работы по локализации и ликвидации очагов вредных организмов;
- г) санитарно-оздоровительные мероприятия (вырубка погибших и повреждённых лесных насаждений, очистка лесов от захламления);
- д) установление санитарных требований к использованию лесов.

Для эффективного функционирования защиты лесов процедуры управления, планирования и реализации мероприятий должны быть в значительной степени формализованы, прежде всего, в виде правовых и нормативных документов (правил, технических и технологических регламентов, технических условий и паспортов, методик и др.).

Лесной кодекс определяет основополагающие подзаконные акты по защите лесов. Ими являются Правила санитарной безопасности в лесах [3], Правила организации и осуществления авиационных работ по охране и защите лесов [4] и Порядок организации и осуществления лесопатологического мониторинга [2]. Этих документов явно недостаточно. В Лесном кодексе необходимо определить подзаконные акты, устанавливающие порядок осуществления других мероприятий: лесопатологических обследований, санитарно-оздоровительных мероприятий, работ по локализации и ликвидации очагов вредных организмов. Это

уточнение необходимо ещё и потому, что осуществление указанных полномочий передано субъектам Российской Федерации.

Перечисленные в Лесном кодексе виды работ по защите лесов не в полном объеме связаны с документами лесного планирования и лесной отчетности (лесной план субъекта РФ, лесохозяйственный регламент, проект освоения лесов), а также с системой государственной инвентаризации лесов, государственным лесным реестром, лесоустройством. В Лесном кодексе не определено понятие «состояние лесов» и не указано, что используемые для обеспечения санитарной безопасности меры являются и основой системы защиты лесов от вредных организмов.

В соответствии с пунктом 11 Правил санитарной безопасности в лесах [3] для каждой зоны лесопатологической угрозы определяются требования, учитываемые при проведении мониторинга и осуществлении других мероприятий, а также устанавливаются критерии для определения необходимости принятия мер по защите лесов.

Требования являются основой планирования лесозащитных мероприятий (кроме лесопатологического мониторинга) для субъектов Российской Федерации. Требования учитываются в лесных планах, лесохозяйственных регламентах лесничеств (лесопарков) и в проектах освоения лесов.

В соответствии с пунктом 8 Правил [3] Рослесхоз приказом от 29.12.2007 г. № 523 утвердил порядок осуществления и требования к мероприятиям по защите лесов следующими документами: Руководство по проектированию, организации и ведению лесопатологического мониторинга, Руководство по планированию, организации и ведению лесопатологических обследований, Руководство по проведению санитарно-оздоровительных мероприятий, Руководство по локализации и ликвидации очагов вредных организмов.

Кроме перечисленных используются также ранее подготовленные и изданные нормативно-методические документы по следующим направлениям:

- организация и ведение лесопатологических обследований и мониторинга, учет и прогнозирование численности и угрозы повреждения насаждений насекомыми;

- использование химических и биологических средств в интегрированной защите леса от вредных насекомых с применением авиации и наземной аппаратуры;
- планирование и осуществление санитарно-оздоровительных мероприятий, профилактика и меры защиты лесов от стволовых вредителей и болезней.

**Лесозащитное районирование.** В каждом субъекте Российской Федерации в соответствии с утвержденной Федеральным агентством лесного хозяйства методикой выполняется лесозащитное районирование: определяются показатели состояния лесов и лесничества распределяются по зонам сильной, средней и слабой лесопатологической угрозы. Результаты районирования (включая карту-схему зон) представляются в лесном плане.

Методика лесозащитного районирования является составной частью Проекта организации лесопатологического мониторинга субъекта Российской Федерации (Руководство по проектированию, организации и ведению лесопатологического мониторинга).

**Лесопатологический мониторинг.** В соответствии с приказом МПР России от 09.07.2007 г. № 174 «Об утверждении порядка организации и осуществления лесопатологического мониторинга» объектами лесопатологического мониторинга являются и лесные насаждения, и негативно влияющие на состояние лесов факторы, например, вредные организмы.

При осуществлении лесопатологического мониторинга обеспечивается своевременное выявление неудовлетворительного состояния лесов, определение причин его возникновения, на основании чего выполняется прогноз развития наблюдаемых в лесах патологических процессов и явлений, а также оценка их возможных последствий. Важной задачей является подготовка, обработка и хранение информации о лесопатологическом состоянии лесов. Выходная продукция лесопатологического мониторинга – обзоры санитарного и лесопатологического состояния лесов, а также рекомендации по обеспечению санитарной безопасности в лесах. В конечном итоге, в число задач лесопатологического мониторинга входит оценка эффективности санитарно-оздоровительных мероприятий, авиационных и наземных работ по локализации и ликвидации очагов вредных организмов.

Для каждого региона разрабатывается «Проект организации лесопатологического мониторинга субъекта Российской Федерации», включая создание сети пунктов постоянного наблюдения. В систему мониторинга включен и мониторинг лесов по европейской программе ICP-Forest. В эксплуатацию вводится информационная система дистанционного лесопатологического мониторинга (приказ Федерального агентства лесного хозяйства МПР России от 10.06.2008 г. № 178 «Об информационной системе дистанционного лесопатологического мониторинга Федерального агентства лесного хозяйства»).

В лесопатологическом мониторинге основной целью дистанционных наблюдений является своевременное обнаружение опасных отклонений в санитарном состоянии лесов, а также предварительная оценка объемов повреждений. При этом дистанционные наблюдения за санитарным состоянием лесов предусматривают космическую и авиационную съёмку, аэровизуальное обследование лесов. Далее, в случае обнаружения массовых повреждений лесов, могут назначаться регулярные наблюдения либо специальные обследования.

К недостаткам нормативной базы следует отнести отсутствие ряда действий и процедур (регламентов), определяющих содержание работ по созданию единой сети пунктов постоянного наблюдения, обеспечению необходимой точности учетных работ и получаемой информации, проектированию и эксплуатации базы данных. Без доступа к первичной информации «Обзор санитарного и лесопатологического состояния лесов» не может быть достаточным результатом лесопатологического мониторинга.

Для повышения эффективности использования лесопатологической информации требуются методика и программные продукты, математические модели для её анализа и разработки прогнозов разного назначения, критерии для принятия решений о необходимости лесозащитных мероприятий. Необходима интегрированная система прогнозирования лесопатологической ситуации и, прежде всего, крупномасштабного повреждения лесов насекомыми, болезнями, другими негативными факторами.

**Лесопатологические обследования.** К основным объектам лесопатологического обследования относятся насаждения, постра-

давшие от вредных организмов, иных неблагоприятных факторов, а также популяции этих организмов. Лесопатологические обследования проводятся наземным способом и с использованием авиационно-космических средств. Преимущественное внимание уделяется инвентаризации очагов, оценке состояния популяций насекомых до начала истребительных мероприятий (контрольное ЛПО), обследованию поврежденных насаждений для назначения санитарно-оздоровительных мероприятий, выборочным обследованиям на заражённость вредителями и болезнями лесных земель, подлежащих облесению.

В соответствии с Руководством по планированию, «организации и ведению лесопатологических обследований очагами вредных организмов считаются лесные участки, на которых численность (концентрация) вредных организмов и повреждения, нанесенные ими, угрожают жизнеспособности лесных насаждений. При этом повреждение или уже нанесено, или может существовать угроза повреждения в ближайшие 1-2 года». Последнее предложение вносит существенную неопределенность и не способствует повышению точности инвентаризации очагов. Также требуют уточнения критерии очагов по группам вредных организмов.

**Локализация и ликвидация очагов.** Мероприятия по локализации и ликвидации очагов вредных организмов проводятся в соответствии с нормативными и правовыми актами в области безопасного обращения с пестицидами и агрохимикатами.

Применение химических и биологических средств защиты наземным и авиационным способами планируется ежегодно с учетом средних многолетних площадей очагов, требующих защитных мероприятий, и объёмов проводимых ранее работ по их локализации и ликвидации.

В хвойных лесах меры защиты назначают при угрозе нарушения их целевых функций и уничтожения хвои на 30-75%, в лиственных насаждениях и лиственничниках – при угрозе уничтожения 30-150% листвы (хвои). Работы назначаются и проводятся в соответствии с пороговыми значениями дефолиации, установленными с учетом преобладающей породы, целевого назначения лесов, видов их использования и категории защитных лесов. По-

роговая дефолиация рассчитывается путем сложения оценок дефолиации за текущий год и прогнозируемой в следующем году. Критерии допустимого повреждения являются основополагающим компонентом в системе планирования защитных мероприятий. Поэтому требуется уточнение не только приведенных критериев, но и методов оценки вредоносности насекомых и болезней.

Основными направлениями совершенствования системы принятия решений о необходимости защитных мер являются:

- прогноз степени повреждения насаждений при разной численности и состоянии насекомых, степени распространении болезней;
- прогноз потерь лесных ресурсов (усыхания деревьев, снижения прироста, потерь недревесной продукции леса и т. д.) в зависимости от интенсивности повреждения насаждений в разных экологических условиях;
- оценка ущерба и затрат на проведение мероприятий, определение порогов вредоносности насекомых и болезней леса.

Оценка эффективности мероприятий по локализации и ликвидации вредных организмов производится по их лесозащитному эффекту – предотвращению повреждения лесного участка. Для этого гибель вредителей должна быть не ниже 90% при применении химических препаратов, 70% – биологических.

**Санитарно-оздоровительные мероприятия** проводятся в лесах любого целевого назначения и всех категорий защитных лесов (кроме заповедных участков), требующих улучшения санитарного состояния, и в обязательном порядке – в поврежденных, расстроенных и погибших насаждениях в случае угрозы распространения вредных организмов.

К санитарно-оздоровительным мероприятиям относятся сплошная санитарная рубка, выборочная санитарная рубка, уборка захламлиенности, выкладка ловчих деревьев, в том числе с применением синтетических феромонов стволовых вредителей, очистка лесов от захламлиения и загрязнения, в том числе радиационного, защита заготовленной древесины от заражения вредными организмами, профилактические мероприятия.

Сроки проведения санитарно-оздоровительных мероприятий определяются с учётом рекомендаций по отбору деревьев в сани-

тарную рубку. После повреждения древостоев огнём к санитарной рубке следует приступать в возможно короткие сроки.

При оставлении (хранении) заготовленной древесины в лесах в весенне-летний период на срок более 30 дней она должна быть окорена или обработана инсектицидами для предохранения от заселения стволовыми вредителями и поражения грибами. При наличии очагов вредителей и инфекционных болезней после рубки должны применяться дополнительные меры по их локализации.

Сплошная санитарная рубка проводится, если после удаления деревьев, подлежащих рубке, полнота становится ниже утверждённых предельных величин, при которых обеспечивается способность древостоев выполнять функции, соответствующие категориям защитных лесов или целевому назначению. В остальных случаях проводится выборочная санитарная рубка.

Выборочные санитарные рубки проводятся в целях оздоровления насаждений, частично утративших устойчивость, восстановления их целевых функций, локализации и (или) ликвидации очагов стволовых вредителей и инфекционных заболеваний.

Уборка захламлённости (неликвидной древесины и дров), в том числе валежа, проводится, как правило, одновременно с другими лесохозяйственными мероприятиями – рубками ухода, выборочными и сплошными санитарными рубками. Как самостоятельное мероприятие уборка захламленности проводится в местах образования ветровала, бурелома, снеголома, верховых пожаров и других повреждений деревьев при наличии неликвидной древесины более 90% от общего запаса насаждения. Очистка мест рубки важна при закультивировании свежих вырубок.

К профилактическим относятся лесохозяйственные мероприятия, которые заключаются в использовании лесоводственных, в том числе агротехнических приемов, повышающих устойчивость лесных насаждений к вредным насекомым и болезням, создающих неблагоприятные условия для широкого распространения вредных организмов и одновременно – улучшающих условия обитания полезных видов. Специальные профилактические мероприятия: развешивание искусственных гнездовых насекомоядных птиц, охрана и расселение насекомых-энтомофагов, подсев нектароносных растений, посадка ремиз и др.



**Заключение.** В современном лесном законодательстве значительно усилена значимость мероприятий по защите лесов от вредных организмов. Они являются основой для улучшения состояния лесов и обеспечения санитарной безопасности. Передача большей части полномочий по защите лесов субъектам Российской Федерации требует увеличения усилий, направленных на постоянное совершенствование нормативной базы, определение направлений инновационной деятельности и создание условий для её осуществления. Необходим комплекс правил, требований и критериев для создания систем защиты лесов, планирования мероприятий, оценки их эффективности. К важным инновационным направлениям относятся информационные технологии лесопатологического мониторинга, прогнозирования и принятия решений по защите лесов. Требуется разработка способов повышения устойчивости насаждений, создания и использования биологических средств защиты, экономически эффективных систем защиты лесов от вредных организмов.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Лесной кодекс Российской Федерации. М., 2006. 65 с.
2. Порядок организации и осуществления лесопатологического мониторинга (приказ МПР России от 09.07.2007 г. № 174, зарегистрировано в Минюсте РФ 23 июля 2007 г. № 9880).
3. Правила санитарной безопасности в лесах (Постановление Правительства Российской Федерации от 29 июня 2007 г. № 414).
4. Правила организации и осуществления авиационных работ по охране и защите лесов (постановление Правительства Российской Федерации № 385 от 19 июня 2007 г.).

УДК 630.432

## СТРАТЕГИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЛЕСОПОЖАРНЫХ СЛУЖБ

*Ю.З. ШУР, М.Ю. ГУСТОВ, В.А. ДОММЕС, О.А. ДОММЕС,  
И.С. ШЕПЕЛЁВА, Д.В. ЭЛКИНА*

ФБУ «Санкт-Петербургский НИИ лесного хозяйства»  
194021, Санкт-Петербург, Институтский пр., д. 21  
Тел. (812)552-80-21, e-mail: *spb-niilh@inbox.ru*

### РЕЗЮМЕ

Излагаются методические основы стратегического планирования деятельности лесопожарных служб. Приведены результаты решения задачи для Глебычевского участкового лесничества Ленинградской области.

*К л ю ч е в ы е с л о в а : стратегическое планирование, состав, структура и режимы работы лесопожарных служб, имитационное моделирование, базы данных*

### SUMMARY

#### **Strategic planning for forest fire protection services**

*Y.Z. Shur, M.Y. Gustov, V.A. Dommes, O.A. Dommes, I.S. Shepyeleva, D.V. El'kina*  
(Saint-Petersburg Forestry Research Institute)

This paper is devoted to presenting of methodical approach for forest fire protection services. The results of forest fire strategic planning for Glebychevskoe Subforestry in Leningrad region are given.

*К е у w o r d s : strategic planning, structure and working modes of forest fire services, simulation modeling, databases*

Под стратегическим планированием деятельности лесопожарных служб понимается определение состава, структуры и режимов их работы, а также результатов, связанных с реализацией тех или иных вариантов их деятельности. Оно осуществляется с использованием имитационного моделирования условий и процесса их функционирования. В качестве объектов планирования рассматриваются участковое лесничество или авиаотделелние.

Условия функционирования определяются периодом пожароопасного сезона, классом пожарной опасности по условиям погоды, скоростью ветра, наличием или отсутствием грозовой дея-

тельности и «признаком дня» (будний или выходной). Пожароопасный сезон моделируется как взаимосвязанная последовательность дней с различными типами условий функционирования (типами дня) лесопожарных служб. Она берётся по статистике предшествующих лет для объекта планирования.

В данном методическом подходе рассматриваются все четыре периода сезона. В общем случае их границы не обязательно совпадают с календарными временами года. Период «зима» принимается в рассмотрение в связи с тем, что в Южном федеральном округе возможно возникновение и распространение пожаров и в этот период.

Влагосодержание напочвенного покрова характеризуется классом пожарной опасности (КПО) по условиям погоды в конкретный день пожароопасного сезона. Рассматриваются пять КПО: 1 – чрезвычайно низкая пожарная опасность (чрезвычайно высокая влажность напочвенного покрова); 2 – низкая пожарная опасность (высокая влажность напочвенного покрова); 3 – средняя пожарная опасность (средняя влажность напочвенного покрова); 4 – высокая пожарная опасность (низкая влажность напочвенного покрова); 5 – чрезвычайно высокая пожарная опасность (чрезвычайно низкая влажность напочвенного покрова). КПО может быть определён для каждого календарного дня пожароопасного сезона. Для скорости ветра рассматриваются две градации: от 0 до 10 м/сек и свыше 10 м/сек, что связано с наличием ограничений на условия высадки парашютистов (при скорости больше 10 м/сек их прыжки запрещены). В общем случае число градаций скорости ветра не обязательно равняется двум.

Количество источников огня в лесу, связанное с неантропогенными факторами, зависит от наличия или отсутствия «сухой» грозы, а антропогенными – от «признака дня».

Процесс функционирования определяется используемыми типами средств обнаружения и доставки, а также дисциплинами их функционирования (технологическими схемами работы) и задействованными типами специализированных сил пожаротушения..

Под типом средства обнаружения понимается, в общем виде, любая "человеко-машинная" система, занятая обнаружением лесных пожаров (в том числе и люди без технических средств). Под-

черкнем, что оснащённость или неоснащённость аппаратурой того или иного вида "человеко-машинной" системы может служить основанием для выделения разных типов средства обнаружения.

Под типом средства доставки понимается любая "человеко-машинная система", основной функцией которой является доставка сил начальной атаки, пожарной техники, оборудования, воды и растворов химикатов в район лесного пожара.

Под дисциплиной функционирования типа средства обнаружения будем понимать технологическую схему, по которой оно работает при обнаружении лесных пожаров. Выделяют следующие дисциплины функционирования:

- 1) патрулирование с активными силами (с тушильщиками) с возвращением в место базирования;
- 2) патрулирование с активными силами без возвращения в место базирования;
- 3) патрулирование без активных сил;
- 4) дежурство на стационарных наблюдательных пунктах.

При дисциплине функционирования № 1 средство обнаружения с тушильщиками на борту осуществляет облёты (объезды) охраняемой территории по установленным патрульным маршрутам. В случае обнаружения очередного пожара осуществляется высадка к нему определённого количества тушильщиков. Если очередной пожар обнаружен, а на борту уже нет тушильщиков (они высажены на другие пожары), то средство обнаружения возвращается за тушильщиками в место базирования по кратчайшему пути. При отсутствии тушильщиков в месте базирования средство обнаружения продолжает движения по патрульному маршруту с целью обнаружения пожаров. При дисциплине функционирования № 2 средство обнаружения с тушильщиками на борту осуществляет облёты (объезды) охраняемой территории по установленным патрульным маршрутам. В случае обнаружения очередного пожара осуществляется высадка к нему определённого количества тушильщиков. Если очередной пожар обнаружен, а на борту уже нет тушильщиков, то средство обнаружения вызывает из места базирования средство доставки с тушильщиками, а само продолжает движение по патрульному маршруту. Средство доставки при этом перемещается к обнаруженному пожару по

кратчайшему пути. Использование средства доставки в данном случае возможно только тогда, когда в месте базирования есть свободные тушители. Предполагается также, что после обслуживания очередного пожара средство доставки возвращается в место базирования. При дисциплине функционирования № 3 средство обнаружения без тушителей осуществляет облёты (объезды) охраняемой территории по установленным патрульным маршрутам. В случае обнаружения очередного пожара средство обнаружения вызывает из места базирования средство доставки с тушителями, а само продолжает движение по патрульному маршруту. Средство доставки при этом перемещается к обнаруженному пожару по кратчайшему пути. Использование средства доставки в данном случае возможно только тогда, когда в месте базирования есть свободные тушители. Предполагается также, что после обслуживания очередного пожара средство доставки возвращается в место базирования. При дисциплине функционирования № 4 осуществляется периодическое дежурство на стационарных наблюдательных пунктах или выявление очагов огня на специальной установке из диспетчерского центра. В случае обнаружения очередного пожара наблюдатель (диспетчер) вызывает из места базирования средство доставки с тушителями.

Рассматривается следующая схема моделирования процесса обнаружения лесных пожаров.

Если средства обнаружения они «перемещающиеся», то при заданных условиях функционирования они осуществляют облёты (объезды) охраняемой территории по установленным патрульным маршрутам определённой протяжённости с определённой скоростью. Облёты (объезды) охраняемой территории выполняются в соответствии с заданным расписанием. Число периодов осмотра охраняемой территории и расписание патрулирования зависят от условий функционирования лесопожарных служб. Если средство обнаружения – «неподвижное» (стационарный наблюдательный пункт), то пожарный сторож (диспетчер) осуществляет наблюдение за охраняемой территорией с определённой периодичностью. Наблюдение осуществляется в соответствии с заданным расписанием наблюдения, причём каждый период наблюдения характеризуется моментом начала наблюдения в течение суток и про-

должительностью периода наблюдения. При дисциплине функционирования № 4 пожар считается обнаруженным, если наблюдатель «видит» дым над кронами в радиусе обзора с соответствующего наблюдательного пункта.

В общем случае для дисциплин функционирования № 1-3 после обнаружения пожара могут быть выполнены следующие технологические действия:

- a) сход с патрульного маршрута;
- b) осмотр дым-точки;
- c) высадка тушителей;
- d) возврат в место базирования с лесного пожара;
- e) перемещение к лесному пожару из места базирования;
- f) выход на патрульный маршрут.

Факторами, ограничивающими функционирование средства обнаружения в текущий день при дисциплинах функционирования № 1-4, являются:

- a) запас горючего на средство обнаружения (предполагается, что в месте базирования запас горючего не ограничен);
- b) дневная санитарная норма (дисциплины № 1-4);
- c) продолжительность светлого времени суток;
- d) отсутствие тушителей на средстве обнаружения;
- e) отсутствие тушителей в месте базирования.

Под дисциплиной функционирования типа средства доставки будем понимать технологическую схему, по которой оно работает в процессе обслуживания лесных пожаров. Выделяются следующие дисциплины функционирования:

- 1) патрулирование с активными силами с возвратом;
- 2) дежурство средств доставки в месте базирования.

Дисциплина функционирования № 1 для средств доставки аналогична дисциплине № 1 для средств обнаружения. Дисциплина № 2 предполагает дежурство средств доставки в месте базирования с вылетами (выездами) средств доставки с тушителями по вызовам, поступающим со средств обнаружения. Вылеты (выезды) осуществляются только при наличии хотя бы одного тушителя в месте базирования. Технологические действия и ограничения для средств доставки и средств обнаружения одина-

ковы. Схема обслуживания средством доставки пожара выглядит следующим образом.

Получив заявку на обслуживание очередного пожара, наземное или наводное средство следует к пожару по оси патрульного маршрута кратчайшим путём. Авиационное средство доставки следует к обнаруженному пожару по прямой. После достижения места пожара средство доставки осуществляет осмотр пожара (технологическое действие *b*) и высадку на него тушителей (технологическое действие *c*). Затем возвращается в место базирования (технологическое действие *d*). Для средства доставки задаются время начала и время окончания дежурства.

Под типом специализированных сил пожаротушения понимается обученный персонал, оснащённый средствами пожаротушения, функцией которого является тушение лесных пожаров.

Предполагается, что за каждым типом средств обнаружения и доставки закреплён определённый тип специализированных сил пожаротушения. Например, парашютисты "закреплены" за самолетами, десантники – за вертолетами, рабочие ПХС – за автомашинами. Численность специализированных сил пожаротушения считается известной на начало моделируемого дня.

Механизм функционирования системы охраны для объекта планирования во введённых терминах и понятиях можно представить следующим образом. На каждом объекте задействован определённый комплекс (комплексы) средств обнаружения и доставки, а также специализированных сил пожаротушения.

Очевидно, что в самом общем виде в качестве целевых функций, отражающих качество работы лесопожарных служб на объекте, необходимо рассматривать статистические характеристики (математическое ожидание, квантиль и т. п.) случайных величин: затрат на функционирование лесопожарных служб на объекте за пожароопасный сезон и суммарного предотвращаемого ими ущерба от лесных пожаров (затраты и результаты). Однако решение подобного рода двухкритериальной задачи в настоящий момент затруднено, так как получить достаточно точные оценки предотвращаемого ущерба сложно.

Наличие физически обусловленной связи между размерами лесных пожаров и длительностью их распространения позволяет

выразить результаты и цели функционирования через показатели своевременности ликвидации лесных пожаров. Под этим понимается, что время распространения лесного пожара от возникновения до ликвидации не превосходит допустимой величины. Очевидно, что это время самым тесным образом коррелировано с временем распространения – от возникновения до начала тушения. Последнее и может быть выбрано в качестве показателя оценки результатов работы лесопожарных служб.

В качестве управляемых параметров при стратегическом планировании рассматриваются:

- число периодов осмотра охраняемой территории;
- время начала каждого периода осмотра;
- продолжительность периода осмотра (для стационарных наземных типов средств обнаружения);
- число типов средств обнаружения;
- число средств обнаружения каждого типа;
- число типов средств доставки;
- число средств доставки каждого типа;
- время начала и окончания дежурства средств доставки;
- число патрульных маршрутов;
- места базирования средств обнаружения, доставки и специализированных средств пожаротушения;
- число типов специализированных сил пожаротушения;
- численность специализированных сил пожаротушения каждого типа.

Описанный методический подход был апробирован при планировании деятельности лесопожарных служб в Глебычевском участковом лесничестве Рощинского лесничества Ленинградской области.

В качестве средства обнаружения и доставки использовался малый лесопатрульный комплекс на шасси УАЗ. В качестве дисциплины функционирования рассматривалось патрулирование с активными силами с возвращением за ними в место базирования. Патрулирование осуществлялось по кольцевому патрульному маршруту общей протяжённостью 41,7 км. Маршрут начинался и заканчивался в поселке Глебычево Ленинградской области. Число периодов осмотра охраняемой территории при первом и вто-



ром классах пожарной опасности по условиям погоды было равно одному (выезд в 15:00). Число периодов осмотра охраняемой территории при третьем классе пожарной опасности по условиям погоды было равно двум (выезды в 12:00 и 17:00). Число периодов осмотра охраняемой территории при четвёртом и пятом классах пожарной опасности по условиям погоды было равно трём (выезды в 12:00, 15:00 и 18:00). Число тушителей в месте базирования было равно двадцати.

Второй вариант отличался от первого тем, что при третьем классе патрулирование проводилось только один раз (выезд в 15:00).

Результаты моделирования отображены в таблице. Как видим, первый вариант планирования эффективнее второго. Математическое ожидание времени распространения пожара от возникновения до начала тушения в первом варианте равно 5,6 ч., а во втором существенно больше – 7,4 ч. При этом математические ожидания затрат на функционирование ЛПС за пожароопасный сезон практически одинаковы.

Таблица

## Результаты стратегического планирования деятельности лесопожарных служб

Наименование показателя	Число возникших дым-точек		Число обнаруженных дым-точек		Число возникших пожаров		Обнаруженные и полностью обслуженные пожары		Время распространения пожара от возникновения до начала тушения, ч.		Затраты на функционирование ЛПС, тыс. руб.	
	1 вар.	2 вар.	1 вар.	2 вар.	1 вар.	2 вар.	1 вар.	2 вар.	1 вар.	2 вар.	1 вар.	2 вар.
Математическое ожидание	2,5	2,5	2,3	2,3	2,1	1,95	1,1	0,95	5,6	7,4	1663	1653
Порядок квантиля	0,9		0,9		0,9		0,9		0,9		0,9	
Значение квантиля	5	4	5	4	4	4	3	2	20,5	22,9	1557	1744
Аргумент функции распределения	3		2		3		0,6		15		150	
Значение функции распределения	0,5	0,5	0,4	0,4	0,6	0,7	0,4	0,4	0,8	0,8	0,01	0,01

П р и м е ч а н и я . 1. ЛПС – лесопожарная служба.

2. Значения всех показателей рассчитаны на один пожароопасный сезон.

В заключение следует отметить, что приведённый нами подход является весьма эффективным как для анализа различных вариантов планирования с использованием уже существующих технических средств, так и перспективных, предполагаемых к использованию в будущем.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Коровин Г.Н., Абрамов Л.М., Шур Ю.З. и др. О системном подходе к планированию охраны лесов от пожаров // Лесные пожары и борьба с ними: Сб. науч. тр. Л.: ЛенНИИЛХ, 1978. С. 104-120.
2. Шур Ю.З. Оптимальное оперативное планирование деятельности подразделений системы охраны лесов от пожаров // Материалы международной конференции в г. Томске. Томск: РИО ТГУ, 1995. С. 133-135.
3. Шур Ю.З., Берман Е.С., Горчакови А.Ю. и др. Оптимальное планирование деятельности региональной системы охраны лесов от пожаров // Борьба с лесными пожарами: Тр. СПбНИИЛХ. СПбНИИЛХ, 1998. С. 147-152.

**Круглый стол № 6**  
**ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**  
**В ЛЕСНОМ КОМПЛЕКСЕ**

---

УДК 630\*

**СОСТОЯНИЕ И РАЗВИТИЕ МЕХАНИЗАЦИИ**  
**В ЛЕСНОМ ХОЗЯЙСТВЕ**

*В.С. ВОРОБЬЁВ*

ФБУ «Всероссийский НИИ лесоводства и механизации лесного хозяйства»  
141200, г. Пушкино Московской обл., ул. Институтская, д. 15,  
тел.: 8(495) 993-30-54, e-mail: [vnilm@mail.ru](mailto:vnilm@mail.ru)

**РЕЗЮМЕ**

Приводится историческая справка о развитии и состоянии механизации в лесном хозяйстве. Предложены основные средства механизации и пути решения модернизации технического прогресса лесного хозяйства.

*К л ю ч е в ы е с л о в а : комплексная механизация, машиностроение, система машин, технологический процесс, конструкторская документация, машины и оборудование для лесного хозяйства, энергетическое средство, трактора, технологические операции*

**SUMMARY**

**Situation and development of forestry mechanization**

*V.S. Vorobjev* (Russian research Institute for Silviculture and Mechanization of Forestry)

The article covers brief background of situation and development of forestry mechanization. Key mechanization means and ways for forestry technical progress modernization are proposed.

*К e y w o r d s : technological process, forestry machines and equipment, tractors, technological operations, integrated mechanization, engineering, machine system, design documentation, power source*

В 1986-1995 гг. Всероссийским научно-исследовательским институтом лесоводства и механизации, совместно с отраслевыми НИИ была разработана система машин для лесного хозяйства.

Под системой машин понимается совокупность различных лесохозяйственных машин и оборудования, взаимно увязанных в технологическом процессе по своим технико-экономическим и эксплуатационным показателям, обеспечивающих последовательность выполнения основных и дополнительных операций рабочих процессов.

Система машин для комплексной механизации лесохозяйственного производства и защитного лесоразведения базировалась на основе разработанных лесоведами научно-обоснованных технологий, с учетом развития отрасли.

В системе лесохозяйственного машиностроения РФ было 14 заводов «Лесхозмаш» (ПО «Рослесхозмаш») по изготовлению лесохозяйственной техники. При НИИ лесного хозяйства и механизации были созданы производственные мастерские заводского типа и «ЦОКБлесхозмаш», которые не только разрабатывали опытные образцы лесохозяйственных машин, но и осуществляли их изготовление.

Выпускалось более 200 наименований специальных лесохозяйственных машин и оборудования.

В настоящее время машиностроительная база по изготовлению лесохозяйственной техники практически отсутствует. Из четырнадцати заводов ПО «Рослесхозмаш» только два выпускают продукцию для лесного хозяйства. Это ОАО «Великолукский завод Лесхозмаш» и ООО «Дмитриев-Льговский спецлесмаш». Три завода: ОАО «Брянский», ОАО «Апшеронский» и ОАО «Камышловский» производят разовую продукцию в количестве 1-3 шт. под заказ предприятий. Остальные предприятия системы ПО «Рослесхозмаш» прекратили свое существование. Выпускаемые малыми предприятиями некоторые виды лесохозяйственной техники (плуги, культиваторы, сеялки и т. п.) не сертифицированы и не испытаны в хозяйственных условиях, поэтому выполняемые ими технологические операции не отвечают предъявляемым требованиям.

В конце 90-х годов работы по системе машин были приостановлены в связи с началом перестройки лесного хозяйства и переходом к рыночной экономике.

Для объективной оценки состояния уровня механизации ФБУ ВНИИЛМ в 2011 году путём опроса субъектов РФ были собраны данные наличия, потребности и технического состояния лесохозяйственной техники. Полученные материалы свидетельствуют, что потребность в 1,5 раза превышает количество имеющейся техники. Лесохозяйственная техника, стоящая на балансе предприятий субъектов РФ, имеет предельный износ – 70-80%, требует модернизации и обновления.

Разработанная конструкторская документация на лесохозяйственное оборудование частично утрачена, а оставшаяся требует доработки и корректировки.

ФБУ ВНИИЛМ совместно с ЦОКБлесхозмаш разработано и внедрено в отрасли более 100 машин и оборудования для нашей отрасли.

В последние годы было создано оборудование для сбора шишек на лесосеменных плантациях – ОСШ-1, которое монтируется на самоходное шасси Т-16, отличается простотой конструкции и обеспечивает высоту подъёма сборщика до 7 м. При заготовке небольших партий переработку целесообразно проводить на малогабаритной сушилке СШ-45 с разовой загрузкой до 50 кг и незначительной потребляемой мощностью около 6,5 Квт. Это оборудование может также использоваться для сушки грибов, плодов и другого пищевого сырья.

Для сортировки семян по массе (аэродинамическим свойствам) предназначен пневмосепаратор лесных семян ПЛС-5М. Он разделяет их на две фракции (тяжелые и средние) и удаляет мелкие семена и различные примеси (чешуйки, крылатки и т. п.).

Подсушка семян хвойных пород до необходимой (6-7%) влажности в процессе их хранения осуществляется на установке УПС-1.

Первоочередной технологической операцией в питомнике является планировка поверхности поля. Для этой цели предназначен выравнитель-грядкоделатель ВГ-3.6, который за один проход агрегата обеспечивает степень выравненности поля не менее 80%. Он хорошо зарекомендовал себя в производственных условиях

Для предпосевной обработки почвы предназначена машина ротационная бесприводная МРБ-1.6. Она заменяет почвообрабатывающие фрезы типа ФПШ-1.3, обеспечивает трёхслойную обработку почвы, не нарушает её структуру и имеет более высокую производительность (рабочая скорость не менее 7 км/час).

Для посева мелких сыпучих семян предназначена сеялка лесная навесная СЛН-5, которая обеспечивает равномерно-разреженный посев с нормой высева от 0,5 до 4 г/пог. м.

Агротехнический уход за растениями в питомнике осуществляется с помощью культиватора комбинированного ККП-1.5А. Он снабжён набором сменных рабочих органов для работы в различных условиях и имеет возможность настраиваться на любые схемы посева.

Для подрезки корней растущих растений при выращивании укрупнённых сеянцев без перешколивания используется корне-подрезчик навесной управляемый КНУ-1.2. Он обеспечивает подрезку как вертикальных, так и боковых корней.

Для выкопки посадочного материала предназначена машина выкопачная МБ-1.3, которая обеспечивает эффективное отряхивание корней от почвы с сохранением мелких, наиболее ценных корешков.

Для выкопки укрупнённых (высотой до 2 м) саженцев с комом почвы создана машина МВС-2.5.

Сортировка и упаковка посадочного материала проводится на специальном оборудовании ОС-1.

Для расчистки вырубков от порубочных остатков с корчёвкой пней путем их раскалывания предназначено орудие ОРВ-1.5А, монтируемое на фронтальную штатную навеску трактора ЛХТ-55 (ТЛТ-100).

Предпосадочная обработка почвы по расчищенным полосам в виде гряд (микроровнений) осуществляется дисковым плугом ПДВ-1.5. Для нарезки борозд с одновременным образованием посадочного места при ручной посадке предназначен плуг ПРЛ-70.

Посадка крупномера высотой до 60 см осуществляется лесопосадочной машиной МЛК-1.

Лесопосадочная машина МПС-1 предназначена для посадки укрупненных сеянцев. Сеянцы непосредственно подаются в сошник, и затем корневая система заделывается в почву.

Для полезащитного лесоразведения на открытых площадях предназначена сажалка СПЛ-1.

Агротехнический уход за созданными культурами проводится катком универсальным лесным КУЛ-2А.

Для трелёвки древесины (хлыстов) используется захват тракторный лесной ЗТЛ-2А, который снабжён гидравлическим приводом лебёдки. Для бесчокерной трелевки леса при рубках ухода предназначено оборудование ОРУ-2, применение которого позволяет исключить чокеровщика, что существенно повышает производительность и улучшает условия труда.

Для обеспечения противопожарных мероприятий, в частности, при подготовке минерализованных полос создан специальный дисковый плуг ПД-0.7 и плуг-рыхлитель лесной ПРЛ-70.

Трактор в лесном хозяйстве является основным энергетическим средством при выполнении лесохозяйственных, лесокультурных и противопожарных мероприятий. Используются практически все марки тракторов, выпускающиеся в России и странах ближнего зарубежья.

Но специальный трактор для лесного хозяйства так и не создан.

Пути решения задач модернизации и технического прогресса отрасли должны основываться на следующем:

- разработка программы развития механизации лесного хозяйства;
- совершенствование и внедрение новых технологий, машин и оборудования;
- разработка перспективных технологических комплексов машин для выполнения лесохозяйственных работ;
- разработка технического регламента на все лесные машины (совместно с Госстандартом);
- развитие технической сертификации.

В заключение необходимо отметить, что ФБУ ВНИИЛМ являлся разработчиком системы машин для лесного хозяйства в



1985-1995 гг. и участником создания опытных образцов лесных тракторов – совместно с липецким, владимирским и онежским тракторными заводами. Институт готов продолжить эту работу по развитию технической политики отрасли совместно с НИИ лесного хозяйства и машиностроительными заводами России.

УДК 630\*686

## DEVELOPING PLANNING AND CONSTRUCTION OF FOREST ROADS IN RUSSIA

*ILPPO GREIS*

Forestry Development Centre Tapio  
Soidinkuja 4, 00700 Helsinki, Finland  
+358 40 720 7139  
[ilppo.greis@tapio.fi](mailto:ilppo.greis@tapio.fi)

### SUMMARY

Finnish Forestry Development Centre Tapio has developed forest road planning, construction and its processes in many Russian companies for several years. Conditions are more difficult in Russia than in Finland. However it's a question of only some main principals that have to be in order, and can be rather easily achieved in forest road construction in Russia. These keys for proper forest road construction are: 1) the drainage of the road body and the road area, 2) the technique of making a proper road body, 3) how to find stony material for the pavement, 4) proper planning of each road also in terrain, 5) right timing of steps in planning and construction, 6) the responsible use of forest roads

*К е y w o r d s : forest road, road planning, construction, use of forest roads*

### РЕЗЮМЕ

#### **Развитие проектирования и строительства лесных дорог в России**

*Илппо Грейс* (Центр развития леса, Тапио)

Финский Центр развития леса в течение несколько лет занимается вопросами проектирования, строительства и содержания лесных дорог во многих российских компаниях. В России условия более трудные, чем в Финляндии. Однако нужно решить лишь несколько принципиальных вопросов, чтобы облегчить проблему строительства высококачественных лесных дорог в России, в частности: 1) дренирование «тела» дороги и прилегающей территории; 2) техника создания качественных дорог; 3) как найти гравийный материал для дорожного покрытия; 4) качественное проектирование дороги для каждой местности; 5) соблюдение сроков при проектировании и строительстве; 6) соблюдение правил эксплуатации лесных дорог

*К л ю ч е в ы е с л о в а : лесные дороги, проектирование, строительство, эксплуатация*

### **Finnish forest roads**

To a large extend the efficiency of Finnish forestry is based on effective chain in forest logistics and transportation. A proper and dense

network of forest roads has the main role in the beginning of this chain. The network is so dense and of such good quality that an average hauling distance in Southern Finland is only 200 meters. In most places you can get the timber from stump to factory in a day almost round the year, if necessary.

Most of the forest roads network has been planned and constructed by The Development Centre Tapio and regional Forestry Centres. So there is know how to build a road in different conditions and at low costs.

### **Tapio's forest road developing projects in Russia**

In recent years Tapio has had forest road developing projects with several Russian companies such as Cherepovetsles, Investlesprom, Mondi Syktyvkar, Metsäliitto Podporozhye and Stora Enso Ruskij Les, Olonets Les. There have been consulting projects in developing forest logistics and permanent forest road network. The most of co-operation consisted of training projects in single road planning, techniques in constructing new roads and renovation of old roads. The maintenance of old roads an responsible use of forest roads has interested our clients as well.

Tapio has also developed customers' forest road building processes by offering them ready calculation programmes for field planning, technical planning, estimate of quantities and costs for making offer propositions to contractors and contracts with them. The process includes juridical and technical documents of the contract as well. For some companies Tapio has delivered also training and developed documents for inspecting and acceptance of the accomplished work.

As well Tapio has had co-operation with governmental organisations as clients in Russia. Tapio arranged a forest road seminar with the forest officials of Nizhniy Novgorod in 2008 and built there a model road. In constructing model roads Tapio used Finnish experts, contractors and excavator operators. Russian operators and supervisors were trained during the model road project.

### **Difficult conditions in Russia**

The conditions in constructing forest roads are difficult in Western Russia. It is difficult to find the place with bearable soil for a forest road and natural gravel or stony soils to crush for road pavement. After all it's a question of only a couple of basic and quite simple principles that must be in order to build a proper forest road. Tapio has observed that most of them can be easily achieved also in Russian conditions with the proper methods, techniques and processes of forest road planning and construction.

#### ***Drainage is most important***

The most important factor in bearing capacity of the forest road is a proper drainage. We have found severe problems in drainage of Russian forest roads. The drainage can be achieved by choosing the right place for the road, digging proper ditches, usually on both sides of the road, using the right size culverts on a right place, and after all by digging proper drain ditches to get the water off the road area. Usually such ditches aren't found in Russian forest roads. Right technique in placing ditches and culverts also prevents the road from erosion.

#### ***Proper technique to build the road body***

The right techniques in building, isolating and reinforcing the road body help to keep the road dry and bearable. Local soil dug from the side ditches is always used to build the road body. All mineral soils are suitable in road body if it's dry. Local natural materials such as cutting debris are used to isolate the road body from the freezing ground soil. The heavy-duty wooden structures used in reinforcing the road are very expensive and do not last long. Properly applied geotextiles and geo-nets of right size and density are a good solution of that problem.



Picture 1. Proper drainage of forest road body on a difficult soil.  
Tikhvin region, Russia

### ***Stony pavement material***

The knowledge how to find good materials for pavement in different sites is very important. This needs much more recourses in Russian forest roads building. Sometimes stony materials can be found under a thick layer of clay

### ***Proper planning and timing of works, responsible use of roads***

As important as using the right methods, techniques and materials in forest road construction is the road network and each single road planned well in field and in office. A good process begins with the choice of the best road location to get maximum bearing capacity, operational durability and at low costs. The right timing season and scheduling of each step in the road planning and construction is also very important.



Picture 2. Well drained and bearing road body built of fine soil dug from the ditches and a proper pavement. Tikhvin region, Russia



Picture 3. Good stony material for road pavement under a two-meter layer of clay. Tikhvin region, Russia

The process takes from one to two years: to get the road well planned, to get the road body dry in summer and frozen in winter, before the pavement can be laid. Road under construction must not be used by any vehicles. This two-year process must be taken in consideration when planning the forest operations as logging and wood procurement. Nowadays there is much to develop in proper planning, right timing and responsible use of forest roads.

УДК 630\*3(075.8)

**ЛЕСОЗАГОТОВКИ И ЛЕСНАЯ ЛОГИСТИКА –  
В ФОКУСЕ НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И БИЗНЕС-  
ВОЗМОЖНОСТИ НА СЕВЕРО-ЗАПАДЕ РОССИИ**

*Ю.Ю. ГЕРАСИМОВ*

НИИ леса Финляндии

Yliopistokatu 6, Box 68, METLA, FI-80101 Joensuu, Finland, +358 10 211 5162

E-mail: *yuri.gerasimov@metla.fi*

**РЕЗЮМЕ**

Приводятся результаты осуществления международного проекта «Лесозаготовки и логистика в России» по развитию и поддержанию бизнес-возможностей и конкурентоспособности лесозаготовительных компаний на развивающемся рынке России. Отдельной целью проекта были разработка и применение новых исследовательских методов и подходов для улучшения лесозаготовительных технологий, биоэнергетики и логистики на Северо-Западе России. Демонстрируются результаты проекта на примере ряда предприятий этого региона.

*К л ю ч е в ы е с л о в а : л о г и с т и к а , п о с т а в к и д р е в е с и н ы , с о р т и м е н т н а я т е х н о л о г и я , б и о э н е р г е т и к а , Г И С - т е х н о л о г и и*

**SUMMARY**

**Wood harvesting and logistics – focus on research and business opportunities in Northwestern Russia**

*Yu. Yu. Gerasimov* (Finnish Forest Research Institute, Metla)

The work was carried out for the project “Wood Harvesting and Logistics”, financed by the European Union through the Finnish Funding Agency for Technology and Innovation. General aim of the project is to improve and secure business opportunities and competitiveness of forestry related companies and research in emerging Russian market through an international research. Specific goal is to build and apply new research methods and approaches for improving know how on wood harvesting technology, wood energy and logistics in Northwest Russia. The secondary objective of the project is to intensify existing network between Russian and Nordic organizations in wood harvesting and transport operations research.

*K e y w o r d s : l o g i s t i c s , w o o d s u p p l y , c u t - t o - l e n g t h m e t h o d , b i o e n e r g y , G I S*

Принято считать, что эффективность лесозаготовок в первую очередь зависит от таких факторов, как устойчивость спроса, цен на лесоматериалы, от лесосырьевой базы, технологии, цен на ГСМ и др. Вместе с тем, в большинстве случаев лесозаготовитель



никак не может повлиять на них. А если и может, то такое влияние оказывается весьма ограниченным. Однако имеется ряд возможностей, на которые большинство российских лесозаготовителей обращает недостаточное, на наш взгляд, внимание. Речь идет об оптимизации бизнес-процессов внутри компании. На сегодняшний день грамотная организация этих процессов в соответствии с современными подходами может существенно сократить издержки и повысить эффективность производства.

В этой связи одно из перспективных направлений видится во внедрении современных логистических методов в лесозаготовке. Это может привести к хорошим результатам при решении таких задач, как, например, обеспечение эффективной транспортировки [9], развитие лесной дорожной инфраструктуры [2], оптимизация лесозаготовительных планов [1]. Актуальность проблемы поиска эффективных методов решения логистических задач значительно выросла за последние несколько лет. В первую очередь это связано с ростом интереса к сортиментной технологии (СТ). Лесозаготовительные системы, разработанные в странах Скандинавии для СТ, включая технологию заготовки топливной древесины (ТД), становятся более распространенными в России благодаря трансферу технологий. Существует много причин, объясняющих растущую популярность СТ. Также есть несколько барьеров, таких как логистика, проходимость машин, экологические аспекты и отсутствие сервиса для машин. Если бы все обнаруженные проблемы, типичные для лесозаготовок в России, были решены, это позволило бы значительно снизить затраты на заготовку и вывозку древесины и сократить потери стоимости деловой древесины (ДД).

Логистический подход к вывозке древесины, заготавливаемой по СТ, еще не проработан в России достаточно хорошо. Системы поддержки принятия решений (СППР), существующие в странах с длительным опытом использования СТ, не всегда применимы в российских условиях. Причиной этого является специфическая организационная структура лесозаготовительных компаний, плохое состояние и содержание дорог и т. д. Разработанная в проекте с использованием ГИС-технологий СППР [1, 2, 9]

является инструментом, помогающим лесозаготовителю принимать наиболее выгодные решения по организации заготовки и вывозки древесины по СТ. Применение системы позволяет повысить эффективность внедрения СТ и заготовки ТД, снизить затраты на заготовку и транспортировку и улучшить использование парка машин. Лесозаготовитель получает достаточно информации для принятия надежных операционных, тактических и стратегических решений. Так как СППР учитывает экономические аспекты и при необходимости предупреждает о нехватке машин и даёт рекомендации для организации процесса (например, планирование лесозаготовок и вывозки древесины, обоснование необходимости во временных складах и т. п.), в компаниях повышается производительность и улучшается экономика всей цепочки поставки сортиментов. СППР подходит для различных уровней планирования производства, в т. ч. для стратегических инфраструктурных задач.

Актуальность проблемы модернизации сетей лесных дорог в России на сегодняшний день очень велика. Низкая обеспеченность инфраструктурой сдерживает развитие лесопромышленного комплекса, т. к. существенно ограничиваются возможности более полного освоения лесов, и снижается экономическая доступность лесных ресурсов. В этой связи особое значение получают методики, позволяющие повысить эффективность строительства и эксплуатации лесных дорог, а также лесотранспортных планов. Разработанные в проекте методики, основанные на применении современных логистических технологий и методов поддержки принятия решений, отличаются от традиционно применяемых тем, что они позволяют учитывать гораздо большее число различных факторов и делать это точнее. Кроме того, благодаря применению современных средств, они способствуют сокращению расходов на проектирование, строительство и эксплуатацию лесных дорог. Известно, что строительство дорог – это очень затратный процесс. Поэтому грамотное планирование развития сетей лесных дорог позволяет сэкономить значительные средства. Именно применение логистики позволяет решать эту задачу таким образом, чтобы максимально освоить наиболее

перспективные лесные массивы в пределах лесосырьевых баз при условии необходимости строительства минимальной протяжённости новых лесных дорог. Этого удалось добиться путем учёта пространственного расположения наиболее перспективных лесных массивов, природно-производственных факторов, таких, как тип грунтов на территории лесосырьевой базы, расположение русел рек, наличие озёр, болот, других непреодолимых препятствий или особо охраняемых зон, где по каким-либо причинам запрещено дорожное строительство. Кроме того, учтены возможные источники материалов для дорожного строительства (песчано-гравийные карьеры), а также существующая сеть дорог. Дополнительного эффекта удалось добиться, оптимизируя лесозаготовительные планы, т. е. порядок освоения лесосырьевой базы, который бы соответствовал выходу более ценной продукции при минимальном уровне затрат.

Тестирование СППР в трёх компаниях показало положительные результаты применения этой системы на всех уровнях планирования лесозаготовительных операций:

- Операционное планирование – до одной недели. Общие затраты на поставку древесины могут быть снижены на 0,5-1,6 €/м<sup>3</sup>;

- Тактическое планирование – до трех месяцев. Транспортные затраты могут быть уменьшены на 1,0 €/м<sup>3</sup> или 250 тыс. €/год.

- Стратегическое планирование – до одного года. Транспортные затраты могут быть уменьшены на 1,5 €/м<sup>3</sup> или около 0,4 млн €/год. Это потребует значительных инвестиций в инфраструктуру, однако положительный эффект от оптимизации уменьшит срок их окупаемости.

Рост механизации лесозаготовок привёл к увеличению вероятности повреждения сортиментов. Это происходит при валке, обрезке сучьев, раскряжёвке, трелёвке, складировании, погрузке и перевалочных операциях. Для лесозаготовителей, использующих СТ, величина потерь составляет 4-5% от стоимости заготавливаемой древесины. Однако, лесозаготовительные операции во многих странах, таких как Россия, часто проводятся с использованием методов заготовки

хлыстами и целыми деревьями, в которых потери достигают 11-18%. Очевидно, что при сравнении разных заготовительных систем влияние брака на стоимость ДД не должно игнорироваться, а потери древесины должны быть минимизированы. В проекте были выявлены основные причины повреждений ДД, вызываемых применяемыми в России системами машин [6]. Объёмные потери ДД, выраженные как доля брака в общем объеме ДД, составили в зависимости от технологии заготовки: 1,8-2,3% – сортиментами, 5,0% – хлыстами и 3,3-4,2% – деревьями. Средние потери объёмов ДД в изученных компаниях составили 3,6% или 67 тыс. м<sup>3</sup>/год. В зависимости от технологии потери стоимости достигали: 0,51-0,65 €/м<sup>3</sup> – сортиментами; 1,38 €/м<sup>3</sup> – хлыстами; 0,86-1,04 €/м<sup>3</sup> – деревьями. Общая средняя потеря стоимости составила 0,98 €/м<sup>3</sup> или € 1,8 млн €/год. Анализ полученных результатов показывает, что СТ обеспечивает самое высокое качество заготавливаемой древесины во всех рассмотренных компаниях и для разных породных составов. Для снижения потерь ДД необходимо улучшить лесозаготовительные операции даже в рамках тех же лесозаготовительных систем – введением соответствующих систем оплаты труда и инструкций, стимулирующих заготовку древесины без повреждений. Влияние сезонности работ тоже необходимо принимать во внимание, т. к. доля брака выше зимой для СТ и летом – для традиционной.

Нами показано, что при одном и том же объёме хлыста производительность харвестеров на рубках главного пользования в Финляндии значительно выше, чем на Северо-Западе России [7]. Существует несколько возможных причин, объясняющих такое различие. Коэффициент использования изученных харвестеров колебался от 0,40 до 0,84 со средним значением 0,60. Доля времени обработки ствола в эффективном машино-чате ( $S_{proc}R$ ) харвестеров была очень низкой и изменялась в широких пределах от 0,17 до 0,45 со средним значением 0,34. Для сравнения, в странах Финляндии  $S_{proc}R$  составляет около 0,55 для сплошных рубок. Таким образом, российские лесозаготовительные компании всё ещё располагают значительным потенциалом более эффективного использования

машин и возможностями повышения  $S_{proc}R$  для снижения затрат. Производительность машин может быть увеличена путем повышения  $S_{proc}R$  за счет улучшенных методов работы. Результаты исследования показали, что в некоторых компаниях производительность харвестеров может быть удвоена. При увеличении  $S_{proc}R$  до 0,55 производительность может быть увеличена до 16,7 м<sup>3</sup>/ч в Карелии, 17,0 м<sup>3</sup>/ч – в Вологодской области, 19,6 – в Коми и 18,5 м<sup>3</sup>/ч – в среднем для рассмотренных регионов, т. е. сможет достичь уровня Финляндии, с экономическим эффектом порядка 2,5 €/м<sup>3</sup>.

С недавних пор особое внимание уделяется повышению безопасности и улучшению эргономики на лесозаготовках. Комфортные условия труда могут сделать работу в лесозаготовительной отрасли более привлекательной и популярной для молодёжи. На основе полученных значений показателя интегральной тяжести труда для отдельных лесозаготовительных машин [8] с использованием критерия Ходжа-Лемана были сравнены 14 лесозаготовительных систем, применяемых в настоящее время. В соответствии с результатами, лучшие условия труда обеспечивает применение систем «харвестер + форвардер» и «ВПМ + колесный трелёвочный трактор с захватом». Система «мотопила + форвардер» и комбинация импортной ВПМ с российским чокерным трелевочным трактором были на втором месте. Традиционный российский метод хлыстовой заготовки с применением мотопил и чокерных трелевочных тракторов различных модификаций продемонстрировал наихудшие результаты по эргономике, сложности и безопасности труда. При использовании механизированных систем заготовки древесины использование чокерных трелевочных тракторов должно быть ограничено, насколько это возможно, так как эти машины в целом не отвечают современным требованиям к эргономике. Результаты измерений, полученных в ходе полевых исследований, могут быть полезными для оценки соответствующих характеристик отдельных машин.

Все системы лесосечных машин оказывают различные негативные влияния на лесную экосреду. При работе на песчаных и супесчаных суглинках воздействие на почву незначительное,

однако доля песчаных почв в российских лесах мала. Преобладают суглинки и глины, на которых системы для заготовки хлыстами и деревьями, в отличие от СТ, вызывают значительное уплотнение почвы, но почти не формируют колеи. Более 50% лесосек в России располагаются на переувлажнённых и слабых почвогрунтах. Поэтому практика применения систем СТ на таких почвах должна быть усовершенствована, т.к. колееобразование оказывает негативное влияние на производительность, расход топлива и затраты, а также ведёт к нарушению почвенного покрова. Для снижения причиняемого вреда и повышения проходимости машин могут применяться колёсные гусеницы и хворостяные подушки из лесосечных отходов, уложенных на волокнистые материалы. По результатам экспериментов [5] установлено, что СТ отвечает экологическим требованиям, предъявляемым к уплотнению почвы. Величина уплотнения зависела от числа проходов, наличия хворостяной подушки, использования гусениц и влажности почвогрунта. В сравнении с вариантами, где использовался форвардер, не оборудованный гусеницами и не было хворостяной подушки, применение гусениц показало, что уплотнение почв происходило неравномерно. Корни, присутствующие в лесной почве, помогали формированию зоны уплотнения под звеном гусеницы, которое происходило в ходе первых проходов. С увеличением числа проходов эта зона углублялась и частично обрушивалась с боковым выпячиванием почвы. Затем происходило небольшое увеличение плотности, что было связано с формированием вторичных зон уплотнения. Увеличение плотности почвы составило около 10% по сравнению с почвой, накрытой слоем лесосечных отходов. Также в рамках проведённого исследования комбинация «хворостяная подушка + гусеницы» не показала значительной разницы. В отношении колееобразования СТ без хворостяной подушки не отвечала экологическим рекомендациям для рубок прореживания по глубине колеи. Кроме того, на переувлажнённых почвах глубина колеи достигла величины дорожного просвета форвардера не оборудованного гусеницами. При использовании хворостяной подушки глубина колеи изменялась незначительно.

Северо-Запад России располагает значительными объёмами ТД различного происхождения, доступными для использования в биоэнергетике [3]. Около 30,5 млн м<sup>3</sup> ТД технически доступны, включая дровяную древесину, лесосечные отходы, пни и отходы деревообработки. Только 0,2 млн м<sup>3</sup> находятся вне доступа, в основном, из-за отсутствия дорог в Республике Коми и Архангельской области. Несмотря на большие ресурсы ТД, она далеко не полностью используется в качестве топлива. Древесина, вместе с другими возобновляемыми источниками энергии, обеспечивает только 2% от общего потребления энергии на Северо-Западе России. Несколько факторов ограничивают местное использование ТД. В первую очередь, это быстрое расширение национальной газотранспортной сети. Также наблюдается нехватка инвестиций для производства и использования древесного топлива. Более того, на развитие биоэнергетики оказывает влияние отсутствие внятной государственной политики в этой области. Поставки ТД, однако, имеют коммерческий потенциал во многих регионах, что объясняется растущим глобальным спросом на ТД. Значительные ресурсы ТД, слабый внутренний спрос, а также близость Финляндии создают возможности для экспорта ТД. Однако высокая стоимость транспортировки ТД ограничивает возможности. Экономически эффективной при экспорте ТД из Республики Карелия в Финляндию была цепочка поставки, основанная на производстве топливной щепы из дровяной и балансовой древесины на терминале с помощью рубительной машины. Эффективность этой цепочки зависит от многих факторов, включая затраты на транспортировку ТД от лесосек к терминалу, расстояние транспортировки топливной щепы и время, необходимое на пересечение госграницы.

Быстрое внедрение СТ, трансфер технологий, проведение рубок ухода и заготовка ТД повлияли на ёмкость рынка машин для заготовки ДД и ТД, который был оценён в Ленинградской области [4]. Парк отечественных машин устарел, кроме того, снизились как объёмы, так и качество отечественного производства, поэтому импортные машины для СТ замещают отечественную технику для хлыстовой заготовки. Результаты

исследования показывают, что на рынке машин могут продаваться ежегодно 21 харвестер, 32 форвардера и 26 сортиментовозов, а в будущем число продаваемых машин каждого вида может увеличиться на 30-40 штук при условии освоения в полном объёме расчётной лесосеки и рубок ухода. На рынке машин для заготовки ТД могли бы продаваться 4 форвардера для биомассы, 11 мобильных рубительных машин и 13 щеповозов; в будущем их ежегодные продажи могут увеличиться до 6 и 15-20 машин соответственно. В регионе только треть от всех лесозаготовительных компаний располагает площадями арендованных лесов, достаточными для применения высокопроизводительной СТ. Этим 41 компаниям потребуется 270 машин, из них 90 харвестеров, 100 форвардеров и 80 сортиментовозов. Для заготовки ТД 37 потребуется около 50 форвардеров для биомассы и рубительных машин, а также 60 щеповозов. Из общего числа арендаторов 60% имеют достаточно лесов и в состоянии использовать СТ, при условии полного освоения расчётной лесосеки и проведения рубок ухода. Десять крупнейших компаний будут располагать половиной парка.

Эффективное решение рассмотренных и других подобных задач, решённых в проекте, должно стать реальным инструментом в руках лесозаготовителей России в обеспечении рентабельности и устойчивого роста лесозаготовок.

Публикация подготовлена в рамках международного научного проекта «Лесозаготовки и логистика в России» (TEKES) и проекта ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России 2009-2013» «Система поддержки принятия решений по стимулированию рационального использования древесной биомассы и отходов лесозаготовок в биоэнергетике».

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Герасимов Ю.Ю., Соколов А.П. Методика принятия решений по оптимизации лесозаготовительных планов // Научный журнал КубГАУ. 2011. № 5(69). С. 320-334.



2. Герасимов Ю.Ю., Соколов А.П., Катаров В.К. Разработка системы оптимального проектирования сети лесовозных дорог // Информационные технологии. 2011. № 1. С. 39-44.
3. Gerasimov Y., Karjalainen T. Energy wood resources in Northwest Russia // Biomass and Bioenergy. 2011. № 35. С. 1655-1662.
4. Gerasimov Y., Karjalainen T. Estimation of machinery market size for industrial and energy wood harvesting in the Leningrad region // Croatian Journal of Forest Engineering. 2011. № 33(1). 12 с.
5. Gerasimov Y., Katarov V. Effect of bogie track and slash reinforcement on sinkage and soil compaction in soft terrains // Croatian Journal of Forest Engineering. 2010. № 31(1). С. 35-45.
6. Gerasimov Y., Seliverstov A. Industrial round-wood losses associated with the harvesting systems in Russia // Croatian Journal of Forest Engineering. 2010. № 2(31). С. 111-126.
7. Gerasimov Y., Senkin V., Väätäinen K. Productivity of single-grip harvesters in clear-cutting operations in the northern European part of Russia // European Journal of Forest Research. 2012. № 131 (3). С. 647-654.
8. Gerasimov Y., Sokolov A. Ergonomic characterization of harvesting work in Karelia // Croatian Journal of Forest Engineering. 2009. № 30(2). С. 159-170.
9. Gerasimov Y., Sokolov A., Karjalainen T. GIS-based decision-support program for planning and analyzing short-wood transport in Russia // Croatian Journal of Forest Engineering. 2008. № 29(2). С. 163-175.

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДИКИ ВЫЯВЛЕНИЯ  
БИОЛОГИЧЕСКИ ЦЕННЫХ ЛЕСОВ (БЦЛ)  
НА ТЕРРИТОРИИ ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ  
ПРИ ЛЕСНОЙ СЕРТИФИКАЦИИ  
ЛЕСОПРОМЫШЛЕННЫХ КОМПАНИЙ**

*И.А. СОРОКИНА*<sup>1)</sup>, *Д.Е. ГИМЕЛЬБРАНТ*<sup>1,2)</sup>, *В.А. СПИРИН*<sup>3)</sup>,  
*Е.В. КУШНЕВСКАЯ*<sup>1)</sup>, *И.С. СТЕПАНЧИКОВА*<sup>1,2)</sup>,  
*Е.С. КУЗНЕЦОВА*<sup>1,2)</sup>, *Г.А. ЧИРКОВА (ВИНОГРАДОВА)*<sup>1)</sup>

<sup>1</sup>Санкт-Петербургский государственный университет  
199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 7/9  
Телефон: (812) 328-14-72

E-mail: [sorokina-irina10@yandex.ru](mailto:sorokina-irina10@yandex.ru), [elly@hotmail.ru](mailto:elly@hotmail.ru), [kutora@mail.ru](mailto:kutora@mail.ru)

<sup>2</sup>Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН  
197376, Россия, город Санкт-Петербург, улица Профессора Попова, д. 2  
Тел.: (812) 234-12-37, Факс: (812) 234-45-12

E-mail: [d\\_brant@mail.ru](mailto:d_brant@mail.ru), [stepa\\_ir@mail.ru](mailto:stepa_ir@mail.ru), [igel\\_kuzn@mail.ru](mailto:igel_kuzn@mail.ru)

<sup>3</sup>Botanical Museum, Finnish Museum of Natural History, Helsinki University  
Phone: +358-9-1911 (Helsinki University switchboard)  
E-mail: [slava\\_spirin@mail.ru](mailto:slava_spirin@mail.ru)

**РЕЗЮМЕ**

Представлены результаты работ по выделению биологически ценных лесов (БЦЛ) на территории аренды нескольких лесопромышленных компаний в процессе добровольной лесной сертификации системы PEFC-FCR. Показано, что значительную природоохранную ценность на востоке Ленинградской области представляют старовозрастные еловые, сосновые и осиновые леса. Кроме того, значительная концентрация уязвимых элементов биоразнообразия связана с широколиственными лесами. Проведенные работы позволили выявить более 350 новых местонахождений для охраняемых видов сосудистых растений, мохообразных, лишайников и грибов.

**К л ю ч е в ы е с л о в а :** *лесная сертификация, биологически ценные леса (БЦЛ), старовозрастные леса, биоразнообразие, охраняемые виды*

**SUMMARY**

**Biologically valuable forests investigations within a certification of logging companies in Leningrad Region**

I.A. Sorokina <sup>1</sup>, D.E. Gimelbrant <sup>1,2</sup>, V.A. Spirin <sup>3</sup>, E.V. Kushnevskaia <sup>1</sup>, I.S. Stepanchikova <sup>1,2</sup>, E.S. Kuznetsova <sup>1,2</sup>, G.A. Chirkova (Vinogradova) <sup>1</sup>(<sup>1</sup>St. Petersburg State University, <sup>2</sup>Komarov Botanical Institute RAS, <sup>3</sup>Botanical Museum, Finnish Museum of Natural History, Helsinki University)

Here are presented some results of biologically valuable forests (BVF) investigations proceeded within a voluntary certification (PEFC-CFR) of 4 logging companies. The most valuable communities in the eastern part of Leningrad Region are represented by spruce-, pine- and aspen dominating forests. Moreover, many threatened species occur in the broad-leaved forests. Our investigations revealed more than 350 new localities of vascular plants, bryophytes, lichens and fungi protected in Leningrad Region or in Russian Federation.

**К е у w o r d s :** *logging company certification, biologically valuable forests (BVF), old-growth forests, biodiversity, protected species*

Опыт изучения биоразнообразия лесных экосистем, накопленный в России, европейских странах и Северной Америке, показывает, что многие типы старовозрастных ненарушенных и малонарушенных лесов с естественным типом динамики являются центрами сохранения остатков бывшего биоразнообразия обитающих в них групп организмов. Последние 300-500 лет активной хозяйственной деятельности в области сведения лесов и иных форм лесопользования, а также антропогенные катастрофы привели к сокращению до минимума, а во многих регионах Европейской России – к полному исчезновению не только первичных, но и просто старовозрастных лесов. Между тем, такие леса являются не только центрами высокого чисто количественного разнообразия мохообразных, лишайников, различных групп грибов, насекомых, некоторых моллюсков. Исключительно в таких лесах могут выжить до 10-15% видов перечисленных групп организмов. Эти виды, исторически оказавшиеся жёстко связанными со специфическими субстратами, особенностями микроклимата и освещения, другими обитателями, а также характерными динамическими процессами первичных и старовозрастных лесов, не способны выжить вне их пределов. В результате они уже сегодня составляют значительную часть списков нуждающихся в охране, исчезающих и уже исчезнувших видов Красных книг многих лесных регионов России и Красной книги Российской Федерации, а также большинства европейских стран. Пришло время принятия срочных мер для нахождения баланса интересов в области сохра-

нения лесного биоразнообразия и интересов лесопользования. И добровольная лесная сертификация лесопромышленных компаний – один из наиболее эффективных на настоящий момент способов его достижения. При этом успешность природоохранных работ, в значительной мере, основана на привлечении профессионалов, вооружённых работоспособной и эффективной методикой выявления биологически ценных лесов, имеющих опыт эколого-разведывательных работ, опыт подготовки соответствующих кадров.

С 2007 года и по настоящее время в рамках добровольной лесной сертификации системы PEFC-FCR осуществляются работы по выявлению биологически ценных лесов на территории аренды нескольких лесопромышленных компаний – ООО «Метсялиитто Подпорожье», ЗАО «Петровлес Подпорожье», ЗАО «Петровлес Паша» и ООО «ММ-Ефимовский» [2, 7]. Все лесные территории, арендованные компаниями, расположены в пределах восточных районов Ленинградской области – Подпорожского, Тихвинского, Бокситогорского, Волховского. Совокупная площадь аренды составляет около 650 тыс. га.

Проводимые нами работы по выявлению ценных лесных биотопов на уровне лесоустроительных выделов (площадью от 1 до 100 га) или кварталов (массивы площадью более 100 га) основаны на методике, представленной в рамках Российско-Шведского проекта “Разработка методики выявления и обследования лесов с высокой биологической ценностью в южнотаежной подзоне” [1, 3].

В качестве биологически ценных лесов (БЦЛ) [1] рассматриваются леса со значительной концентрацией находящихся под угрозой элементов биоразнообразия: это леса, обладающие характеристиками, не воспроизводимыми в используемых для лесозаготовок лесах<sup>1</sup>, и леса, относящиеся к редким в регионе типам или включающие специфические редкие местообитания.

---

<sup>1</sup> а) леса, в которых обитают специализированные виды, не способные выжить в используемых для лесозаготовок лесах; б) леса, в которых присутствуют биологически старые живые деревья и крупномерная мёртвая древесина (“старовозрастные леса”), и леса, не подвергавшиеся заметному антропогенному воздействию (“девственные леса”); в) леса, находящиеся длительное время под воздействием естественных и близких к естественным разрушающих процессов и не использовавшиеся для коммерческих лесозаготовок в течение последних 100 лет;

Кроме того, в качестве ценных, требующих особых мер охраны, нами рассматриваются лесные территории, являющиеся местообитанием редких охраняемых видов, внесенных в Красную книгу природы Ленинградской области (растения и грибы) [4] и (или) Красную книгу Российской Федерации (растения и грибы) [5] – в том числе и видов, не являющихся специализированными<sup>2</sup> или индикаторными<sup>3</sup> видами БЦЛ.

В состав рабочей группы, осуществляющей мероприятия по выявлению БЦЛ и местообитаний охраняемых видов, вошли независимые специалисты-исследователи Санкт-Петербургского государственного университета (СПбГУ, кафедра геоботаники и экологии растений и кафедра ботаники), Ботанического института (БИН РАН), а также университета г. Хельсинки. В обследовании лесов на территориях аренды ООО «Метсэлиитто Подпорожье», ЗАО «Петровлес Подпорожье» и «Петровлес Паша» принимали участие и специалисты-экологи указанных лесопромышленных компаний.

На первом этапе работ, на основании анализа лесоустроительных данных и доступных аэрофотоснимков, предоставленных компаниями-арендаторами, были отобраны выделы, характеризующиеся старовозрастным древостоем (ель – более 140 лет, сосна – более 160 лет, осина, береза и чёрная ольха – более 100 лет) либо присутствием широколиственных пород (липы, клена, вяза, дуба, ясеня, лещины); на основании анализа физико-географических и почвенных карт намечены участки, потенциально отличающиеся высоким уровнем биоразнообразия. Кроме того, при планировании маршрутов мы использовали сведения о распространении на данных территориях редких охраняемых ви-

---

<sup>2</sup> специализированные виды – виды, зависящие от специфических характеристик леса и не способные выжить в долгосрочной перспективе в эксплуатируемых лесах: присутствие даже одного такого вида и наличие условий для его дальнейшего существования придают лесному сообществу статус биологически ценного – т. к. сами специализированные виды являются такой ценностью [3];

<sup>3</sup> индикаторные виды – имеют довольно высокие требования к условиям лесного местообитания, но не столь высокие, как у специализированных видов: сами по себе они не определяют биологической ценности леса, но обилие и одновременное присутствие нескольких индикаторных видов обычно свидетельствуют и о ценности лесного сообщества [3].

дов, полученные как из литературных источников, так и при консультациях с коллегами-специалистами.

Второй этап включал полевые обследования предварительно отобранных выделов. В отчётных документах для лесных участков, подтверждённых в ходе полевых работ в качестве БЦЛ, фиксировались характер сообщества, его возрастные характеристики (наличие биологически старых и очень старых деревьев), наличие крупномерного валежа на разных стадиях разложения, тип динамики сообщества, наличие ландшафтных ключевых элементов, сказывающихся на уровне биоразнообразия (выходы карбонатных пород, скальные обнажения, каньоны, глубоко врезуемые долины ручьев, дюны и пр.), следы антропогенного воздействия (при их наличии – степень интенсивности) и пожаров. Для древостоя, подлеска и травяно-кустарничкового яруса указывался видовой состав; приводились полные списки специализированных и индикаторных видов сосудистых растений, мохообразных, лишайников и грибов, а также видов, внесённых в Красные книги природы Ленинградской области и (или) Российской Федерации (в качестве дополнительных сведений использовалась информация из Красных книг Балтийского региона [9] и Восточной Феноскандии [8]).

Большая часть обследованной нами территории лежит в пределах подзоны южной тайги и анализ перечня всех лесных участков, выделенных в качестве БЦЛ на востоке Ленинградской области за пятилетний период исследований, показал, что наибольшее число таких ценных участков представлено старовозрастными еловыми лесами – в первую очередь зеленомошно-сфагновыми и сфагновыми. Преобладание среди биологически ценных еловых лесов заболоченных сообществ вполне объяснимо – из-за небольшой коммерческой привлекательности эти леса обычно не страдали от лесозаготовительных работ – и в настоящее время такие сообщества нередко характеризуются абсолютно разновозрастной структурой и наличием в древостое большого числа старых деревьев (возраст экземпляров ели в отдельных случаях может достигать 350-400 лет). В то же время на наиболее труднодоступных участках крайнего востока и северо-востока области ещё можно обнаружить не заболоченные старовозраст-

ные ельники чернично-зеленомошные, значительное участие в сложении древостоя которых принимают ели, достигшие возраста в 200-230 и более лет. Обычно эти сообщества характеризуются разновозрастной структурой, наличием хорошо выраженной оконной динамики и очень высокой представленностью специализированных и индикаторных видов лишайников, грибов и мохообразных – до 43 видов (из них – 20 специализированных!) на лесной участок в размере выдела. Следует отметить, что в отличие от грибов, лишайников и мохообразных, обилие видов сосудистых растений довольно слабо связано с возрастными характеристиками леса, и, более того, с увеличением возраста таёжных ельников (особенно в увлажненных местообитаниях), число видов сосудистых растений резко падает – вплоть до 8-10 видов для старовозрастных ельников сфагновых. И напротив, более половины всех найденных за весь период обследований редких, специализированных и индикаторных видов мохообразных встретились именно в различных типах ельников (21 вид) – они связаны с гниющей древесиной или напочвенным покровом (среди наиболее редких – *Anastrophyllum michauxii*, *Atrichum flavisetum*, *Bazzania trilobata*, *Calypogeia suecica*). Число специализированных, индикаторных и охраняемых видов лишайников достигает 20 (для ельников с участием старых осин): в таких лесах обнаружены лишайники Красной книги Российской Федерации – *Bryoria fremontii*, *Lobaria pulmonaria* и *Nephromopsis laureri*. Высоко также и разнообразие деревозразрушающих (особенно трутовых) грибов: в среднем на каждый обследованный участок приходится до 15-20 индикаторных и специализированных видов, в том числе отмечены такие редкие и реликтовые виды, как *Antrodia sitchensis*, *Diplomitoporus crustulinus*, *Hyphoderma orphanellum*, *Postia mappa*, *Skeletocutis stellae* и др.

Таким образом, повышенное видовое богатство, а, следовательно, и высокая биологическая ценность большинства старовозрастных еловых лесов достигаются за счёт участия большого числа редких представителей микобиоты и лишайнофлоры, а также мохообразных. И, тем не менее, именно в ельниках нами были встречены некоторые редкие (либо очень редкие) для области охраняемые виды сосудистых растений: *Petasites frigidus*,

*Ranunculus subborealis*, *Rubus humulifolius*, *Carex tenuiflora* (в ельниках зеленомошно-сфагновых и сфагновых), *Epipogium aphyllum*, *Neottia nidus-avis*, *Actaea erythrocarpa*, *Lonicera pallasii* (в ельниках с осиной чернично- или кислично-зеленомошных либо неморальнотравных).

Все полученные нами данные ещё раз подчеркивают природоохранную ценность таких типичных зональных сообществ, как таежные ельники.

Подобно ельникам, среди выявленных биологически ценных сосновых лесов, характеризующихся разновозрастной структурой и значительным возрастом старшего поколения сосен (до 300-400 лет), также преобладают малонарушенные заболоченные сообщества. Для них отмечено до 7 индикаторных, специализированных и охраняемых видов лишайников, практически отсутствующих в не заболоченных сосновых лесах. Для не заболоченных сосняков чернично-зеленомошных, обнаруженных преимущественно на удалённых участках крайнего востока области (на границе с Вологодской областью), возраст основного поколения древостоя достигает 240-280 лет, возраст отдельных экземпляров сосны может превышать 340 лет. Число редких мохообразных и грибов в таких сообществах невелико и в основном они встречается на гниющей древесине крупных древесных фрагментов. На юго-востоке области, в Бокситогорском районе, были выявлены ксерофитные сосняки с участием *Pulsatilla patens* и *Onobrychis arenaria* – специализированных видов сосудистых растений сухих разнотравных сосняков. Сухие дюнные сосняки побережья Ладожского озера (Загубский полуостров) отличает не только присутствие старых сосен (до 260 лет), но и целого ряда редких видов сосудистых растений [6].

Старовозрастные осиновые леса (особенно неморальнотравные и кисличные, распространённые на богатых почвах моренных холмов Вепсовской возвышенности) также нередко соответствуют основным характеристикам БЦЛ: обычно их характеризует высокая концентрация как индикаторных и специализированных, так и редких охраняемых видов не только лишайников, грибов и мохообразных, но и сосудистых растений (*Lathyrus laevigatus*, *Neottia nidus-avis*, *Viola selkirkii* и др.). Кора осины яв-



ляется привлекательным субстратом для множества эпифитных видов, среди которых немало специализированных и индикаторных видов. В работах скандинавских авторов старые осины часто указываются как центр биоразнообразия. Среди наших находок – 7 эпифитных видов мохообразных (в том числе *Platygyrium repens*, *Orthotrichum gymnostomium*). Всего 13 видов мохообразных тесно связаны с старовозрастными елово-осиновыми и осиновыми лесами (это эпифитные, эпиксильные и напочвенные виды), а также 14 видов лишайников (среди них немало видов, внесённых в Красные книги природы Ленинградской области и Российской Федерации). Разнообразие дереворазрушающих грибов выражается в наличии ряда специализированных видов, в своем распространении связанных исключительно со старовозрастными или валежными осинами (таких, как *Antrodia leucaena* – впервые отмечена на территории РФ, *Aporpium macroporum*, *Confericium ravidum*, *Junghuhnia pseudozilingiana*, *Lentaria epichnoa*, *Punctularia strigosozonata* и др.).

И, несомненно, очень высокой ценностью с природоохранной точки зрения обладают широколиственные леса (вязовники, липняки, кленовики) либо леса с участием широколиственных пород (липы, клёна, вяза, дуба, ясеня). На территории Ленинградской области такие леса достигают своего северного предела распространения и как любой тип сообществ, находящийся на границе ареала, они являются прибежищем для специфичных видов, многие из которых редки на нашей территории. Широколиственные леса нередко приурочены к выходам карбонатных пород – и в этом случае их состав обогащается не только неморальными, но также и кальцефильными видами. Число индикаторных и специализированных видов здесь может достигать очень высоких значений – до 48 видов (вязовые леса по карбонатным склонам долины р. Урья), при этом, в отличие от ельников, существенная их доля будет представлена сосудистыми растениями (14 видов). Из числа редких охраняемых видов под пологом широколиственных лесов на востоке Ленинградской области были обнаружены *Diplazium sibiricum*, *Rhizomatopteris sudetica*, *Cyripedium calceolus*, *Neottia nidus-avis*, *Viola selkirkii*. Среди редких мохооб-

разных – *Ulota crispa*, *Hylocomiastrum pyrenaicum*, среди грибов – *Dentipellis fragilis*, *Postia undosa*, *Rhodotus palmatus*.

За период с 2007 по 2011 год в ходе работ по выявлению на территории аренды лесопромышленных компаний лесных участков, ценных для сохранения регионального биоразнообразия, было обнаружено значительное число новых местонахождений для видов, охраняемых согласно Красной книге природы Ленинградской области и (или) Красной книге Российской Федерации: 112 местонахождений для 20 видов сосудистых растений (среди них такие редчайшие для Ленинградской области как *Epipogium aphyllum*, *Botrychium lanceolatum*, *Diplazium sibiricum*, *Rhizomatopteris sudetica*, *Carex tenuiflora*, *Actaea erythrocarpa*, *Lathyrus laevigatus* и др.); 11 местонахождений для 5 видов мохообразных; 163 местонахождения для 30 охраняемых видов лишайников, 77 местонахождений для 34 видов грибов [2, 6, 7]. Кроме того, было выявлено несколько видов, ранее никогда не указывавшихся для территории Ленинградской области.

На основании проведенных работ около 3 000 га лесных территорий были охарактеризованы как биологически ценные леса или леса, являющиеся местообитанием редких охраняемых видов. Для лесопромышленных компаний-арендаторов был рекомендован запрет на все виды лесохозяйственной деятельности (за исключением противопожарных мероприятий) в границах этих участков. Кроме того, полученные данные позволили инициировать работы по организации ООПТ регионального значения в устье реки Свирь (общая площадь 18,5 тыс. га) – сохранение ландшафтов Загубского полуострова позволит обеспечить сохранность не только ряда интересных растительных сообществ и отдельных редких элементов флоры, микобиоты и фауны, но и их полноценных взаимодействующих и взаимосвязанных комплексов, весьма значимых с точки зрения сохранения регионального биоразнообразия [6].

В заключение необходимо отметить, что честный и открытый вариант добровольной лесной сертификации часто пугает конфликтом интересов заготовки коммерческой древесины и охраны биологически ценных лесных сообществ. Однако для специалиста, хорошо представляющего, какие участки леса имеют высо-

кую природоохранную, и какие – коммерческую ценность, очевидна завышенность таких опасений. Так, в условиях Ленинградской области высокую потенциальную биологическую ценность имеют старовозрастные низкобонитетные, а часто еще и заболоченные сосновые, еловые и смешанные с осинкой леса с возрастом хвойных пород более 150 лет, старовозрастные осинники, старые черноольховые топи, леса с участием старых широколиственных деревьев, леса на скалах, верховые болота со старыми и сухостойными хвойными деревьями, приречные и приручьевые леса. Большинство таких сообществ характеризуется низким запасом и качеством древесины, требует более высоких затрат на рубку и вывоз стволов. Конфликт интересов возможен по поводу старовозрастных высокобонитетных еловых и сосновых лесов, однако площадь их в регионе крайне мала в результате длительной истории хозяйственного освоения лесных территорий Ленинградской области.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Andersson L., Алексеева Н.М., Кольцов Д.Б. и др. Выявление и обследование биологически ценных лесов на Северо-Западе Европейской части России. Т. 1. Методика выявления и картографирования / отв. ред. Л. Андерссон, Н.М. Алексеева, Е.С. Кузнецова. СПб: Победа, 238 с.
2. Виноградова Г.А., Гимельбрант Д.Е., Кузнецова Е.С. и др. Выявление биологически ценных лесов на территории аренды ЗАО «Петровлес-Подпорожье» и ЗАО «Петровлес-Паша» // Биоразнообразие и биоиндикация в естественных и трансформированных экосистемах Северо-Западного региона: Материалы IV Региональной молодежной экологической конференции «Экологическая школа в Петергофе – наукограде Российской Федерации». СПб: ВВМ, 2009. С. 31-34.
3. Конечная Г.Ю., Курбатова Л.Е., Потемкин А.Д. и др. Выявление и обследование биологически ценных лесов на Северо-Западе Европейской части России. Т. 2. Пособие по определению видов, используемых при обследовании на уровне выделов / отв. ред. Л. Андерссон, Н.М. Алексеева, Е.С. Кузнецова. СПб: Победа, 2009. 258 с.
4. Красная книга природы Ленинградской области. Т. 2. Растения и грибы / отв. ред. Н.Н. Цвелев. СПб: Мир и Семья, 2000. 672 с.
5. Красная книга Российской Федерации (растения и грибы) / отв. ред. Л.В. Бардунов, В.С. Новиков. М.: КМК, 2008. 854 с.
6. Степанчикова И.С., Чиркова (Виноградова) Г.А., Сорокина И.А. и др. Западное побережье Загубского полуострова (Ленинградская область, Волховский

район) – территория, заслуживающая статуса охраняемой // Материалы V Региональной молодежной экологической конференции “Экологическая школа в Петергофе – наукограде Российской Федерации”: 2010. “Биомониторинг и охрана живой природы в Северо-Западном регионе”. СПб: ВВМ, 2010. С. 156-164.

7. Чирков Г.В., Шорохов А.А., Виноградова Г.А. и др. Выявление биологически ценных лесов как часть процесса лесной сертификации PEFC ООО «Метсалиитто Подпорожье» // Биологическое разнообразие, озеленение, лесопользование. Сборник материалов Международной научно-практической конференции молодых ученых. СПб: ЛТА, 2009. С. 156-159.

8. Red Data Book of East Fennoscandia / eds. H. Kotiranta, P. Uotila, S. Sulkava, S.-L. Peltonen. Helsinki, 1998. 351 p.

9. Red Data Book of the Baltic Region / eds. T. Ingelög, R. Andersson, M. Tjernberg. Pt. 1. List of threatened vascular plants and vertebrates. Riga-Uppsala, 1993. 195 p.

УДК 577.4+630

## БАЛАНС ПРОДУКЦИИ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА В ЛЕСНОЙ ЭКОСИСТЕМЕ И УЧЕТ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ В СООТВЕТСТВИИ С КИОТСКИМ ПРОТОКОЛОМ

*А.С. АЛЕКСЕЕВ*

Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет  
имени С.М. Кирова, 194021 Санкт-Петербург, Институтский пер., 5  
E-mail: a\_s\_alekseev@mail.ru

### РЕЗЮМЕ

Рассматриваются потоки углерода в техноэкосистемах, состоящих из технических систем и природных (лесных) экосистем, связанных между собой. Введен показатель сбалансированности антропогенных и природных потоков углерода в техноэкосистеме, который определяет их экологическую устойчивость. Предлагается рассчитывать поглощение углерода лесными экосистемами на основе их валовой продукции с учетом автотрофного дыхания, что особенно важно для климатических экосистем. Приведена модель для определения величин валовой продукции и автотрофного дыхания, эти величины определены для ряда пород Ленинградской области. Оценена региональная экологическая устойчивость Ленинградской области.

*К л ю ч е в ы е с л о в а : поглощение углерода, валовая первичная продукция, автотрофное дыхание, чистая первичная продукция*

### SUMMARY

#### **Balance of organic matter production in forest ecosystem and accounting for greenhouse gas according Kyoto protocol.**

*A.S. Alekseev* (Saint-Petersburg State Forest Technical University).

Techno systems release CO<sub>2</sub> meanwhile natural ecosystems accumulate it in biomass and these flows for total techno-ecosystem stability should be in quantitative balance. General environmental stability (GES) may be described as ratio of total amount of carbon sequestered (TACS) annually by forested area of region to total amount of carbon (TACR) released on the same area from industrial sources. For Leningrad region this ratio is estimated as much as 1.15 and we may generally conclude about enough productivity of local forest ecosystems to accumulate locally released anthropogenic carbon and therefore about positive input of Leningrad region into global carbon cycle. All results are valid only if respiration rate is accounted for carbon sequestration and last estimated on the base gross primary production.

*K e y w o r d s : forested area, carbon sequestration, gross primary production, net primary production, respiration*

Синтез и депонирование органического вещества в лесной экосистеме представляет собой важнейший материально-энергетический процесс. Органическое вещество создается в виде различных фракций биомассы всех видов растений, таких как стволовая древесина, корни, ветви, хвоя, листва, кора, шишки, цветки, плоды и другие, а так же в форме опада и отпада. Полная оценка всех форм органики в лесной экосистеме представляет собой не до конца решенную задачу.

Учет выбросов и поглощения парниковых газов, среди которых одним из важнейших является  $\text{CO}_2$ , представляет собой важную экологическую задачу, связанную с возможными изменениями климата. С более общей точки зрения можно рассматривать поглощение и выделение  $\text{CO}_2$  в качестве одного из важнейших материальных потоков в техноэкосистемах, представляющих собой связанные два компонента: технические системы и природные, в первую очередь лесные экосистемы. Технические системы являются источниками выбросов углерода в атмосферу, в то время как лесные экосистемы – чистыми поглотителями (рис.) [2, 3].

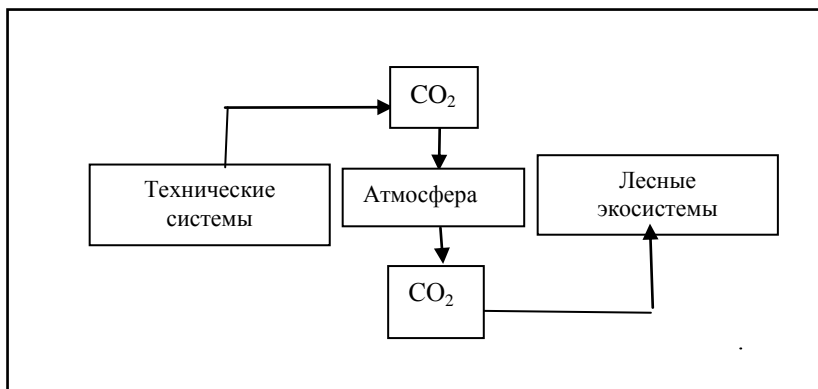


Рис. Потоки  $\text{CO}_2$  в техноэкосистеме

С точки зрения устойчивости техноэкосистем и их вклада в глобальный круговорот углерода указанные на рисунке потоки углерода должны быть сбалансированы. Если, например, на известной территории все антропогенные выбросы  $\text{CO}_2$  за извест-

ный период времени (год) поглощены расположенными на этой территории лесами, такая территория может рассматриваться как экологически сбалансированная. Поглощение углерода лесами прямо зависит от их площади и продуктивности.

Основной целью данной работы является анализ потоков углерода в техноэкосистемах и предложение учитывать полный баланс органического вещества лесных экосистем, включая его использование на нужды автотрофного дыхания и характеризуемый валовой первичной продукцией при учете поглощения парниковых газов лесами.

Баланс продукции органического вещества в лесной экосистеме может быть представлен в следующем виде [4, 6-8]:

$$GPP = NPP + R,$$

где  $GPP$  – валовая первичная продукция,  $NPP$  – чистая первичная продукция,  $R$  – автотрофное дыхание.

Вторичная продукция гетеротрофов в экосистемах создается за счет первичной и учтена в балансовом соотношении.

Определение величины автотрофного дыхания ( $R$ ) представляет собой отдельную задачу, которая решается на основе указанного выше балансового соотношения. Величина автотрофного дыхания может быть рассчитана на основе балансового уравнения, рассмотренного во времени:

$$GPP_t = NPP_t + R_t; \quad (1)$$

Введем параметры  $a$  и  $k$ , тогда:

$$R_t = a \cdot GPP_{t-1}, \quad GPP_t = k \cdot NPP_{t-1}$$

и балансовое уравнение (1) может быть представлено в следующем виде:

$$NPP_t - k \cdot NPP_{t-1} + a \cdot k \cdot NPP_{t-2} = 0$$

Последнее уравнение дает возможность определить  $a$  и  $k$ , и, следовательно,  $GPP_t$  и  $R_t$  на основе данных только об  $NPP_t$ , как более доступных для прямых измерений. Результаты расчетов валовой, чистой первичной продукции и автотрофного дыхания для ряда пород Ленинградской области приведены в табл. 1 [1].

Таблица 1

**Валовая первичная продукция ( $GPP$ ), чистая первичная продукция ( $NPP$ ) и автотрофное дыхание ( $R$ ) древостоев некоторых пород в возрасте 60 лет в пересчёте на абсолютно сухой вес**

Класс бонитета	$GPP$ , т/га*год*	$NPP$		$R$	
		т/га*год	%	т/га*год	%
<i>Ель</i>					
I	10,0	6,1	61	3,9	39
II	9,6	4,9	51	4,7	49
III	7,9	4,6	58	33,0	42
IV	6,3	4,5	71	1,8	29
V	5,6	3,7	66	1,9	34
<i>Сосна</i>					
I	9,5	5,8	61	3,7	39
II	9,2	5,1	55	4,1	45
III	8,6	5,0	58	3,6	42
IV	7,1	4,6	65	2,5	35
V	6,0	4,1	68	1,9	32
<i>Береза</i>					
I	11,6	6,7	58	4,9	42
II	10,6	6,0	56	4,7	44
III	9,5	5,5	58	4,0	42
IV	9,8	4,9	50	4,9	50
V	5,6	3,7	66	1,9	34

Для оценки степени сбалансированности потоков углерода на территории региона предлагается рассчитывать индекс общей экологической стабильности ( $GES$ ) по формуле:

$$GES = TACS / TACR,$$

где  $TACS$  – общее количество углерода, поглощенного лесными экосистемами,  $TACR$  – выбросы углерода за тот же период времени на той же территории.



Критерии оценки общей экологической стабильности ( $GES$ ) могут быть следующие:

- если  $GES = 1$ , то регион может рассматриваться устойчивым с точки зрения круговорота углерода;
- если  $GES > 1$ , то регион вносит положительный вклад в глобальный круговорот углерода и глобальную устойчивость биосферы;
- если  $GES < 1$ , вклад региона в глобальную устойчивость негативный.

Отметим, что если  $GES < 1$ , то регион или страна должны быть готовы компенсировать материально использование экологических полезностей лесов других территорий где  $GES > 1$ .

В соответствии с Руководством Межгосударственной группы по изменениям климата (IPCC) для национальной инвентаризации поглощения парниковых газов (2006) применяются два метода расчета поглощения углерода лесными экосистемами [5]. Первый – метод изменения запасов – основан на расчете ежегодного изменения запасов углерода в биомассе лесных земель  $\Delta C$ :

$$\Delta C_{FFLB} = (C_{t2} - C_{t1}) / (t_2 - t_1),$$

где  $\Delta C_{FFLB}$  – изменение запаса углерода в биомассе лесных земель за период  $(t_2 - t_1)$ ,  $C_{t2}$ ,  $C_{t1}$  – запасы углерода в биомассе лесов в конце и начале рассматриваемого периода.

Второй рекомендуемый метод основан на расчете ежегодного среднего прироста углерода в биомассе лесных земель (метод определения прироста):

$$G_{total} = I_V \cdot D \cdot BEF1 (1 + R) \cdot CF,$$

здесь:

$I_V$  – чистый годовой прирост запаса –  $NAI$ , м<sup>3</sup>/год;

$D$  – базисная плотность, т/м<sup>3</sup> (абсолютно сухой вес);

$BEF1$  – конверсионный коэффициент годичного чистого прироста стволовой древесины (в коре) в прирост надземной биомассы, безразмерный;

$R$  – отношение приростов корней и надземной биомассы, безразмерный;

$CF$  – доля углерода в абсолютно сухой биомассе (по умолчанию = 0.5), тС/т абсолютно сухого веса.

Оба рекомендованных метода расчета поглощения углерода лесными экосистемами основаны на учете  $NPP$ , в то время как лесами поглощается значительно больше углерода –  $GPP$ .

По нашему мнению, игнорирование автотрофного дыхания при анализе углеродного цикла – крупная методологическая ошибка.

Общее количество поглощенного углерода ( $TACS$ ) следует определять на основе валовой первичной продукции:

$$TACS = GPP = NPP + R,$$

где  $GPP$  – валовая первичная продукция, т/га•год;  $NPP$  – чистая первичная продукция, т/га•год;  $R$  – автотрофное дыхание, т/га•год.

Почему необходимо включать автотрофное дыхание  $R$  в  $TACS$ ? По нашему мнению, необходимость включения величины автотрофного дыхания  $R$  в общее количество углерода, поглощенного лесами, имеет следующие причины:

- $R$  – перед тем как быть выделенным в атмосферу, этот углерод ассимилируется растениями;
- $R$  – автотрофное дыхание физиологически необходимо для жизнедеятельности и функционирования лесных экосистем;
- $R$  – после ассимиляции растениями и поступления в атмосферу этот углерод должен рассматриваться как естественный.

Такой подход полностью следует духу и букве Киотского протокола, в соответствии с которым выбросы углерода от, например, сжигания биомассы не засчитываются в антропогенные выбросы.

Неучёт автотрофного дыхания при расчёте поглощающей способности лесных земель занижает этот их потенциал, особенно для старовозрастных лесов, близких к состоянию климакса и представляющих наибольшую экологическую ценность. По нашему мнению, такие леса имеют и значительное положительное,

но недооценённое влияние на круговорот углерода, обладая большой валовой продуктивностью и, следовательно, поглощающей способностью.

Изложенная теория применена к региону Ленинградской области для анализа сбалансированности потоков углерода и ответа на вопрос – достаточна ли поглощающая способность лесов региона, для того чтобы утилизировать антропогенные выбросы углерода? В качестве первого приближения использованы опубликованные данные лесоустройства для характеристики поглощения углерода и отчётные экологические данные по выбросам углерода от всех источников Ленинградской области и г. Санкт-Петербурга, поэтому приводимые расчеты имеют приблизительный характер.

Оценка выбросов *TACR* даёт следующий результат. Для Ленинградской области, включая г. Санкт-Петербург, общие выбросы *TACR* оцениваются в 29 млн т  $\text{CO}_2$  в год, что соответствует 7,91 млн т С в год.

Оценка поглощения углерода лесами области *TACS* даёт следующие результаты. Общий средний прирост стволовой древесины всех основных лесобразующих пород оценивается в 13,64 млн  $\text{м}^3/\text{год}$  или приблизительно 2,73 млн т С/год. Пересчет на всю биомассу с помощью конверсионных коэффициентов и учет автотрофного дыхания дают величину *TACS* = 9,1 млн т С/год.

Оценка общей экологической стабильности *GES* для Ленинградской области:  $GES = 9,1/7,9 = 1,15$  или 115%. Таким образом, поглощающая способность лесов Ленинградской области достаточна для балансировки антропогенных выбросов углерода и положительного вклада в глобальную экологическую стабильность.

Включение автотрофного дыхания *R* при анализе потоков углерода имеет принципиально важное значение, так как может оказать влияние на общие выводы, например, для Ленинградской области *GES*, рассчитанный на основе *NPP*, как это рекомендовано руководством ICPP равен 0,69 или 69%, что свидетельствует о несбалансированности потоков углерода, в то время как учет *R* даёт противоположный результат.

Мы считаем, несмотря на то, что в результате автотрофного дыхания углерод возвращается в атмосферу, его статус после ассимиляции растениями должен рассматриваться как естественный.

Этот углерод должен учитываться как часть общего количества углерода, поглощенного ежегодно лесными экосистемами.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Алексеев А.С. Балансовая модель продукционного процесса в лесной экосистеме // Экология. № 2, 1992. С. 35-40.
2. Alekseev A.S. Rural forested areas as an only background for regional carbon and environmental balance // Folia Forestalia Polonica. Series A - Forestry. V. 51, N 1, July 2009. P. 12-15.
3. Alekseev A, Selikhovkin A. 2006. Forest areas size and productivity as a fundamentals for regional integrated environmental assessments //www. efi.int / portal /news / events / efi\_2006\_ annual\_conference.
4. Бигон М., Харпер Дж., Таунсенд К. Экология. Особи, популяции и сообщества: в 2-х томах. М.: Мир, 1989. Т. 2. 477 с.
5. IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories (2006).
6. Маргалеф Р. Облик биосферы. М.: Наука, 1992. 214 с.
7. Одум Ю. Экология: в 2-х томах. М.: Мир, 1986. Т. 1. 328 с.
8. Уиттекер Р. Сообщества и экосистемы. М.: Прогресс, 1980. 328 с.

УДК 634.0.92 : 634.953

## ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ БИОСФЕРНОГО КЛИМАКСОВОГО СТЕПНОГО ЛЕСОВОДСТВА

*В.Д. ШУЛЬГА*

«Всероссийский НИИ агролесомелиорации»  
400062, г. Волгоград, пр. Университетский, д. 97, тел. 8 (8442) 46-25-67  
E-mail: [vnialmi@avtlg.ru](mailto:vnialmi@avtlg.ru)

### РЕЗЮМЕ

Предлагается альтернатива принятому короткооборотному лесопользованию на лучшей части лесного фонда. Описываются принципы и приёмы климаксового лесоводства, основанные на гидрофизических свойствах свежесрубленной (зеленой) древесины и интенсивных рубок ухода.

*К л ю ч е в ы е с л о в а* : рубки ухода, климаксовые леса, устойчивость, долговечность, изотерма капиллярного испарения, критическая высота, морфологический тип деревьев

### SUMMARY

#### **Basic principles of biospheric climax steppe forestry**

*V.D. Shoolga* (All-Russian scientific-research institute of agrosilviculture)

Alternative for the accepted short-rotative of forest-use on best part of forest fund is proposed. Principles and methods of climax forestry based on hydro-physical properties of fresh-felled (green) wood and on intensive management feelings are described.

*К e y w o r d s* : management feelings, climax forests, stability, longevity, capillary evaporation isotherm, critical height, morphological type of trees

**Состояние вопроса.** Обоснование видов, сроков, интенсивности ведения лесоводственных приемов, как правило, не связано с гидрофизическими особенностями древесины главных лесобразующих пород. Принцип непрерывного и неистощимого лесопользования, в традиционном понимании, предусматривает только простое [6], а не расширенное воспроизводство. Качество производных лесов, устойчивость и долговечность главных лесобразующих пород при этом остаётся в лучшем случае прежним, как и проблемы – массовое усыхание хвойных лесов – на многих сотнях тысяч гектаров [4], снижение продуктивности и устойчивости порослевых и семенных дубрав, дефицит крупномерной

древесины. Более того – в целях профилактики негативных процессов и интенсификации лесопользования иногда предлагается снижение и так небольшого возраста главного пользования (сосны до 60-80 лет; дуба – до 60-70.). В результате о заготовке крупномерной древесины придётся забыть. Основанием для вышесказанного служит пресловутое снижение среднего прироста по объёму по сравнению с текущим, что обычно связывается со старением главных лесобразующих пород, снижением их возобновительной способности. В то же время несовершенство принятых мер ведения лесного хозяйства, отсутствие мер содействия формированию мощного ассимиляционного аппарата (желанная нормальность древостоя) приводят к формированию этиолированных чрезмерно полнодревесных деревьев с постоянно угасающим объёмом небольших крон и крайне недостаточной площадью питания. Вольно или невольно недостатки в воспитании древостоев выдаются как генетическое и геронтологическое обоснование коротких оборотов рубки, что открывает широкую дорогу хищническому лесопользованию.

В то же время совершенно забытой остается работа А.В. Гурского [2] о существовании критической или предельной высоты древесных пород, по достижении которой прирост древостоя в высоту резко снижается. Забыта и теория О.В. Казаряна [3] о постоянстве корнелистового расстояния во взрослых древостоях. Названные авторы связывали конечную высоту древостоя не со старением, а только с наличием её критической величины. Быстрорастущие породы достигают критическую высоту раньше, медленнорастущие – позже. Отсюда и различия в продолжительности жизни полных древостоев с далеко идущими последствиями.

Всегда существует возможность постоянного наращивания площади питания, массы ассимиляционного аппарата и диаметра средних деревьев в насаждениях всех главных лесобразующих пород с помощью своевременных уходов требуемой интенсивности.

В принятом лесоводстве также совершенно не рассматриваются существующие возможности древостоев в использовании запасов каталитической влаги в засуху, а они напрямую зависят от ассимилирующей массы. Нельзя путать естественное и постоянное снижение массы ассимиляционного аппарата в нормальных и потому постоянно перегушен-

ных древостоях с биологическим старением главной породы. Своевременные рубки ухода – лучшее лекарство от такого «старения».

Таким образом, выявляется основное противоречие в лесоводстве и лесопользовании, решение которого позволит внести в них инновационную составляющую – предложить приёмы ведения климаксового биосферного лесоводства с отложенным на неопределенный срок главным использованием.

**Методика НИР.** В качестве доказательства конечности высоты подъёма капиллярной влаги в стволе мы использовали понятие о древесине как капиллярно-пористом коллоидном теле [9].

Расчёт изотермы капиллярного испарения, радиуса пор и капилляров, величин интегральной и дифференциальной пористости, удельной поверхности свежесрубленной древесины (заболонь и ядро) выполняли совместно с А.Г. Перехоженцевым [7].

Полевые исследования лесов проводили по общепринятым в лесном хозяйстве методикам. Расчёт комплексного оценочного показателя (КОП) – по В.В. Высоцкому [1], с трактовкой результатов расчетов по В.Д. Шульге [10, 11].

**Результаты НИР.** Общеизвестная прямая зависимость высоты взрослого древостоя от мощности почвы – объясняется различиями общей поверхности, как произведения их удельной поверхности на массу соответственно древесины и почвы. В борах III и I классов бонитета последние соотносятся как 1:1,6, что полностью соответствует пропорции высот, густот и КОП в нормальных и модальных древостоях данной продуктивности [11]. Предельность высоты главных лесобразующих пород может быть объяснена основной гидрофизической характеристикой древесины – изотермой капиллярного испарения (ИКИ) (табл. 1), по которой рассчитываются радиусы пор и капилляров, удельная поверхность, потенциал влагопереноса, диапазоны доступной влаги.

Расчеты средней высоты главных лесобразующих пород по средневзвешенному радиусу капилляров древесины подтвердили адекватность гидрофизического подхода. Замечу, что при уменьшении радиуса капилляра вдвое высота подъема воды увеличивается, а пропускная способность уменьшается на 4 порядка. Это объ-

ясняет наличие критической высоты подъема влаги древесиной ствола, как это впервые показал А.В. Гурский [2].

Таблица 1

**Основная гидрофизическая характеристика древесины сосны**

Заболонь сосны		$RO = 550,00 \text{ кг/м}^3$	$TK=293^\circ K$
удельная поверхность $181 \text{ м}^2/\text{г}$			
$PS = 1,0000$	$AS = 1,8460$		
$PS = 0,9800$	$AS = 1,4890$		
$PS = 0,9200$	$AS = 0,3160$		
$PS = 0,7700$	$AS = 0,1790$		
$PS = 0,3300$	$AS = 0,0660$		
$PS = 0,1400$	$AS = 0,0480$		
$PS = 0,0000$	$AS = 0,0000$		

П р и м е ч а н и е :  $PS$  – влажность воздуха в долях от 1;  $AS$  – равновесная влажность древесины;  $RO$  – плотность древесины,  $\text{кг/м}^3$ .

Из этого фундаментального положения вытекают важные для лесоводства следствия:

- наличие конечной (предельной) высоты дерева объясняется физикой влагопереноса, распределением пор и капилляров свежесрубленной древесины по радиусам и соотношением общей поверхности (удельная поверхность, умноженная на массу) почвы и древесины, а не мистическим старением;
- существует реальная возможность достижения неопределённо долгой продолжительности жизни древостоя за счёт постоянного приращения площади питания, ассимилирующей массы и стабильного прироста по диаметру деревьев будущего с помощью своевременных и интенсивных рубок ухода;
- размеры крон, мощность ассимиляционной массы определяют запасы метаболической влаги, оказывающей решающее влияние на устойчивость древостоев в почвенную и атмосферную засуху;
- улучшение режима влажности листвы и хвои, древесины после рубок ухода является обязательным условием высокопродуктивного фотосинтеза, как это математически доказали Фаркьюхар и Шаркей [8]. При дефиците влаги в почве и атмосфере главные породы климаксовых древостоев используют катаболическую влагу из продуктов текущего фотосинтеза и её прямых и косвенных запа-



сов в древесине. Эти положения совершенно не учитываются в практическом лесоводстве;

- возрасты технической и биологической спелости искусственно занижены из-за введения в расчёты приростов по объёму, учитывающему снижение прироста в высоту по мере естественного достижения ею физического лимита;

- как и у человека, достижение лесом критической (предельной) высоты является свидетельством не старения, а временем вступления во взрослую, не всегда обеспеченную ресурсами света, влаги и питательными элементами, жизнь. Помощь человека лесу незаменима – она позволяет создать климаксовые биосферные леса с отложенным на неопределённый срок главным пользованием. В них реализуются заложенные природой потенциальные физические и физиологические возможности главной породы и ценоза;

- низкий уровень ведения лесного хозяйства во многом объясняет предрасположенность ординарных древостоев к массовому усыханию, низкую продолжительность жизни, короткий оборот рубки, отсутствие высококачественной крупномерной древесины.

Качественное изменение древостоя по мере увеличения возраста древостоя можно проследить по ходу роста 200-250-летних Владимирских боров (Андреевский лесхоз Владимирской области). Отношение объёмов метровых отрезков ствола, взятых на таксационном диаметре в возрасте 80 лет, относятся к таковым в возрасте 100, 150, 200 и 230 лет как 1:1,3:2,4:3,4:4,4.

Несмотря на «старение», объём метрового отрезка, как и древостоя с возрастом прогрессивно увеличивается, требуя всё меньше внимания и затрат труда лесовода.

Возраст рубки главного пользования в борах центральной России сейчас установлен в 80-110 лет. Это возраст молодняков. В подтверждение – мы отметили ювенильные черты в 80-летних аллеиных насаждениях Шакинского лесничества Волгоградской области (заболонь составила 90% поперечного сечения ствола). Аналогичная ситуация сложилась с лесопользованием в Воронежских дубравах, обновляемых в 180 лет. И здесь объёмы метровых отрезков стволов соотносятся в возрасте 80, 100, 120, 150, и 200 лет как 1:1,4:1,6:4,0:7,6, а ювенильные черты отмечены в возрасте 60-70 лет [5].

Вырубая засеченные дубравы Шипова леса крупными (10 га) сплошными лесосеками лесоводы не задумываются о том, что часть 180-летнего древостоя (наиболее крупные сбежистые дубы с мощными кронами и очень приличным приростом в толщину) вполне могла быть сохранена, не теряя всех качеств ещё на неопределенно долгое время. Подтверждением этому служит и прекрасная древесина без признаков гнили, складированная в цехе глубокой переработки дуба.

Пора забыть о «хозяйстве на мертвеца» и «старении» лесов, которыми пугают неподготовленную публику – настоящего интенсивного хозяйства, как и хозяина, в наших даже лучших лесах всё еще нет. Без этого условия об инновационных процессах в лесоводстве можно только мечтать.

Принятая лесоустройством номинальная интенсивность рубок ухода не влияет на морфологический тип и ассимиляционную массу остающихся деревьев, а, следовательно, и на устойчивость ординарных лесов (табл. 2).

Таблица 2

**Особенности морфологического типа средних деревьев основных лесобразующих пород в нормальных и климаксовых древостоях I класса бонитета**

Главная порода	Величина КОП в разном возрасте, см/см <sup>2</sup>				
	20 лет	30 лет	50 лет	70 лет	100 лет
Сосна	20,6	12,3	6,8	4,8	3,4
Лиственница	22,9	12,6	7,3	5,0	3,8
Ель	19,9	11,5	6,5	4,4	3,0
Дуб	22,7	12,6	6,2	3,9	2,5
Береза	22,1	13,4	7,2	5,0	3,7
Среднее для древостоев:					
ординарных	20,7	12,3	6,6	4,5	3,2
климаксовых	4,0	3,5	3,5	3,5	2,0

Если сравнивать ординарные (нормальные, модальные) древостои с климаксовыми, находящимися неопределенно долго в устойчивом состоянии с условиями окружающей среды, то во вторых величина КОП существенно меньше во все периоды жизни: от 5,2 до 1,9 раз в возрасте до 50 лет и в 1,3-1,6 раз – в более старшем возрасте.

Принятые рубки ухода в полных и нормальных лесах, даже интенсивностью 40-50% по числу стволов существенно не изменяют морфологический тип, устойчивость и долговечность средних деревьев, ввиду сохраняющейся перегушенности оставшейся после рубок части древостоя. Заметим, что оценка эффективности рубок ухода проводится по числу вырубленных, а не оставленных в древостое деревьев.

К климаксовым могут быть отнесены редкие сомкнутые сбежистые парковые древостои с густотой 350-450 шт./га и протяжённостью кроны 45-50% от длины ствола [10, 11]. Небольшая величина КОП свидетельствует о лучшем водообеспечении средних деревьев в таких насаждениях. В них каждый сантиметр высоты обслуживается гораздо большей площадью поперечного сечения ствола (табл. 2, 3).

Таблица 3

**Особенности морфологического типа деревьев\* в лесах разной производительности (сомкнутые, полные и модальные леса – числитель, нормальные – знаменатель)**

Показатель	Возраст, лет							
	20	30	40	50	70	100	120	ср.
$КОП_{III}^{**}:КОП_I$	$\frac{1,4}{1,6}$	$\frac{1,4}{1,5}$	$\frac{1,4}{-}$	$\frac{1,4}{1,4}$	$\frac{1,4}{1,4}$	$\frac{1,3}{1,4}$	$\frac{1,2}{-}$	$\frac{1,4}{1,5}$
$N_{III}:N_I$	$\frac{1,6}{1,4}$	$\frac{1,6}{1,6}$	$\frac{1,5}{-}$	$\frac{1,6}{1,6}$	$\frac{1,5}{1,6}$	$\frac{1,5}{1,5}$	$\frac{1,4}{-}$	$\frac{1,5}{1,5}$
$H_I:H_{III}$	$\frac{1,6}{1,6}$	$\frac{1,5}{1,5}$	$\frac{1,4}{-}$	$\frac{1,6}{1,4}$	$\frac{1,4}{1,4}$	$\frac{1,3}{1,3}$	$\frac{1,3}{-}$	$\frac{1,4}{1,4}$
$КОП_V^{**}:КОП_I$	$\frac{2,4}{2,5}$	$\frac{2,0}{2,4}$	$\frac{2,1}{2,4}$	$\frac{2,1}{2,3}$	$\frac{2,0}{2,2}$	$\frac{1,8}{2,4}$	$\frac{1,9}{2,2}$	$\frac{2,0}{2,3}$
$N_V:N_I$	$\frac{2,4}{3,3}$	$\frac{2,7}{3,0}$	$\frac{2,6}{3,0}$	$\frac{2,5}{2,7}$	$\frac{2,5}{2,6}$	$\frac{2,3}{2,7}$	$\frac{2,2}{3,1}$	$\frac{2,4}{2,9}$
$H_I:H_V$	$\frac{2,7}{3,1}$	$\frac{2,5}{2,6}$	$\frac{2,5}{2,4}$	$\frac{2,4}{2,3}$	$\frac{2,2}{2,2}$	$\frac{2,2}{2,1}$	$\frac{2,0}{2,0}$	$\frac{2,4}{2,4}$

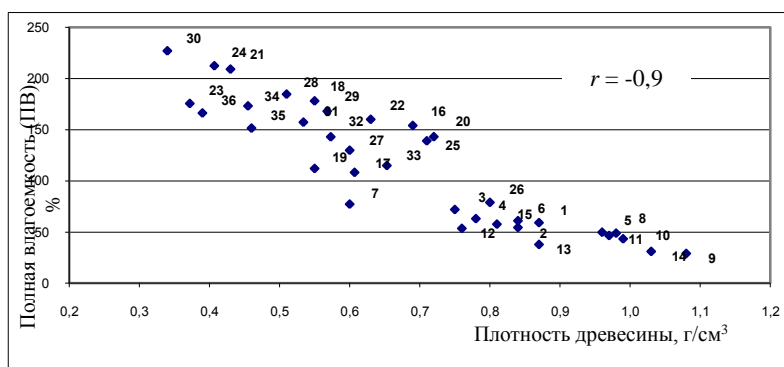
Примечание. \* – среднее по 6 главным лесообразующим породам; \*\* – КОП,  $N$ ,  $H$  – соответственно комплексный оценочный показатель, густота и средняя высота древостоя.

Динамика изменения КОП по группам возраста может служить алгоритмом создания климаксовых древостоев и диагнозом успешности их формирования. По данному алгоритму нами создана сеть климаксовых пойменных и байрачных дубрав в Волгоградской области.

Несколько слов о влиянии потепления на главные лесообразующие породы. Наиболее негативно оно отразится на твердолиствен-

ных породах тропиков и лишь затем – на отечественных породах с тяжелой, плотной древесиной (рис.).

Более 70% древесных пород тропической зоны имеют плотность 0,7 г/см<sup>3</sup> и выше, поэтому такая древесина содержит мало влаги, и небольшие изменения в окружающей среде вызовут существенные изменения водного режима и устойчивости лесов. Можно сказать, что отечественные твердолиственные породы ощутят последствия потепления климата несколько позже. Есть ещё время, чтобы подготовить часть лучших лесов к нелёгким временам.



- 1 – *Durote* spp., 2 – *Acacia catechu* Wild., 3 – *Panete* spp., 4 – *Mora sickingia* (Buoziletta), 5 – *Sonchocarpus lutescens*, 6 – *Tectona stans*, 7 – *Mystacea* spp., 8 – *Diospyros mindanaensis* (ata-ata), 9 – *Bulnesia arborea* Engl., 10 – *Capifera bracteata* Benth., 11 – *Buxus senpervirens*, 12 – *Betula Ermani* Cham, 13 – *Peltogine* spp. (amaranth), 14 – *Schinopsis quebracho-colorado*, 15 – *Haloxylon persicum* Bge., 16 – *Quercus robur* L., 17 – *Quercus rubra* Du Roi, 18 – *Fraxinus viridis*, 19 – *Ulmus pumila* L., 20 – *Robinia pseudoacacia* L., 21 – *Salix alba* L., 22 – *Betula pendula*, 23 – *Alnus glutinosa* Gaertn., 24 – *Tilia cordata* Mill., 25 – *Gleditsia triacanthos*, 26 – *Carpinus betulus* L., 27 – *Fagus orientalis* Lipsky, 28 – *Pinus sylvestris* L., 29 – *Pinus ponderosa* Dougl. et Laws., 30 – *Pinus sibirica* Du Tour, 31 – *Pinus pallasiana* D. Don, 32 – *Juniperus virginiana* L., 33 – *Larix sibirica* Ledeb., 34 – *Picea pungens* Engelm., 35 – *Pseudotsuga menziesii* (Mirb) Franco, 36 – *Abies concolor* Lindl. et Gord.

Рис. Зависимости полной влагоёмкости древесины от её плотности

Ведение интенсивных рубок ухода – наиболее прямой и надёжный путь сохранения природоохранной и социальной роли старо-

возрастных биосферных климаксовых лесов и их создания.

### **Выводы**

- Предельная высота древостоя определяется геномом главной лесообразующей породы, климатом, рельефом, шириной участка, соотношением общей поверхности почвы и древесины, распределением пор и капилляров свежесрубленной древесины по радиусам, густотой и морфологическим типом деревьев, интенсивностью ведения лесного хозяйства.
- Наиболее высокие долговечность, продуктивность, социальные и биосферные функции могут быть достигнуты при ведении климаксового лесоводства, основанного на гидрофизических свойствах древесины и интенсивном ведении лесоводственных приёмов по заданному алгоритму изменения морфологического типа средних деревьев с увеличением возраста.
- Перспективы лесоводства состоят в переходе от простого к расширенному воспроизводству качества, долговечности, устойчивости, продуктивности лесов, их социальных природоохранных функций. Этот принцип предусматривает увеличение ренты по качеству.
- Производство древесины в климаксовых старовозрастных дубравах и борах в 2-3 раза более эффективно, чем в короткооборотных ординарных. Это леса с прогрессивно нарастающим резервом крупномерной бессучковой древесины, эталонные по социальной и природоохранной роли.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Высоцкий К.К. Закономерности строения смешанных древостоев. М.: Гослесбумиздат, 1962. 178 с.
2. Гурский А.В. Основные итоги интродукции древесных растений в СССР. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1957. 303 с.
3. Казарян В.О. Физиологические аспекты эволюции от древесных к травам. Л.: Наука, 1990. 348 с.
4. Киселев Н. Старый лес – в новое дело // Лесная Россия. 2006 № 4. С. 24-25.
5. Косиченко Н.Е. Формирование структуры и плотности древесины в онтогенезе // Строение, свойства и качество древесины: сб. науч. тр. / под ред. Б.Н. Уголева. Петрозаводск: КанрНЦ РАН, 2000. С. 58-61.

5. Моисеев Н.А. Модель стабильного развития // *Лесная Россия*. 2007. № 7. С. 10-15.
6. Перехоженцев А.Г. Вопросы теории и расчета влажностных соотношений неоднородных участков ограждающих конструкций зданий. Волгоград: Нижне-волжское книжное изд-во, 1997. 273 с.
7. Фотосинтез / под общ. ред. О.Д. Говинджи. М.: Мир, 1997. 364 с.
8. Чудинов Б.С. Вода в древесине. Новосибирск: Наука, 1984. С. 5-10.
9. Шульга В.Д. К обоснованию приемов создания заведомо устойчивых древостоев в степи // *Известия вуз. Лесной журнал*. 2007. № 5. С. 20-27.
10. Шульга В.Д., Обельцев С.В., Шульга Д.В. Особенности степного лесоводства. Волгоград: изд-во ВОЛГУ, 2010. 366 с.

УДК 630\*43

## АВТОМАТИЗАЦИЯ РАБОТЫ СИСТЕМ МОНИТОРИНГА ЛЕСА

*И.С. ШИШАЛОВ, А.В. ФИЛИМОНОВ*

ООО «ДСК», проект «Лесной дозор»  
603141, Россия, г. Н. Новгород, пгт. Черепичный, д. 14  
Тел.: 8 (831) 411 55 97  
E-mail: [shishalov@lesdozor.ru](mailto:shishalov@lesdozor.ru), [filimonov@lesdozor.ru](mailto:filimonov@lesdozor.ru)

### РЕЗЮМЕ

Системы мониторинга леса предназначены в первую очередь для обнаружения лесных пожаров и определения их координат. Приводится описание подходов и стадий автоматизации процесса мониторинга, которые могут быть применены в системах наземного мониторинга леса, построенных на основе распределенной системы датчиков (камер) и объединенных в единую сеть.

*К л ю ч е в ы е с л о в а : системы безопасности, автоматизированный мониторинг леса, обнаружение лесных пожаров, видеомониторинг.*

### SUMMARY

#### **Automation of forest surveillance systems operations**

*I.S. Shishalov, A.V. Filimonov (LLC DSC, project "Lesnoy Dozor")*

Forest surveillance systems are designed to observe wooded regions, detect forest fires and plot their coordinates. This document describes approaches and stages of automating the monitoring process, which could be used in terrestrial systems, capable of forest monitoring, based on a distributed system of sensors (cameras) combined into a single network.

*K e y w o r d s : security systems, computer-aided forest monitoring, forest fires detection, video monitoring.*

### Общее описание системы

На обозреваемой территории размещается группа управляемых интеллектуальных датчиков, которые позволяют обнаруживать факт наличия пожара и определять его характеристики.

Разработка таких систем направлена на уменьшение влияния человеческого фактора на процесс мониторинга леса, а также повышение точности и скорости обнаружения лесных пожаров. Фактически, автоматизация предполагает переключивание на «интеллектуальную машину» некоторых функций человека.

Основное назначение автоматизированной системы – увеличение количества точек мониторинга при неизменном количестве операторов. Очевидно, это должно приводить к тому, что системе будет доверяться выполнение всё большего числа задач.

### Стадии автоматизации

Можно выделить 2 крайних случая:

1) Полностью неавтоматизированная система: наблюдатель находится на вышке и осматривает территорию.

2) Полностью автоматическая система, без операторов – весь цикл – от первичного обнаружения пожара до выдачи команды на ликвидацию очага происходит автоматически.

Как понятно из описания, полностью неавтоматизированная система предполагает 100%-ную реализацию человеком процесса мониторинга леса, при этом контролировать работу и каким-то образом влиять на качество работы системы невозможно.

Вариант построения полностью автоматической системы представляется крайне труднореализуемым по нескольким причинам, в их числе:

- несовершенство математической и алгоритмической базы анализа показаний датчиков;
- проблемы интеграции со службами охраны леса, которые часто предполагают наличие человека в цепи распространения информации;
- необходимость присутствия человека как лица, принимающего окончательное решение об обнаружении пожара.

Исходя из описанного выше, очевидно, что все системы могут в той или иной степени облегчить мониторинг леса *оператору*, который, в конечном счете, принимает решение о том, является тот или иной потенциально опасный объект (ПОО) реальным пожаром или нет. Таким образом, очевидно, что у любой системы такого рода должен быть оператор (как правило, не один), обязанность которого – принимать окончательное решение о наличии пожара.



Очевидно, что задачей любой системы автоматизации является увеличение эффективности работы оператора за счет возложения рутинных и просто утомительных операций на автоматику. Это, в конечном счёте, повышает надёжность мониторинга и уменьшает время, необходимое для обнаружения пожара.

Фундаментально важным является тот факт, что автоматизированная система имеет вероятность пропуска цели, т. е. возможны случаи, когда потенциально опасный объект (ПОО) существует, и оператор может его различить, а система – нет.

### **Этапы мониторинга**

Перед переходом к описанию стадий автоматизации необходимо отметить ещё и то, что выполнение задачи мониторинга леса и обнаружения лесных пожаров можно разбить на несколько этапов, каждый из которых может быть автоматизирован:

1. Формирование и управление маршрутами патрулирования для обзора необходимой территории.
2. Непосредственно наблюдение территории, последовательное получение визуальных данных о том или ином направлении и обнаружение потенциально опасных объектов (по наличию дыма или огня) на одной или нескольких камерах.
3. Определение координат обнаруженного объекта.
4. Сохранение информации об объекте и передача её заинтересованным пользователям и службам.
5. Принятие решения о том, является ли обнаруженный потенциально опасный объект действительно опасным.

Кроме того, может быть автоматизирован процесс перехода от одного этапа к другому. Это упрощает работу оператора и повышает надёжность системы.

Очевидно, что полная автоматизация процесса предполагает автоматизацию каждого из этапов и перехода между ними.

В зависимости от конкретных условий применения системы важность автоматизации того или иного этапа может быть разной. Из опыта эксплуатации систем мониторинга можно заключить, что наиболее продолжительным этапом является именно

второй (непосредственное наблюдение за территорией и выделение потенциально опасных объектов — ПОО), но автоматизация только одного из этапов не имеет смысла, т. к. выполнение операций «вручную» в ходе других этапов не приведёт к желаемому результату в целом.

### **Системы с различной автоматизацией. Автоматизация программного обеспечения (ПО) «Лесной Дозор»**

Рассмотрим следующие конфигурации систем наблюдения.

*I. Наблюдатель на вышке.* Отсутствует какая-либо автоматизация.

*II. Телеустановка* – на вышке размещена видеокамера. Вблизи вышки располагается оператор с монитором и пультом управления.

При правильном подборе оборудования можно автоматизировать процесс формирования и построения маршрута. То есть, возможно сократить время, требуемое оператору для вращения и управления камерой при осмотре территории, что позволяет сконцентрироваться собственно на наблюдении. Автоматизация других составляющих при таком подходе просто не имеет смысла или невозможна по техническим причинам.

*III. Сеть камер на вышках под управлением ПО для систем видеонаблюдения.* Аналогично II варианту, однако под управлением данной системы может находиться не одна, а несколько камер.

*IV. Система камер на вышках под управлением ПО «Лесной Дозор».*

Рассмотрим особенности процесса мониторинга в этой системе по каждому из вышеперечисленных этапов:

1 этап – происходит максимальное упрощение создания и управления маршрутами патрулирования, обеспечивающее возможность сохранения и осмотра интересующей территории;

2 этап – обеспечивается автоматизация процесса обнаружения потенциально опасных объектов по заранее заданному маршруту (с возможностью дальнейшей обработки результатов работы автоматизированной системы);

3 этап: а) происходит максимальное упрощение процедуры определения координат объекта с использованием картографической подсистемы и привязки к абсолютным координатам; б) происходит автоматическое определение координат пожара.

4 этап – создаётся возможность удобного сохранения информации об объектах с последующим доступом других операторов и заинтересованных служб к этой информации.

5 этап – оператор в центре контроля принимает *окончательное* решение, признавать ли потенциально опасный объект действительно опасным или нет. Полученная информация может быть использована для выезда пожарных служб на место возгорания.

Как отмечалось выше, немаловажной является автоматизация перехода между этапами. Существующая версия «Лесного Дозора» не позволяет автоматизировать процесс перехода между различными стадиями мониторинга, но обладает средствами для облегчения каждого из переходов. Эти средства позволяют минимизировать временные затраты оператора.

Исходя из вышесказанного, отметим, что система «Лесной Дозор» (учитывая лишь упомянутые критерии) обеспечивает очень высокий уровень автоматизации работы оператора. Одни эти характеристики уже позволяют одному оператору эффективно управлять системой из 10 точек мониторинга и производить непосредственно мониторинг.

### **Автоматизация обнаружения потенциально опасных объектов (ПОО)**

Наиболее подробно остановимся на процессе автоматизации процесса обнаружения потенциально опасных объектов, т. к. именно он обеспечивает возможность работы одного оператора с большим количеством точек мониторинга (15-20), если это необходимо.

Наш опыт показывает, что видеоизображения, одновременно передаваемые с 4 камер, обеспечивают надёжную работу оператора (эта идея реализована в системе «Лесной Дозор»). Однако

очевидно, что при большем количестве камер оператор не сможет оперативно осуществлять мониторинг физически.

Исходя из реальных характеристик системы определено, что на осмотр пользователем одной камеры уходит 10 минут. Соответственно в 4-экранном режиме за 10 минут оператор осмотрит 4 камеры.

Если число камер в системе достигает 20-ти, то для обнаружения пожара пользователю потребуется около 40 минут (при непрерывном наблюдении). Но оператору необходимо отдыхать и выполнять другие действия (определять координаты и т. д.). Опыт показывает, что к упомянутым 40 минутам этот шаг добавляет еще 20 минут. Эти расчёты подтверждаются результатами реальной работы системы. Таким образом, получаем эталонное значение: *один оператор системы «Лесной Дозор» в течение часа может осуществлять мониторинг с 20 точек даже без автоматизации процесса обнаружения ПОО (по видеоданным).*

Что касается автоматизации процесса поиска ПОО на видеоизображении, то она позволяет либо увеличить количество камер на одного оператора, либо уменьшить время, необходимое для обнаружения ПОО, либо облегчить работу оператора.

Очевидно, что эти параметры зависят друг от друга: например, невозможно увеличить количество камер на одного оператора, не увеличив время, необходимое на осмотр.

В настоящее время в системе «Лесной Дозор» начинает активно использоваться модуль автоматического поиска дыма, который предназначен для обнаружения потенциально опасных объектов на видеоизображении. Его суть состоит в запуске специального модуля, формирующего список потенциально опасных объектов, обнаруженных системой.

При таком режиме работы пользователю не надо следить за всеми камерами по очереди – достаточно лишь своевременно просматривать список обнаруженных объектов.

Тестирование системы на большом архиве видеоданных (более 10000 записей) показало следующее.

Количество необходимой для анализа пользователем информации уменьшается в 5 раз, т. е. система уже отфильтровывает большое количество видеоданных, на которых нет ничего, заслу-

живающего внимания. Фактически вышеупомянутый алгоритм предназначен для фильтрации данных, которые не интересны оператору — это позволяет ему сосредоточиться на анализе более существенной информации.

Исходя из простого расчёта видно, что количество камер на одного оператора при прежней нагрузке может составлять 100 штук. Это уже является существенным показателем, но потенциал дальнейшего улучшения параметра сохраняется.

Использование данного режима работы не означает, что система покажет оператору только данные, где реально есть дым (система не может гарантировать полное отсутствие ложных срабатываний). Достаточно большое количество видеоданных не будет содержать ПОО, но с новым режимом этих данных будет в 5 раз меньше, чем без него. В перспективе планируется увеличить это значение до 100 раз.

#### **Дальнейшие планы разработки и автоматизации в рамках системы «Лесной Дозор»**

1. Большая автоматизация процесса определения координат.
2. Большая автоматизация процесса построения маршрутов патрулирования.
3. Улучшение характеристик системы обнаружения ПОО на видеоизображении.
4. Автоматизация связей между различными стадиями процесса, обеспечивающая максимальную разгрузку оператора и оставляющая на него только процесс принятия решения.

Все эти улучшения уже включены в план разработки.

## КОМПЛЕКСНЫЕ РУБКИ В СИСТЕМЕ ЛЕСОПОЛЬЗОВАНИЯ НА ЕВРОПЕЙСКОМ СЕВЕРЕ

Ф.Н. ДРУЖИНИН

ФБУ «СевНИИЛХ» Вологодская региональная лаборатория  
160014, г. Вологда, ул. Горького, 83А. телефон: (8172)543740  
e-mail: *laboratoriya-35@mail.ru, drujinin@mail.ru*

### РЕЗЮМЕ

Выполнен анализ литературных данных о комплексных рубках. Обосновано одновременное выполнение элементов по заготовке спелой и перестойной дресвины, рубок ухода в производных насаждениях с одновозрастным и ступенчато-разновозрастным строением древостоев. По результатам исследования с закладкой опытно-производственных стационаров установлена высокая лесоводственная эффективность комплексных рубок.

*К л ю ч е в ы е с л о в а : комплексные рубки, опытные и опытно-производственные объекты, производительность древостоя, лесоводственная эффективность, дополнительный прирост*

### SUMMARY

#### **Complex fellings in the system of forest use in European North**

*F.N. Druzhinin* (The North Research Institute of Silviculture Vologda regional laboratory)

The analysis of literary sources concerning complex fellings has been fulfilled. The simultaneous implementation of elements on mature and overmature wood harvesting, improvement cutting in secondary plantations with one-age and stage diverse age wood texture of forest stands has been substantiated. According to the results of our research with the installation of experimental productive establishments high silvicultural efficiency of complex fellings has been stated.

*К e y w o r d s : complex fellings, experimental productive establishments, forest stand yield, silvicultural efficiency additional increase*

Обширные лесные пожары в первой половине XX века (1905, 1922-1927, 1936-1938 гг.), а также масштабные сплошные рубки со второй половины прошлого века в хвойных лесах, привели к тому, что их площадь сократилась более чем на четверть. На месте хвойных фитоценозов сформировались вторичные лиственные насаждения.

Для предотвращения сукцессионных процессов (смена пород)

на вырубках требуются систематические уходы по обеспечению оптимальных гидротермальных условий для роста ели и сосны, находящихся под угнетающим влиянием листовного полога [5, 7]. Проведение полноценных рубок ухода на обширных территориях не представляется возможным при запрете и дороговизне химических способов.

Невостребованность мелкотоварной лиственной древесины, а также крайне слабая материально-техническая база, ограниченность сети путей транспорта не позволяют в полном объеме реализовать механические уходы с высоким качеством их выполнения. Эти и другие причины позволяют приступать к освоению производных лесов с целью восстановления сосняков и ельников лишь с 35-45-летнего возраста, когда появляется возможность получения ценных сортиментов.

Ранее действовавшими и современными документами [9, 10] не предусмотрен такой вид рубок, как комплексные. Связано это с отсутствием достаточного их научного обоснования и нормативного обеспечения. В соответствии с ОСТ 56-108-98 под комплексными рубками понимается: «Рубка в разновозрастных и сложных древостоях, сочетающая выполнение элементов по заготовке спелой, перестойной древесины и рубок ухода, осуществляемых одновременно на одном и том же участке леса». Однако их сущность на практике понимается неоднозначно.

Довольно широкое обсуждение комплексных рубок, их опытно-производственная апробация приходятся на 60-е годы прошлого века. Прототипом комплексных рубок, как считал И.С. Мелехов [6], являются упрощённо-постепенные рубки Д.М. Кравчинского.

Во избежание смены пород Д.М. Кравчинским [4] предлагалась выборка господствующего яруса в лиственных, лиственно-еловых лесах за 2-3 приема лесосечных работ с сохранением тонкомера и подроста хвойных пород. При этом за 1-3 года до рубки осина окольцовывалась с целью предотвращения вегетативного возобновления.

Ряд авторов [2, 6] констатировали, что создание оптимальных гидротермальных условий для естественного предварительного возобновления также должно быть приравнено к комплексным

рубкам. Считалось, что выполнение функций ухода проявляется через осветление ели и ослабление корневой конкуренции после уборки спелых деревьев с разной интенсивностью изреживания. Эти же факторы обуславливают усиление процессов сопутствующего и последующего возобновления леса после любого способа рубки [7].

Некоторые исследователи [3, 5] к комплексным рубкам относили длительно-постепенные, разработанные А.В. Побединским [8], при условии, если они сочетаются с проведением проходных рубок в оставляемой на дорастивание части древостоя. Один из этих исследователей – Л.А. Кайрюкштис относил к комплексным также и двухцикловую 6-приёмную рубку в двухъярусных листовенно-еловых лесах. В насаждениях на дренированных почвах без подроста им в Литве предложено выполнять лесосечные работы следующим образом: первый цикл включает 3-приёмную выборку верхнего полога, затем в течение 20 лет насаждения дозревают; второй цикл также выполняется в 3 приема. Конечная цель – образование елового древостоя с примесью берёзы за счет сопутствующего возобновления, что по своей сути соответствует равномерно-постепенному способу рубки.

А.С. Тихонов [12] приравнивает к комплексному пользованию рубки Дауэрвальда и чересполосно-пасечные рубки, предложенные Н.В. Алексеевым.

В.И. Вохминцев [1], изучавший смешанные, сложные по возрастному составу и морфологическому строению насаждения, сформировавшиеся после условно-сплошных, неурегулированных выборочных и других видов рубок в Марий Эл, предложил проводить комплексные рубки путём выборки отдельных спелых и перестойных деревьев с одновременным уходом за молодыми, средневозрастными и приспевающими деревьями. Для этих целей автором разработаны классификационные придержки по отбору деревьев в рубку или на дальнейшее лесовыращивание с учётом ярусности древостоя.

«Рекомендации по проведению комплексных рубок», разработанные для Среднего Урала [11], предусматривают одновременное выполнение элементов заготовки древесины и рубок ухода – с учётом сформировавшихся биогрупп древостоя и стадий онто-



генеза. Исходя из этого, отбор деревьев ведётся по внешним признакам компонентов древостоя и био групп, включая селекционный метод.

На наш взгляд, комплексные рубки не надо смешивать с комбинированными [5, 6, 9]. Последние предусматривают назначение нескольких способов (видов рубок) в пределах одной системы (постепенная или выборочная) с использованием верхового и комбинированного методов отбора деревьев в рубку. Рубка не является комплексной, если в процессе выборочной или постепенной системы на завершающем этапе убрали поврежденные при валке деревья, оправили подрост, срубили отдельные малоченные деревца для прокладок и других нужд. Нельзя смешивать такие рубки и с поквартальным методом, который является формой организации лесохозяйственных мероприятий при рубках ухода.

Комплексные рубки могут быть направлены в сторону лучшего использования защитных свойств леса, повышения его экологической роли, применяться в качестве рубок ландшафтного, рекреационного назначения и для других целей. Они отличаются большой пластичностью, возможностью охвата различных по своему характеру объектов – от промышленного акцента до рубок защитно-экологического назначения [6].

Опытно-производственные объекты в сложных по породному составу одновозрастных и разновозрастных насаждениях нами заложены в Вологодском, Белозерском и Сокольском районах на минеральных свежих и гидроморфных почвах. В них при проведении комплексных рубок осуществлена полная (или частичная) выборка спелой и перестойной березы, осины и хвойных (сосна, ель) деревьев в возрасте свыше 130 лет. Наряду с заготовкой спелой и перестойной древесины выполнен уход за приспевающей, средневозрастной частью насаждения и подростом. Во II ярусе и в подросте срублена доминирующая часть хвойных пород со слабо развитой кроной, наличием пороков и низкой энергией роста. При этом на дорастивание сохранялось из расчета на 1 га не менее 400-600 деревьев II яруса и более 1,5 тыс. экз. подроста.

Закладка специального опытно-производственного объекта (стационар «Чекшино» – В.Ф. Крот), характеризующего ком-

плексные рубки, дала возможность слежения за формированием ельника при полной уборке листового полога и прореживании подроста ели с различными вариантами густоты. Для закладки опытов было отведено берёзовое насаждение пирогенного происхождения в черничном типе условий местопроизрастания, имеющее высокую полноту и производительность древостоя с наличием подроста ели в количестве 8-10 тыс. экз./га.

После освобождения подпологовой ели на ювенильной (молдняк) стадии онтогенеза от угнетающего влияния листового яруса, энергия роста подроста усилилась практически сразу. Адаптационные процессы в вариантах с густотой 1,5-6,0 тыс. экз./га при средней высоте ели 1,6 м в пределах года наблюдались только у 10-15% деревьев. В целом же, по мере давности рубки, темпы роста увеличились во всех вариантах и, прежде всего, – с изреживанием подроста до 1,5 тыс. экз./га.

По результатам повторных лесоучётных работ (через 10 и 27 лет после лесосечных работ) не выявлено появления осины и берёзы. Отсутствовал также отпад ели, так как прореживание было проведено за счёт деревьев, относящихся к категории ослабленного жизненного состояния. Высокие темпы роста сохранились на протяжении всего периода после рубок. Среднегодовая величина прироста соответствует I-II классам текущего бонитета против III-IV – до рубки. При этом энергия роста выше в первых двух вариантах – 1,5 и 3,0 тыс. экз./га – чем при высокой загущенности (4,5 и 6,0 тыс. экз./га) сохраняемого подроста.

Оценка лесоводственной эффективности комплексных рубок выполнена в осушаемом сосняке осоково-сфагновом со ступенчато-разновозрастной структурой древостоя. Общая выборка перестойных, спелых деревьев и уход за молодой частью соснового древостоя (1990 и 1993 гг.) составила по числу стволов 33%, по запасу древесины – 64%. Повторные лесоучётные работы выполнялись в 1993, 1996, 2001 гг.

В отличие от суходольных лесов, произрастающих на минеральных почвах, процесс дифференциации деревьев в древостое на торфяных почвах усиливается лишь в 3-4-м десятилетии после осушения. Наличие перестойных и спелых особей, слабо или совсем не реагирующих на улучшение почвенно-гидрологических

условий, оказывает угнетающее влияние на молодые поколения деревьев. Устранение данного влияния путём уборки старовозрастной сосны обеспечивает увеличение площади питания молодых деревьев с потенциально высоким объёмным приростом древесины после лесосоошения и комплексной рубки.

Сразу же после лесосечных работ энергия роста деревьев в 35-65-летнем возрасте, резко возрастает, что проявляется в таксационных показателях (средние диаметр, высота, полнота древостоя, текущий бонитет). При этом повышение темпов роста отмечается по всем ступеням толщины. В то же время при выполнении элементов промежуточного пользования целесообразна более интенсивная выборка ослабленных деревьев сосны из крайних ступеней толщины, на что указывает несколько пониженная их реакция на осушение и рубку в сравнении с деревьями из центральных ступеней толщины.

На контрольном объекте угнетающее влияние спелых и перестойных деревьев проявляется в снижении энергии роста. Доля накопления запаса здесь со временем постепенно уменьшается, а на опытном объекте повышается. Через 11 лет после лесосечных работ запас стволовой древесины на опыте возрос с 70 до 156 м<sup>3</sup>/га, а на контроле – с 97 только до 137 м<sup>3</sup>/га. Среднегодовой прирост древесины составил соответственно 7,8 м<sup>3</sup>/га (опыт) и 3,6 м<sup>3</sup>/га (контроль). С учётом объёма заготовленной древесины (71 м<sup>3</sup>/га) и дополнительного прироста от проведения комплексных рубок (4,2 м<sup>3</sup>/га) достигнута высокая лесоводственная эффективность.

Результаты исследований на опытных и опытно-производственных объектах по комплексным рубкам указывают на их высокую лесоводственную эффективность в отношении стабилизации структуры лесного фонда за счёт улучшения породного состава, возрастного строения древостоев и резкого повышения производительности насаждений на минеральных и особенно – на осушаемых торфяных почвах. Дополнительный прирост стволовой древесины от выполнения этих рубок составляет не менее 1,5-2,0 м<sup>3</sup>/га на минеральных и свыше 3-4 м<sup>3</sup>/га на осушаемых торфяных почвах.

Комплексные рубки, выполненные со сплошной выборкой ли-

ственного яруса и прореживанием подроста ели одновременно, являются действенным лесохозяйственным мероприятием по восстановлению коренных ельников на месте сформировавшихся вторичных березняков. Высокая лесоводственная эффективность обеспечена благодаря тому, что компонентом древостоя в лиственном насаждении являлся подрост ели с высокой его обеспеченностью (8-10 тыс.экз./га) и возрастом до 35 лет.

Для формирования ельников по I-II классу текущего бонитета достаточным является сохранение подроста в пределах 1,5-3,0 тыс. экз./га. Такой подход позволит осуществлять более качественный уход (прореживание) за подростом: при этой густоте ели последующий уход понадобится через 10-15 лет, а при большем количестве (в пределах 4,5-6,0 тыс. экз./га) – уже через 5-7 лет.

Комплексными рубками может считаться только лесохозяйственное мероприятие в конкретном лесном массиве, когда лесосечные работы, включающие рубку спелых и перестойных деревьев и уход в неспелой части древостоя, выполняются одновременно. Создание оптимальных гидротермальных условий для главной лесобразующей породы (ель, сосна), находящейся во II ярусе и подросте, только за счет выборки спелой и перестойной части древостоя с разной интенсивностью должно классифицироваться как способы (виды) постепенной или выборочной системы рубок.

В условиях Вологодской области потребность в комплексных рубках довольно высокая. Однако эти рубки практически не назначаются, что связано с низкой рентабельности из-за высоких материально-технических и трудовых затрат на их выполнение.

Комплексные рубки должны относиться к рубкам ухода. В противном случае необходима хотя бы их дифференциация. Основанием для этого может служить эксплуатационный запас. Если при выполнении лесосечных работ изымается менее 50 м<sup>3</sup>/га спелой и перестойной древесины – это рубки ухода, а если более 50 м<sup>3</sup>/га – заготовка древесины.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Вохминцев В.И. Комплексные рубки в разновозрастных лиственно-еловых и елово-лиственных древостоях Марийской АССР: автореф. дис. ... канд. с-х. наук. Йошкар-Ола, 1971. 31 с.
2. Вялых Н.И., Чибисов Г.А. Рубки главного пользования и естественное лесовозобновление //Леса и лесное хозяйство Архангельской области. 1988. С. 112-124.
3. Кайрюкшис Л.А. Оптимизация выращивания лесов в Литовской ССР. // Нормы исследования для лесов будущего. М.: Лесн. пром-сть, 1981. С. 54-69.
4. Кравчинский Д.М. О световом приросте в еловом ярусе лиственно-хвойных насаждений // Лесной журнал. 1913. Вып. 9-10. С. 2-9.
5. Луганский Н.А., Залесов С.В., Щавровский В.А. Лесоводство. Екатеринбург: УГЛТА, 1996. 320 с.
6. Мелехов И.С. Лесоводство. Учебное пособие для вузов. М.: МГУЛ, 2002. 317 с.
7. Морозов Г.Ф. Учение о лесе. М.-Л.: Госиздат, 1930. 411 с.
8. Побединский А.В. Рубки и возобновление в таежных лесах СССР. М.: Лесн. пром-сть, 1973. 200 с.
9. Правила заготовки древесины. Приказ Рослесхоза № 337 от 1 августа 2011 г. М., 2011. 19 с.
10. Правила рубок главного пользования в равнинных лесах Европейской части Российской Федерации. М.: ВНИИЦлесресурс, 1994. 32 с.
11. Рекомендации по проведению комплексных рубок в разновозрастных ельниках Среднего Урала. Свердловск: УГЛТА, 1981. 24 с.
12. Тихонов А.С. Лесоводственные основы различных способов рубки леса для возобновления ели. Л.: Лесн. пром-сть, 1979. 248 с.

УДК 630\*5

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТИПОВЫХ ЛИНИЙ РОСТА ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ РОСТА ЕЛИ АЯНСКОЙ ПО ВЫСОТЕ

*А.В. ШЕМЯКИНА*

ФБУ «Дальневосточный НИИ лесного хозяйства»  
680020, г. Хабаровск, ул. Волочаевская, 71, тел./факс: (4212) 216798  
E-mail: [dvniih@gmail.com](mailto:dvniih@gmail.com)

### РЕЗЮМЕ

Разработана система типовых рядов роста ели аянской по высоте, передающаяся единой шкалой из 5 типовых линий.

К л ю ч е в ы е с л о в а : *ель, насаждение, таксационный показатель, ход роста, стандартизация, статистические показатели*

### SUMMARY

**The usage of typical growth rows of picea ajanensis by height for growth modelling**

*A.V. Shemyakina* (FBE “Far East Forestry Research Institute”)

The system of typical growth rows of *Picea ajanensis* by height based on unite scale of five typical lines is established.

К e y w o r d s : *spruce, stand, taxation index, motion of growth, standardization, statistical data*

Ель аянская *Picea ajanensis* (Lindl. et Gord.) Fisch. – ценная лесобразующая порода в составе лесного фонда на территории Дальневосточного федерального округа. Несмотря на большую распространенность еловых древостоев в составе темнохвойных и хвойно-широколиственных лесов Дальнего Востока, изученность роста ели аянской по высоте остаётся недостаточной. Имеющиеся научные разработки по этому вопросу отражают лишь часть естественных рядов роста и развития в отдельных районах и локальных условиях произрастания данной породы.

Анализ литературных источников в области моделирования роста древостоев показывает, что одним из наиболее прогрессивных направлений является использование типовых и стандартизованных схем, позволяющих значительно повысить точность

получаемых результатов при одновременном ускорении проведения исследований и снижении трудоёмкости работ.

Объектом исследования явились древостои еловых насаждений Баджальского, Ургальского и Тырменского лесничеств Таёжного лесного района центральной части Хабаровского края. Для получения необходимой исходной информации о закономерностях роста ельников привлечены имеющиеся таблицы хода роста ели [9, 11, 12, 13] и анализы стволов на ход роста из фондовых материалов Дальневосточного лесостроительного предприятия (45 модельных деревьев).

Из таблиц хода роста использованы данные изменения высоты с возрастом. Цель анализа исходных данных – установить степени сходства или различия в одинаковом возрасте значений высот из разных таблиц хода роста путём их графического и статистического сопоставления друг с другом. Для решения этой задачи данные из таблиц хода роста приведены к сопоставимому виду путём преобразования абсолютных значений высот в относительные. При вычислении относительных значений использован метод индексов, когда одно из ряда значений по высоте принимается за 1000, а все остальные выражаются в долях от неё. В таблицах хода роста приведены изменения значений высот в возрасте древостоев от 20 до 160 лет. Один из возрастов этого диапазона принят за базисный. Для сопоставимости графических построений и последующего статистического анализа используются значения высот в заданном возрасте 100 лет. Формула преобразования абсолютных значений высот в относительные имеет следующий вид:

$$\bar{h}_i = h_i h_{100}^{-1} * 1000 , \quad (1)$$

где  $\bar{h}_i$  – относительные значения высот в  $i$ -том возрасте,

$h_i$  – абсолютные значения высот в  $i$ -том возрасте,

$h_{100}^{-1}$  – базовая высота (значения высот в возрасте 100 лет).

Всё многообразие значений рядов индексов высот можно выразить совокупностью линий роста, каждая из которых характе-

ризует свой тип. Под типами роста понимается закономерное изменение с возрастом таксационных показателей, выраженных в индексных величинах и имеющих сходные количественные характеристики. При моделировании типов роста древостоев необходимым условием является прохождение каждой линии роста через точку со значением индекса высоты, равной 1000 относительных единиц в возрасте 100 лет.

### Построение типовой шкалы роста

Выделение типов роста сводится к статистической оценке обобщённой средней линии изменения индексов по 20-летним классам возраста. Для этого использованы следующие статистики: средняя арифметическая ( $\bar{x}$ ) и её ошибка, среднеквадратическое отклонение ( $\delta$ ) и его ошибка. Верхний и нижний пределы индекса высоты на каждом из классов возраста заданы из расчета 0,05% уровня значимости, то есть с использованием амплитуды значений индексов в пределах  $P = \pm 1,96 \delta$  (табл. 1).

Таблица 1

Основные статистики рядов распределения индексных значений относительной высоты

Статистики	Возраст, лет							
	10	30	50	70	90	110	130	150
$\bar{x}$	124	389	622	803	941	1043	1116	1182
$m_x$	6,1	13,6	14,1	9,0	2,6	2,5	7,3	10,8
$\delta$	49	126	132	94	28	21	63	87
$m_\delta$	2,9	8,7	8,4	4,7	1,2	1,6	3,9	5,8
$P_{0,05}=1,96$	103	251	264	158	42	39	119	173

Количество типовых линий установлено, исходя из заданной точности определения высот в данном возрасте, и соответствует пяти типам роста. С помощью стандартного отклонения и средней арифметической по десятилетним интервалам найдены верхний и нижний пределы варьирующей величины. В результате произведённых расчётов получено пять интервалов, средние значения в которых приняты за осевые линии типов роста. Таким



образом, по каждому типу роста определены индексы высот по классам возраста в интервале от 20 до 160 лет (табл. 2).

Таблица 2

**Индексы типовых линий роста в высоту еловых насаждений**

Возраст, лет	Номера типов роста				
	1	2	3	4	5
20	325	268	211	154	97
30	524	450	376	302	228
40	654	574	494	414	334
50	753	680	611	530	459
60	823	759	695	631	567
70	875	827	773	719	668
80	916	889	851	815	780
90	962	939	917	902	883
100	1000	1000	1000	1000	1000
110	1029	1043	1043	1061	1071
120	1035	1061	1087	1113	1139
130	1046	1085	1110	1146	1176
140	1050	1098	1136	1179	1222
150	1054	1104	1154	1204	1254
160	1058	1112	1166	1220	1274

### Оценка шкалы типовых линий роста

Одним из путей проверки типовой шкалы является сравнение её с существующими таблицами хода роста насаждений. Это дает возможность не только систематизировать таблицы, но и проследить особенности хода роста древостоев в каждой из таблиц.

В качестве исходного материала послужили данные таблиц хода роста еловых насаждений, составленные для условий Дальнего Востока. Всего собрано и приведено к сопоставимому виду 29 таблиц хода роста. Для отнесения таблиц хода роста к той или иной типовой линии вычислялись относительные показатели, характеризующие кривую по трём точкам, взятым в начале, середине, конце ряда развития – как для типов роста, так и для исходных таблиц. Для этого была использована формула:

$$K = \frac{T_3 - T_1}{T_2}, \quad (2)$$

где  $T_1, T_2, T_3$  – абсолютные значения таксационного показателя в начале (в 50 лет), середине (в 100 лет) и конце ряда (в 150 лет).

Вычисленные соотношения высот позволили расчленить имеющиеся таблицы хода роста на однородные группы по сходству с типами роста в высоту.

По данным таблицы 3 можно определить принадлежность таблиц хода роста к тому или иному типу росту по высоте.

Таблица 3

**Соответствие типов роста по высоте таблицам хода роста ели аянской**

Номер типа роста	Бонитет или тип леса	Географический район	Библиографическая ссылка
3	III,	о. Сахалин	[9]
4	IV, ельник-черничник		
3	IV,	Северное Приохотье	[1]
2	V,		
5	V <sup>a</sup>		
5	ельник зеленомошник, ельник зеленомошно-черничный	Нижний Амур	[11, 12]
4	ельник зеленомошный мелкотравный		
2	ельник долинный	Приморский край	[13]
5	ельник крупнопоротниковый с кедром		
4	ельник заболоченный		

Характер хода роста в высоту зависит не только от географического района, но и от условий места произрастания. Таблицы хода роста разных бонитетов одного и того же автора попадают в разные типы роста по высоте и, наоборот, таблицы различных бонитетов из удалённых друг от друга районов могут относиться к одному типу роста. Принадлежность к одному классу бонитета не свидетельствует о сходстве характера роста в высоту. Выполненная классификация таблиц хода роста позволила установить, что в пределах одного и того же бонитета характер хода роста в

высоту различных районов может быть различен. По данным таблицам хода роста видно, что чем ниже класс бонитета, тем выше порядковый номер типа роста. Это говорит о том, что в худших условиях местопроизрастания рост по высоте хотя и замедлен, но не прекращается с возрастом, в отличие от высших бонитетов. Анализируемые таблицы укладываются в рамки 5 типов роста. За исключением таблицы хода роста Шавнина [13] для ельника папоротникового и ельника зеленомошного. Наибольшее число таблиц хода роста приходится на долю 4-го и 5-го типов роста.

Оценка типовой шкалы роста произведена по результатам отклонения таблиц хода роста от той или иной типовой линии в разном возрасте (табл. 4).

Таблица 4

**Результаты оценки шкалы типов роста по данным таблиц хода роста еловых насаждений**

Ошибка	Возраст, лет					
	40	60	80	120	140	160
Систематическая	+0,6	-0,4	-	-0,3	-0,4	+0,6
Среднеквадратическая	±1,6	±0,8	±0,5	±0,5	±0,9	±1,1

По результатам оценки можно сказать, что наибольшие ошибки типовой шкалы дает в 40-летнем и 160-летнем возрасте.

#### **Математическая модель типовой шкалы роста по высоте древостоев ели аянской**

Выравнивание индексов высот для каждого типа роста производилось с помощью аналитических функций. Наилучшая аппроксимация типовых линий роста по высоте получена с помощью параболы 4-го порядка, общий вид которой следующий:

$$\gamma = (a_1t + a_2t^2 + a_3t^3 + a_4t^4) + 1000, \quad (3)$$

где  $\gamma$  – индексы роста высоты;

$a_1, a_2, a_3, a_4$  – параметры уравнения;

$t$  – возрастной показатель, рассчитанный по формуле:

$$t = (A - 100) / 100, \quad (4)$$

где  $A$  – возраст, лет.

Пределы действия по возрасту уравнения 3 – от 20 до 160 лет. Значения параметров уравнения, выражающие типовые линии роста 1-5 типов, приведены в табл. 5.

Таблица 5

**Значения параметров уравнений типовых линий роста по высоте древостоев ели аянской**

Номера типов роста	Параметры уравнений			
	$a_1$	$a_2$	$a_3$	$a_4$
1	260,5	-31,804	1,9701	-0,0485
2	223,51	-23,321	1,419	-0,0368
3	186,63	-14,778	0,8324	-0,023
4	139,75	-4,0302	0,0898	-0,006
5	100,82	5,0122	-0,528	0,0081

Значения коэффициентов  $a_1, a_2, a_3, a_4$  закономерно изменяются с увеличением порядкового номера типа роста. Эта закономерность в свою очередь поддается аналитической интерпретации с помощью параболы 3-го порядка:

$$a_1 = a + bT + cT^2 + dT^3, \quad (5)$$

где  $a, b, c, d$  – параметры уравнения, значения которых показаны в табл. 6.

Таблица 6

## Значение параметров уравнения изменения коэффициентов по типам роста

Коэффициенты уравнения	Параметры уравнения изменения коэффициентов по высоте			
	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>
<i>a</i> <sub>1</sub>	366,26	-8,9	-3,87	10,65
<i>a</i> <sub>2</sub>	-27,5	14,4	11,56	-10,85
<i>a</i> <sub>3</sub>	12,28	9,81	9,86	10,01
<i>a</i> <sub>4</sub>	-0,05	0,0011	0,0043	-4*10 <sup>-4</sup>

Уравнение 5 позволяет рассчитать значения коэффициентов уравнений индексов высот разных типов роста в заданном диапазоне возраста древостоев.

После определения значения параметров уравнения 5, стало возможным построение математической модели, в которой каждая типовая линия – от 1 до 5 – по высоте находится во взаимосвязи и описывается значительно меньшим числом параметров. Для расчёта абсолютных значений высоты математическую модель можно представить уравнением следующего вида:

$$h_1 = [(366,26 - 8,9T_h - 3,87T_h^2 + 10,65T_h^3) t + (-27,5 + 14,4T_h + 11,56T_h^2 - 10,85T_h^3) t^2 + (12,28 + 9,81T_h + 9,86T_h^2 + 10,01T_h^3) t^3 + (-0,05 + 0,01T_h - 0,004T_h^2 - 4*10^{-4}T_h^4) t^4] + 1000, \quad (6)$$

где  $h_i$  – высота, м (в *i*-том возрасте);  
 $T_h$  – порядковый номер типа роста в высоту (1-5);  
 $t$  – возрастной показатель.

Далее, в качестве примера, с использованием обобщённого уравнения 6, рассчитаны значения индексов для 3-го типа роста по высоте в древостоях ели аянской.

Рассчитанные индексы сравнивались с табличными значениями (табл. 7).

Из данных, приведенных в табл. 5, следует, что рассчитанные значения индексов высот, полученные с помощью уравнения 5, практически совпадают с исходными табличными данными. Раз-

ница не превышает  $\pm 4\%$  и лишь в конце ряда может быть несколько больше.

Таблица 7

**Сравнение индексных значений высоты 3-го типа роста  
выровненных значений с табличными**

Возраст, лет	Табличное значение	Выровненное значение	Отклонение, %
30	376	363	3,5
50	611	610	0,2
70	773	796	-3,0
90	917	939	-2,4
110	1043	1058	-1,4
130	1110	1173	-5,8

Возможность аналитического выравнивания коэффициентов исходных уравнений типовых линий роста позволяет представить модели типовых шкал меньшим числом параметров. Это даёт возможность автоматизировать систему расчёта таблиц хода роста, не снижая точности нормативов. Полученное уравнение использовано при моделировании и построении таблиц хода роста по высоте древостоев ели аянской.

### **Выводы**

Многообразие имеющихся таблиц хода роста древостоев ели аянской по высоте, приведённое методом индексов к сопоставимому виду и систематизированное с заданной точностью, передаётся единой шкалой из 5 типовых линий. При построении типовой шкалы роста в высоту апробирован и дал положительные результаты статистический способ систематизации экспериментального материала. Для построения типовой шкалы роста в высоту могут быть также использованы данные анализов роста ствола. Тем самым достигается значительное уменьшение затрат и повышается надёжность результатов для построения новых таблиц хода роста других древесных пород.

1. Выводцев Н.В. Моделирование хода роста древостоев: методические указания. Хабаровск: ДальНИИЛХ, 2007. 48 с.
2. Дуплищев И.Т. Зеленомошные ельники нижнего Амура, их строение, качественное состояние, развитие и продуктивность: Автореф. дис. ... с.-х. наук: специальность № 562: защищена 15.04.1969. Хабаровск, 1969. 24 с.
3. Загреев В.В., Гусев, Н.Н., Селоков Н.Я. Методические рекомендации по составлению таблиц хода роста древостоев. Пушкино: ВНИИЛМ, 1975. 35 с
4. Загреев В.В. Типизация и стандартизация естественных рядов хода роста древостоев // Лесное хозяйство. 1976. № 11. С. 63-71.
5. Загреев В.В. Построение таблиц хода роста на основе типовых и стандартизованных систем // Лесное хозяйство. 1979. № 12. С. 43-45.
6. Загреев В.В., Сухих В.И., Швиденко А.З., Гусев Н.Н., Мошкалёв А.Г. Общесоюзные нормативы для таксации лесов. М.: Колос, 1992. 495 с.
7. Манько Ю.И., Ворошилов В.П. О характеристике Аянских ельников на северном пределе их распространения // Биологические ресурсы суши севера Дальнего Востока. Владивосток: Биолого-почвенный институт ДВО РАН, т. 2, 1971. С. 175-182.
8. Митропольский А.К. Техника статистических вычислений. 2-е изд., перераб. и дополн. М.: Наука, 1971. 576 с.
9. Нормативные материалы для таксации лесов Сахалина и Камчатки / Отв. ред. А.С. Агеенко. Южно-Сахалинск: Сахалинская ЛОС ДальНИИЛХ, 1986. 814 с.
10. Современное состояние лесов Российского Дальнего Востока и перспективы их использования / под ред. А.П. Ковалева. Хабаровск: ДальНИИЛХ, 2009. 470 с.
11. Справочник для таксации лесов Дальнего Востока / Отв. сост. и ред. В.Н. Корякин. Хабаровск: Хабаровское книжное изд-во, 1990. 526 с.
12. Справочник для учета лесных ресурсов Дальнего Востока / Корякин В.Н. Хабаровск: ДальНИИЛХ, 2010. 525 с.
13. Шавнин А.Г. Таблицы хода роста, полнот и запасов ельников Приморского края. Хабаровск: ДальНИИЛХ, 1966. 10 с.

УДК 630.83

## КАЧЕСТВО ДРЕВЕСИНЫ ПРИ ПЛАНТАЦИОННОМ ВЫРАЩИВАНИИ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ В УСЛОВИЯХ СУРАМЕНЕЙ

*Т.В. НУРЕЕВА, Е.М. РОМАНОВ, В.Г. КОТЛОВ,  
Т.Ф. МИФТАХОВ*

Марийский государственный технический университет  
Республика Марий Эл, г. Йошкар-Ола, пл. Ленина, д. 3, тел. 8(8362)68-68-29  
E-mail: *NureevaTV@marstu.net*

### РЕЗЮМЕ

Анализируются лесоводственно-таксационные показатели насаждений сосны обыкновенной, выращиваемых в условиях сураменей, их производительность и даётся обоснование возможности получения древесины хорошего качества при плантационном выращивании сосны в богатых лесорастительных условиях.

*К л ю ч е в ы е с л о в а : сурамени, лесные плантации, лесные культуры, качество древесины, искусственные насаждения сосны*

### SUMMARY

#### **The quality of wood in plantation grown pine in surameney**

*T.V. Nureeva, E.M. Romanov, V.G.Kotlov, T.F. Miftachov (Mary State Technical University)*

We analyzed silvicultural plantations-taxation parameters of Scots pine grown in surameney, their performance and provides justification for the possibility of growing pine with goodquality indicators in the rich forest site conditions in the plantation forest growing.

*К e y w o r d s : surameni, forest plantations, silviculture, timber quality, artificial pine plantations*

Происходящее в нашей стране истощение лесосырьевой базы ставит перед лесным комплексом и отраслевой промышленностью ряд приоритетных задач по воспроизводству, повышению продуктивности и использованию лесных ресурсов. К таким направлениям относятся интенсификация целевого выращивания древесины с заданными свойствами, разработка методов и режимов выращивания целевых насаждений из быстрорастущих, вы-



сокопродуктивных лесных пород с хозяйственно-ценными свойствами.

Переход к ускоренному выращиванию древесины позволит повысить продуктивность лесов, увеличить размер лесопользования и обеспечить предприятия лесного комплекса деловой древесиной ценных пород для определенного назначения.

Выращивание древостоев представляет длительный процесс, в течение которого необходимо контролировать их состояние, не допуская снижения качественных параметров стволов и механических свойств древесины. Высокие требования, предъявляемые к древесине для использования её в промышленном и гражданском строительстве, определяются условиями выращивания, которые необходимо обеспечивать не только в последние десятилетия в приспевающих и спелых насаждениях, но и в стадии молодняков и средневозрастных древостоях. Особенно важным условием формирования древесины высокого качества представляется обеспечение оптимальной густоты и полноты в течение всего периода роста насаждения.

Проведенные М.Д. Мерзленко исследования культур сосны в Московской области показывают, что биологически потенциальные возможности роста на суглинистых почвах деревьев сосны выше, чем у ели [2]. Сосна на протяжении трёх классов возраста растёт гораздо энергичнее ели, что придает ей качественное преимущество в лесоводственном эффекте.

Ускоренное производство древесины сосны в богатых лесорастительных условиях может сопровождаться снижением физико-механических свойств древесины, в связи с чем качественные параметры требуют более детального изучения в зависимости от режимов выращивания.

Исследования заключались в анализе состояния насаждений сосны по специально разработанной методике с использованием материалов таксационных описаний [5] с последующей закладкой пробных площадей в наиболее продуктивных древостоях искусственного происхождения по ОСТ 56-69-83 и методике Е.Л. Маслакова с соавт. [1]. Отбор образцов и качественные параметры древесины определялись по ГОСТ 427-75, ГОСТ

16483.1-84, ГОСТ 8074-82 в лаборатории строительного факультета МарГТУ.

Зафиксированные лесоустройством насаждения сосны обыкновенной в трёх лесничествах, расположенных в зоне хвойно-широколиственных лесов Среднего Поволжья, произрастают во всех типах лесорастительных условий (ТЛУ), в т. ч. в сураменях и раменах. Доля насаждений сосны в С<sub>2</sub> небольшая, менее 10%, за исключением Арского лесничества Республики Татарстан, где 85,7% культур сосны произрастает в таких ТЛУ (рис.), формируя 86,1% запаса древесины.

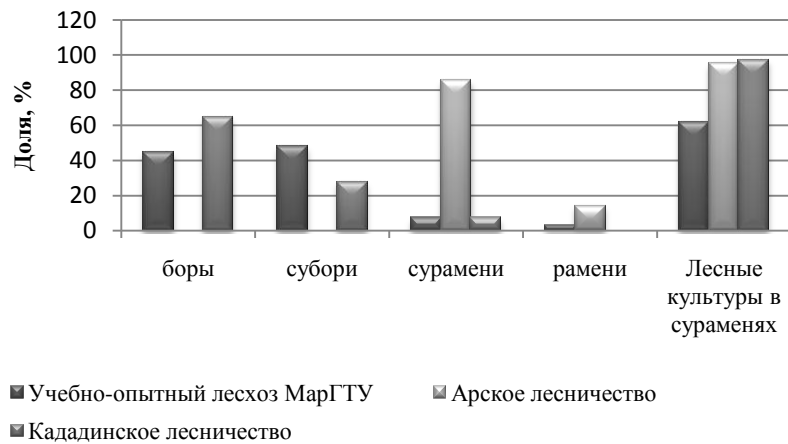


Рис. Распределение насаждений сосны по ТЛУ

Следует отметить, что большая часть древостоев сосны в условиях С<sub>2</sub> представлена искусственными насаждениями – от 61,5% в Учебно-опытном лесхозе до 97,3% в Кададинском лесничестве Пензенской области.

Практическое решение вопроса о выборе почвенных условий для создания и выращивания культур сосны обусловлено, прежде всего, возможной продуктивностью сосновых насаждений. Применительно к Московской области А.Р. Родин и М.Д. Мерзленко (1974) считают, что культуры сосны на суглинистых почвах обеспечивают выращивание высокопродуктивных насаждений Ia

класса бонитета [4]. Относительно выращивания и продуктивности сосны на «еловых почвах» сведений в литературе мало и этот вопрос, имеющий важное значение для лесокультурного дела, требует дальнейшего изучения [3]. В изученных нами по материалам лесоустройства лесничествах показатели древостоев сосны характеризуются высоким классом бонитета, смешанным составом, при этом доля сосны в культурах выше, чем в естественных насаждениях (табл. 1).

Таблица 1

**Лесоводственно-таксационные показатели насаждений сосны различного происхождения в условиях С<sub>2</sub>**

Лесничество	Характеристика древостоя						
	Происхождение	Площадь, га	Запас, м <sup>3</sup> /га	Возраст, лет	Доля сосны, %	Полнота	Бонитет
Кададинское	Естеств.	16	233,7	49,6	73	0,78	1,0
	Искусств.	274,5	214,6	42,6	75	0,76	1,2
УОЛ Мар-ГТУ	Естеств.	728,7	254,3	86,2	24	0,6	1,2
	Искусств.	269,9	180,7	32,1	63	0,7	1а,5
Арское	Естеств.	484,2	205,7	58,3	22	0,6	1,0
	Искусств.	10212,5	212,7	43,2	75	0,7	1а,4

Анализ лесоводственно-таксационных показателей искусственных насаждений сосны обыкновенной, созданных в условиях сураменей, по материалам пробных площадей подтверждает их высокую производительность (табл. 2).

В чистых культурах Сернурского лесничества при отсутствии естественного возобновления лиственных пород запас сосны к 45-47-летнему возрасту достигает 416-428 м<sup>3</sup>/га при самом высоком приросте древесины за год 8,9-9,5 м<sup>3</sup>/га. Культуры сосны в Арском лесничестве отличаются не менее высоким приростом – 8,7 м<sup>3</sup>/га, к 37-летнему возрасту формируя запас 322 м<sup>3</sup>/га. На остальных пробных площадях, независимо от возраста, средний прирост по запасу сосны варьирует от 5,2 м<sup>3</sup>/га в Учебно-опытном лесхозе до 7,7 м<sup>3</sup>/га в год в Кададинском лесничестве, что подтверждает ускоренный рост насаждений.

Таблица 2

**Характеристика культур сосны на пробных площадях**

Номер пр. пл.	А, лет	Состав	Схема размещения, м	Густота, шт.	Н, м	D, см	G, м <sup>3</sup> /га	M, м <sup>3</sup> /га ΔM, м <sup>3</sup> /га*год
Республика Марий Эл (Учебно-опытный лесхоз)								
1	36	5С4Б1Ос	1,4-11,3*0,6	1970	18	19,4	26,71	<u>231,0</u> 6,4
2	45	5С2Б2Ос1Лп	1,4-7*0,6	681	21	20,8	31,14	<u>236,0</u> 5,2
Республика Марий Эл (Сернурское лесничество)								
3	47	9С1Е+Лп+Б+Ос	Площадки 1*1, 5 растений в площадке	960	22,5	25,0	49,63	<u>416,1</u> 8,9
4	45	9С1Е+Лп+Б+Ос	Площадки 1*1, 5 растений в площадке	1060	26,2	21,3	41,2	<u>428,4</u> 9,5
Пензенская область (Кададинское лесничество)								
5	22	10С	10 рядов в рас- корчеванных полосах 2*0,7	5456	8,7	8,5	35,72	<u>169,7</u> 7,7
Республика Татарстан (Арское лесничество)								
6	37	10С	3,5*0,6	935	20	21,6	34,08	<u>322</u> 8,7

При интенсивном росте по высоте и диаметру среднее количество формирующихся ежегодных приростов древесины по диаметру характеризуется сильной изменчивостью (26,9-39,3%) и разбросом данных измерений (табл. 3). Минимальное количество колец – 0,5, максимальное может достигать 10,8 годовичных слоев в 1 см.

Таблица 3

**Статистические показатели количества годовичных слоев в 1 см древесины в культурах сосны, выращенных в условиях С<sub>2</sub>**

Номер пр. пл.	Возраст насаждения, лет	Количество образцов, шт.	Характеристики годовичных слоёв			
			$X \pm m_x$ , шт.	C, %	lim	P
1	36	39	2,63±0,12	27,9	1,46-4,37	4,47
2	45	51	2,20±0,09	29,4	1,46-3,82	3,99
3	22	58	2,39±0,09	29,6	0,98-3,55	3,88
4	47	142	4,22±0,13	35,3	1,47-8,93	2,90
5	45	73	4,17±0,17	34,2	1,90-10,81	3,99
6	37	168	3,45±0,06	39,3	0,51-7,67	1,82

Полученные данные доказывают возможность регулирования качественных параметров древесины за счёт технологий выращивания, прежде всего – полноты древостоя.

Прослеживается влияние положения дерева в пологе насаждения на макростроение и физико-механические свойства древесины. Толщина ежегодного прироста древесины увеличивается, а количество годичных слоев уменьшается от лидеров к деревьям нижнего полога (табл. 4).

Таблица 4

**Макростроение древесины сосны**

Номер пр. пл.	Возраст насаждения, лет	Положение дерева в пологе насаждения				В среднем по древостою
		Лидер	Верхнее	Среднее	Нижнее	
1	36	$\frac{36}{2,73}$	$\frac{33}{2,01}$	$\frac{24}{1,98}$	$\frac{16}{*}$	$\frac{27}{2,21}$
2	45	$\frac{38}{2,11}$	$\frac{29}{*}$	$\frac{29}{2,48}$	$\frac{21}{1,73}$	$\frac{22}{2,11}$
3	47	$\frac{26}{4,30}$	$\frac{28}{4,39}$	$\frac{25}{4,51}$	$\frac{23}{4,66}$	$\frac{26}{4,47}$
4	45	$\frac{27}{3,97}$	$\frac{27}{3,96}$	$\frac{27}{6,17}$	*	$\frac{27}{4,7}$
5	22	$\frac{52}{2,11}$	$\frac{37}{2,53}$	*	*	$\frac{45}{2,32}$
6	37	$\frac{40}{3,96}$	$\frac{39}{3,04}$	$\frac{34}{3,49}$	$\frac{33}{3,52}$	$\frac{37}{3,50}$

П р и м е ч а н и я . Числитель – толщина годичного слоя, см; знаменатель – количество колец, шт./ см; \* – нет сведений.

Доля поздней древесины относится к одному из нормативных показателей, которые учитываются при установлении пригодности древесины для использования в промышленности. Её содержание не должно быть менее 20% [6]. Положение дерева в пологе насаждения на долю поздней древесины оказывает меньшее влияние, прямой тенденции изменения данного показателя у деревьев различной степени развития не прослеживается (табл. 5). Доля поздней древесины может изменяться в широких пределах – от 9,4 до 31,4%. Необходимо отметить, что меньшей долей поздних слоев отличается древесина сосны в культурах более младшего возраста (ПП № 5), а также с присутствием в составе наса-

ждения 5 единиц лиственных пород (ПП № 1 и 2 Учебно-опытного лесхоза).

Таблица 5

**Показатели качества древесины сосны**

Номер пр. пл.	Возраст насаждения, лет	Положение дерева в пологе насаждения				В среднем по древо-стою
		Лидер	Верхнее	Среднее	Нижнее	
Доля поздней древесины, %						
1	36	17,34	9,4	10,9	*	9,4
2	45	*	15,8	9,9	9,0	11,6
3	47	26,8	31,9	30,8	30,5	30,0
4	45	28,8	28,1	36,6	*	31,2
5	22	12,3	15,32	*	*	13,8
6	37	35,6	31,0	29,5	29,6	31,4
Условная плотность, кг/м <sup>3</sup>						
1	36	347,8	285,0	350,5	*	327,8
2	45	*	334,0	350,0	334,5	339,5
3	47	360,2	379,8	362,7	336,8	354,9
4	45	378,2	368,8	393,6	*	380,2
5	22	321,5	337,6	*	*	329,6
6	37	368,1	336,3	363,1	371,9	359,9

Примечание. \* – нет сведений.

Условная плотность древесины достигает в среднем в насаждении пределов 327,8-380,2 кг/м<sup>3</sup>, влияния положения дерева в пологе древоостоя на этот показатель не прослеживается.

Таким образом, добиваясь ускоренного роста и формирования высокопродуктивных насаждений сосны в условиях сураменей, следует поддерживать не только оптимальную густоту и полноту, но и состав насаждения на всём протяжении цикла выращивания. Для определения оптимальных параметров режимов выращивания лесных плантаций с целью получения древесины высокого качества в условиях сураменей исследования необходимо продолжить.

Исследования осуществлены в рамках выполнения госконтракта № 16.518.11.7094 «Проведение НИР по разработке способов рационально-целевого использования и воспроизводства древесины с уникальными физико-механическими и дендроакустическими свойствами» Федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития науки и техники на 2007-2013 годы».

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Исследование роста лесных культур: Методические указания / Под ред. Е.Л. Маслакова. Л.: ЛенНИИЛХ, 1978. 71 с.
2. Мерзленко М.Д. Сравнительный анализ роста чистых культур сосны и ели на суглинистых почвах // Лесоведение. 1987. № 2. С. 36-42.
3. Прокопьев М.Н. Культуры сосны и ели в южной и средней подзонах европейской тайги // Лесное хозяйство. 1981. № 2. С. 41-46.
4. Родин А.Р., Мерзленко М.Д. Рост культур сосны и ели на суглинистых почвах // Лесное хозяйство. 1974. № 12. С. 31-34.
5. Романов Е.М., Еремин Н.В., Нуреева Т.В. Методика определения оценочных показателей искусственных насаждений при устойчивом управлении воспроизводством леса. Йошкар-Ола: МарГТУ, 2009. 40 с.
6. СНиП П-25-80. Строительные нормы и правила. Деревянные конструкции. Утв. Постан. Гос. комитета СССР по делам строительства от 18 декабря 1980 г. № 198.

УДК 630\*

## ПРОЕКТ ВНЕДРЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ПРИРОДЕ

*П.В. ЗИМНИЦКИЙ*

АНО «Санкт-Петербургский лесной экологический центр»  
194021, г. Санкт-Петербург, Институтский пр., д. 21  
тел.: (812) 552-80-21, E-mail: *zimmitsky@mail.ru*

### РЕЗЮМЕ

Описывается схема предлагаемого метода дистанционных исследований в природе. Рассмотрен пример использования метода для определения вертикальных изменений концентрации CO<sub>2</sub> в лесных фитоценозах.

*К л ю ч е в ы е с л о в а* : *дистанционные измерения, концентрация CO<sub>2</sub>, автоматическое управление, сервер, датчики*

### SUMMARY

#### **Adoption of new technology for instrumental measuring in nature**

*P.V. Zimmitsky* (Saint-Petersburg Forest Ecological Centre)

This report provides a review of developed method for remote investigations in nature. An example for forest phytocenoses CO<sub>2</sub> vertical deviation estimation examined.

*К e y w o r d s* : *remote metering, CO<sub>2</sub> concentration, automatic control, server, sensors*

В настоящее время исследования в природе носят в основном описательный характер, то есть исследователь получает характеристики явлений и, обобщая их, выводит закономерности. Такой подход предполагает проведение большого количества измерений в течение длительного времени. Применительно к лесным экосистемам исследования необходимо проводить также на достаточно большой площади (выдел, пробная площадь). Поэтому получение исходных данных представляет собой трудоёмкий и дорогостоящий процесс. В то же время, современные технологии позволяют упростить эту работу, используя дистанционные методы. Примером могут являться метеонаблюдения, или проект «Арго» [3]. В метеонаблюдениях применяют автоматические станции, передающие информацию о температуре и влажности



воздуха, атмосферном давлении, ветре, осадках. Проект «Арго» направлен на получение данных о температуре и солёности океанической воды на глубинах от 0 до 2000 метров – с помощью автономных буев, количество которых достигает 3000 по всему земному шару; в дальнейшем эти данные сводятся в единую общедоступную базу данных. Как метеонаблюдения, так и проект «Арго» построены по схеме, представленной на рисунке 1.

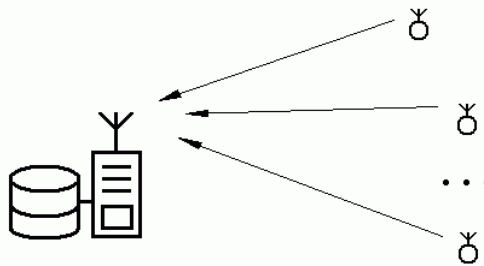


Рис. 1. Традиционная схема дистанционного сбора данных

В традиционной схеме расположенные на объекте датчики передают информацию на сервер по радиоканалу. Передача информации однонаправлена, пропускная способность канала небольшая. Сервер располагается в исследовательской организации.

Современные технологии позволяют модернизировать эту схему, что расширяет возможности для исследований. Предлагаемая автором схема представлена на рисунке 2.

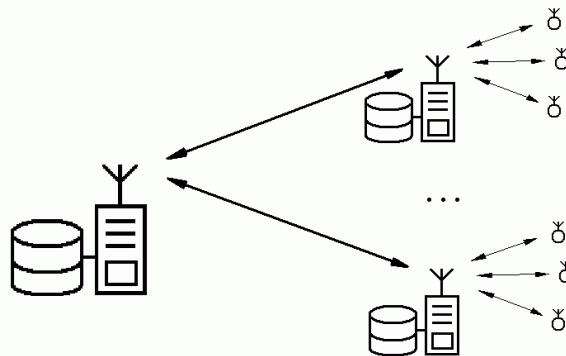


Рис. 2. Предлагаемая схема проведения исследований.

В данной схеме вводятся локальные серверы, которые располагаются на исследуемых объектах. Кроме того, обмен информацией двунаправленный, что позволяет не только получать показания датчиков, но и управлять периферийными устройствами. Локальные серверы связаны с главным по высокоскоростному каналу (Интернет 3G, 4G, спутниковый), датчики и периферийные устройства подключаются по низкоскоростному каналу (протоколы ZigBee, EnOcean).

Наличие сервера на объекте позволяет также проводить комплексные исследования по разным направлениям лесной науки, а высокоскоростной канал связи обеспечивает получение результатов в режиме реального времени. Кроме того, при наличии достаточного количества серверов, в дальнейшем возможна обработка результатов с использованием облачных технологий.

При реализации данной схемы особое внимание следует обратить на выбор места расположения сервера. Оно должно отвечать следующим требованиям:

- устойчивость канала связи;
- наличие электроэнергии;
- обеспечение сохранности оборудования.

По критерию стоимости в настоящее время в качестве канала связи целесообразно использовать сети мобильных операторов. Однако это накладывает ограничение на расположение серверов. Кроме территорий вокруг населенных пунктов устойчивая связь имеется вдоль автомобильных и железнодорожных магистралей. Электроэнергия доступна также в населённых пунктах и в учреждениях органов лесного хозяйства. Сохранность оборудования, особенно периферийных устройств, можно обеспечить на охраняемых территориях (заповедники, национальные парки).

Все компоненты системы собираются из готовых модулей. Локальный сервер представляет собой компьютер в промышленном исполнении. Программное обеспечение для сбора данных и управления строится на основе современных SCADA систем [2]. Периферийные модули и датчики конструируются под каждый вид исследования индивидуально. Это связано с тем, что промышленность выпускает устройства для стандартных задач, тогда как каждый тип исследований уникален.

В качестве примера периферийного модуля можно привести сконструированный автором макет устройства для определения вертикального профиля концентрации  $\text{CO}_2$  в лесных фитоценозах с целью сопоставления с данными по вертикальному распределению ФАР [1]. Традиционно такие измерения проводят с помощью вышек, сильно нарушающих структуру лесного полога и к тому же весьма дорогостоящих. Используя современные датчики, имеющие малый вес, эту задачу можно решить, поднимая датчик на требуемую высоту с помощью небольшого гелиевого воздушного шара. Данный способ менее затратный, более быстрый и не наносит ущерба природе. К тому же могут быть достигнуты высоты, недоступные с помощью вышек. Мобильность комплекса позволяет использовать его для мониторинга газового состава приземной атмосферы при изучении лесных пожаров, получая сведения о концентрации  $\text{CO}_2$ .

Внедрение системы можно провести в несколько этапов. На первом следует организовать опытную станцию, на которой отработать оптимальный состав аппаратуры сервера и его программного обеспечения, проверить устойчивую работу каналов связи, разработать структуру базы данных. В дальнейшем необходимо создать рабочие образцы периферийных модулей и датчиков, испытать их работу в автономном режиме.

Полученный комплекс будет обладать рядом свойств, которые позволят использовать его также для решения ряда вопросов лесного хозяйства. Например, в комплекс может быть интегрирована система дистанционного видеонаблюдения с целью обнаружения лесных пожаров. Большой интерес для лесного хозяйства может представлять разработка акустической системы борьбы с несанкционированными рубками, построенной на датчиках звука (микрофонах), настроенных на отслеживание шумов от работы двигателей внутреннего сгорания.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Алексеев В.А. Световой режим леса. Л.: Наука, 1975. 225 с.
2. Деменков Н.П. SCADA-системы как инструмент проектирования АСУ ТП: Учебное пособие. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004. 328 с.
3. Проект «Арго» ([www.argo.ucsd.edu](http://www.argo.ucsd.edu)).



УДК 630

## МЕТОДИКА ПРИРОДООХРАННОГО ПЛАНИРОВАНИЯ ДЛЯ ТЕРРИТОРИЙ ЛЕСОУПРАВЛЕНИЯ

*А.Т. ЗАГИДУЛЛИНА, Б.Д. РОМАНИЮК*  
ФБУ «Санкт-Петербургский НИИ лесного хозяйства»  
194021, г. Санкт-Петербург, Институтский пр., д. 21  
тел.: (812) 552-80-21  
E-mail: *spb-niilh@inbox.ru*

### РЕЗЮМЕ

Одно из основных требований большинства систем лесной сертификации – сохранение биологического разнообразия лесов и поддержание экологических и средообразующих функций леса. Эту задачу можно решить с помощью *природоохранного планирования*. Эта схема органично вписывается в существующую систему лесоустroительного планирования, учитывая и дополняя нормативы сохранения экологических функций леса. Основа методики — системный ландшафтный подход, позволяющий принимать обоснованные решения на разных уровнях планирования.

**К л ю ч е в ы е с л о в а :** *природоохранное планирование, местообитание, ландшафтный подход, устойчивое лесоуправление*

### SUMMARY

#### **Landscape ecological planning for sustainable forestry**

*A.T. Zagidullina, B.D. Romaniouk* (Saint-Petersburg Forestry Research Institute)

The proposing scheme of planning considers as well forest use's interests, as the importance of protection of biological and landscape diversity. The scheme takes into account the features of Russian forest inventory and planning. By our scheme, any nature territory is a hierarchy of nature complexes of different levels. Various ecological functions, patterns and processes of forest become apparent on different levels of the hierarchy. Therefore, it's necessary to develop landscape ecological plan for nature complexes on some levels: landscape, local landscape, site (stand) and microhabitats.

**K e y w o r d s :** *landscape ecological planning, habitats, sustainable forestry*

### Введение

Реализация природоохранной политики при устойчивом лесоуправлении требует разработки и внедрения новых технологий, позволяющих сохранять биоразнообразие и экологические функции леса в соответствии с международными требованиями. Эти

требования могут быть выполнены с помощью методики природоохранного планирования, разработанной на основе многолетней работы СПбНИИЛХ по формулировке методологии и практических исследований в рамках проекта WWF «Псковский модельный лес». По мере распространения в РФ систем добровольной лесной сертификации методика была доработана в соответствии с их принципами (в ходе практической работы на северо-западе РФ, которая выполнялась в течение последних лет на территории около 2 млн га).

В числе основных экологических требований устойчивого лесопользования, которые выполняются с помощью данной методики – сохранение не только редких, но также и типичных видов (включая промысловые), репрезентативных экосистем, лесов высокой природоохранной ценности (ЛВПЦ), а также экологических функций леса в целом, мониторинг [13]. Система природоохранного планирования может в определенной степени компенсировать основной недостаток существующей в РФ системы охраны природы – нацеленность, прежде всего, на сохранение уникальных объектов.

Целью природоохранного планирования является поддержание комплексной экологической стабильности территории. Данная цель может быть достигнута путем решения двух основных задач. Задача стабилизации ландшафтов территории, включая поддержание экологических и средообразующих функций леса, решается через определение лесохозяйственной нагрузки с сохранением экологической безопасности [1]. Другой задачей является сохранение биоразнообразия. Традиционно сохранение биоразнообразия в РФ осуществляется, прежде всего, путем создания ООПТ и охраны редких видов. Однако большая доля важных местообитаний находится в эксплуатационных лесах и никак не охраняется, а охрана отдельных местонахождений редких видов в силу большей или меньшей подвижности метапопуляций в пространстве и во времени также недостаточна. Наиболее рациональным решением данной проблемы является поддержание и воспроизводство мозаики местообитаний, обеспечивающих резерв выживаемости организмов различных типов сообществ [18, 19].

*Местообитание* характеризуется множеством измерений, которые можно разделить на 3 основные группы: уровень объекта (масштаб и размер), факторы формирования (условия среды) и собственное время (параметры естественной динамики). Задача сохранения сети местообитаний и привязанных к ним популяций может быть решена лишь при учёте всех групп факторов. Это может быть сделано с помощью системного ландшафтного подхода, который позволяет принимать обоснованные решения на разных уровнях планирования, с учетом разнообразия условий среды, динамики и размеров местообитаний.

*Иерархия местообитаний.* Любая природная территория представляет собой иерархию природно-территориальных комплексов (ПТК) разного уровня. Уровни ПТК, наиболее важные для структуры лесных территорий в условиях РФ – географический ландшафт (для крупных территорий – ландшафтный район, для горных и холмистых районов – также водосборы), местность, урочище и локальная мозаика внутри урочищ. Рассмотрим *уровни и факторы формирования* ландшафтных отдельностей.

Территория, в пределах которой – однородный геологический фундамент (геологические породы), одинаковый климат, один преобладающий тип рельефа и набор закономерно повторяющихся в пространстве местностей, называется физико-географическим ландшафтом [15]. Местности характеризуются единством рельефа, водного режима, дренированности и почвообразующей породы [6]. В пределах местности могут быть выделены урочища, характеризующиеся общей направленностью физико-географических процессов (стока, миграции вещества и пр.) и определённым положением в рельефе. Это наиболее чётко выраженные локальные геосистемы, создающие характерную для каждой местности внутреннюю пространственную мозаику [5]. Мозаика ландшафтных единиц является «жёстким каркасом» территории [6], скорость изменений которого относительно низка. Все эти единицы могут рассматриваться как категории местообитаний разного уровня, в которых формируются комплексы лесных сообществ.

За период существования урочища в нем может сформироваться множество вариантов растительных сообществ, т. к. рас-

тительный покров гораздо лабильнее «жесткого каркаса». Каждый из типов сообществ, а также внутренняя неоднородность в их пределах, в свою очередь, представляют собой местообитание для определённого набора видов биоты. Поэтому одним из важных компонентов планирования являются сведения о разнообразии лесных биотопов. Оценка экосистемного разнообразия и факторов его формирования предполагает типизацию местообитаний сообществ. Для решения прикладных задач долговременного характера наиболее подходит эколого-динамический подход [4], дополненный ландшафтной основой [11]. Наряду с типом почвообразующих пород, дифференцирующих разные типы местности, сочетание основных параметров урочища (позиция в рельефе и режим увлажнения) определяет экотоп и соответствующий ему спектр лесных сообществ, которые могут формироваться в данных условиях. При планировании используется понятие «группа лесорастительных условий», которое объединяет участки территории в пределах одной группы типов леса, близкие по составу почвообразующих пород и характеризующиеся сходными коренными сообществами, типами естественной динамики и траекториями сукцессий древостоев. Группы лесорастительных условий имеют региональное применение. На уровне природных зон, физико-географических регионов смена климата и геологического строения территории становится достаточно выраженной, что приводит к изменениям в структуре ландшафтов, направлении почвообразовательного процесса, в составе лесных сообществ и связях между составом лесных сообществ, их динамикой (ходом сукцессий) и лесорастительными условиями [11].

*Размер* (площадь) и расположение местообитаний также существенно влияют на биологическую ценность объекта. Интенсивность и давность хозяйственной освоенности территорий отражается на степени фрагментации и иерархическом уровне сохранившихся естественных местообитаний. В средней и северной тайге ещё есть малонарушенные лесные территории, охватывающие несколько ландшафтов, в южной – сохранились естественные объекты (массивы) уровня местности, а в смешанных лесах ЕТР и в Западной Европе даже отдельные старовозрастные выделы представляют большую редкость. Быстрая фрагментация мо-



жет дестабилизировать ландшафты территории, т. к. при единовременном уничтожении естественных сообществ на большой площади разрушаются взаимосвязи геокомплексов разного уровня, что выражается в нарушении водного баланса, увеличении эрозии и др. [14]. «Гибкая» устойчивость, т. е. скорость восстановления после крупных нарушений определяется интенсивностью функционирования ландшафта, что тесно связано с широтной зональностью: средне- и тем более северотаежные и притундровые лесные ландшафты намного уязвимее, чем ландшафты более южных районов [7]. Разрыв крупных лесных массивов на изолированные участки – одна из важных причин снижения качества местообитаний. В результате фрагментации увеличивается расстояние между популяционными локусами лесных видов, размеры их уменьшаются, а внешнее воздействие на них растёт, что ведет к снижению численности или исчезновению видов [9]. Реакция вида на снижение площади доступных местообитаний также проявляется на ландшафтном уровне [17]. В этой связи возникает вопрос о количестве одновременно представленных естественных местообитаний, необходимом и достаточном для экологической устойчивости территории.

Оценка данных показателей возможна путем определения параметров *естественной динамики* лесов, имеющей большое значение для сохранения биоразнообразия. Динамика сообществ обуславливает определённую пространственную и временную структуру биотопов, к которой на протяжении своего развития приспособляются прочие компоненты живой природы [3]. Восстановительная динамика экосистем направлена к наиболее стабильному состоянию, возможному в данных лесорастительных условиях – климаксовому. Старовозрастные леса представляют собой мозаику пятен, находящихся на разных этапах развития, что является основой сукцессионной устойчивости климаксовых биоценозов [10, 2]. Хозяйственная деятельность требует снижения устойчивости ландшафта путём перевода сообществ в определённую стадию восстановительной сукцессии [8]. Для сохранения устойчивости территории и динамического разнообразия местообитаний необходимо в какой-то мере воссоздавать естественную возрастную структуру лесных сообществ. Естественные

нарушения имеют разный масштаб. Микронарушения и формирование мелких окон происходят постоянно, с высокой частотой, формируя мозаику внутри выдела. Средние окна образуются реже, при сильных ветрах и низовых пожарах [20, 16]. Для реконструкции естественной возрастной структуры на уровне ландшафта необходимо учитывать, прежде всего, сильные нарушения, приводящие к образованию крупных окон и, соответственно, новых выделов. Частоты крупных нарушений существенно зависят от лесорастительных условий, а также от физико-географических факторов. Наиболее важным является определение минимально допустимой доли старовозрастных участков, поскольку данные сообщества не воспроизводятся в лесохозяйственном цикле, представляя при этом наибольшую ценность для сохранения биоразнообразия [12].

### **Проектирование сети местообитаний**

Разные экологические функции леса проявляются на разных уровнях иерархии, и, следовательно, природоохранное планирование должно выполняться для ПТК разного масштаба – ландшафта, местности, урочища, сообщества (выдела) и объектов внутри выдела. На каждом уровне производится определение редких и уязвимых объектов, формулируются критерии их выделения и ограничения на хозяйственную деятельность. При планировании необходимо также определить достаточную площадь и параметры местообитаний, требующих охраны и воспроизводства, включая пороговые площади местообитаний и уровни воздействий, за пределами которых с высокой вероятностью могут наступить долгосрочные отрицательные последствия.

Задача природоохранного планирования на уровне ландшафта – определение приоритетов экологической политики, учёт общих особенностей ландшафта при планировании лесопользования, выделение малонарушенных территорий и предложения по ООПТ. На уровне местности – это определение групп лесорастительных условий, а также выбор редких и уязвимых местностей, в которых нужно вводить ограничения на некоторые хозяйственные мероприятия. Уровень сообщества или выдела – основной

для природоохранного планирования. На этом уровне вводятся ограничения в ходе лесоустройства, если выдел относится к какому-то типу защитных лесов или особо защитных участков (ОЗУ). Поэтому и дополнительные ограничения целесообразно вводить также на уровне выдела. Каждый лесной выдел неоднороден. Он состоит из мозаики микроместообитаний, которые отличаются особенностями увлажнения, почвенными условиями, набором обитающих там видов живых организмов. Некоторые из этих местообитаний – ключевые объекты – важны для сохранения биоразнообразия и лесной среды на делянке. Выделение ключевых объектов проводится при операционном планировании мероприятий.

Анализ информации в контексте более высоких уровней (ландшафта и местности) помогает корректно сформировать природоохранные нормативы, в частности, определить критерии выбора редких и репрезентативных местообитаний, пороговые и целевые показатели, перечни ключевых объектов и др. Далее определяется адресный перечень участков, необходимых для сохранения биологического и ландшафтного разнообразия на конкретной территории лесопромышленного управления и соответствующих требованиям сертификации (ЛВПЦ, репрезентативные экосистемы, ключевые местообитания и т. д.). Эти участки выделяются в формате дополнительных особо защитных участков (дОЗУ), в которых ограничивают хозяйственную деятельность вплоть до полного запрета любых хозяйственных мероприятий.

Для эффективной охраны биоразнообразия в коммерческих лесах необходимо сформировать экологический каркас территории, позволяющий сохранить разнообразие местообитаний. При построении экологической сети определяются список и территориальное размещение выделов, на которых вводится особый режим ведения хозяйства. «Коридоры» экологической сети чаще всего формируют водоохранные, нерестоохранные и берегозащитные зоны вдоль рек, озер и болот. Экологические «ядра» могут быть представлены ООПТ или резерватами, резервными лесами, малонарушенными лесными территориями, которые лесопромышленные компании сохраняют в добровольном порядке, а также компактными массивами выделов защитных лесов, ОЗУ и дОЗУ.

На финальной стадии природоохранного планирования могут быть рассчитаны различные сценарии ведения лесного хозяйства на длительный период. В соответствии с требованиями систем лесной сертификации сценарии проведения мероприятий обсуждаются на общественных слушаниях с участием представителей всех заинтересованных сторон. В процессе обсуждения последствий различных сценариев выбирается компромиссный вариант, который принимается в качестве основы для разработки проекта освоения лесных участков и практического построения экологической сети. Результатом планирования является найденное для каждого выдела оптимальное соотношение хозяйственной и природоохранной функций.

Технологический цикл работ по природоохранному планированию включает несколько этапов:

- Подбор и объединение всей доступной информации о территории.
  - Создание ландшафтной карты и карты местностей.
  - Формирование рабочей ГИС и базы данных, анализ информации, проведение полевых работ.
  - Формирование нормативной базы для данной территории.
  - Формирование списков объектов сохранения биоразнообразия разных уровней (сценариев); построение экологической сети, пространственная оптимизация дислокации компонентов сети, направленная на снижение фрагментации.
- Расчёт пользования на оборот рубки по специальной модели со следующими условиями:
  - а) просчитывание различных вариантов сценариев;
  - б) неубывание лесопользования;
  - в) не резкое падение прибыли;
- Принятие решений с участием заинтересованных сторон.
- Внедрение системы мониторинга, определение целевых и пороговых показателей.

## **Заключение**

Предлагаемая методика разработана и применяется для равнинных территорий северо-западного региона РФ. В существующем виде она предназначена, прежде всего, для природоохранного планирования в коммерческих лесах, но подходит и для районов с малонарушенными лесными территориями. Использование ландшафтного подхода позволяет выделить наиболее ценные малонарушенные массивы и разработать рекомендации по сохранению и восстановлению биоразнообразия на свежих вырубках, а также на месте ранее срубленных лесов. Методика может быть использована также для горных территорий и других регионов с учётом местных природных особенностей – после определенной корректировки ландшафтного уровня планирования.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Беручашвили Н., Шенгелия О. Ландшафтно-экологическое проектирование при лесоустройстве и управление лесами в горных странах // Четыре измерения ландшафта 20 лет спустя / ред. Исаченко Г.А., Кушлин Н.Н., Элизбашвили Н.Н. М.: Алекс, 2006. С. 62-70.
2. Василевич В.И. Некоторые новые направления в изучении динамики растительности // Бот. журн. 1993. Т. 78. № 10. С. 1-15.
3. Громцев А.Н. Динамика коренных таежных лесов в Европейской части России при естественных нарушениях // Актуальные проблемы геоботаники. III Всероссийская школа-конференция. Лекции. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2007. С. 283-301.
4. Ипатов В.С., Кирикова Л.А. Фитоценология. СПб: Изд. СПбГУ, 1997, 1999. 316 с.
5. Исаченко А.Г., Исаченко Г.А. Ландшафтное районирование и типология ландшафтов Ленинградской области // Общие принципы лесопользования и лесовыращивания на ландшафтно-лесотипологической основе. СПб: СПбНИИЛХ, 1994. С. 11-21.
6. Исаченко Г.А., Резников А.И. Динамика ландшафтов тайги Северо-Запада европейской России. СПб: Изд-во Русск. геогр. о-ва, 1996. 166 с.
7. Исаченко А.Г. Введение в экологическую географию. СПб.: Изд-во СПбГУ, 2003. 192 с.
8. Казаков Л.К. Ландшафтоведение с основами ландшафтного планирования. М.: Академия, 2008. 336 с.
9. Кауханен Х., Нешатаев В. и др. Хвойные леса северных широт – от исследования к экологически ответственному лесному хозяйству. METLA, 2009. 172 с.

10. Популяционная организация растительного покрова лесных территорий (на примере широколиственных лесов европейской части СССР) / О.В. Смирнова [и др.]. Пушино: НЦБИ АН СССР, 1990. 92 с.
11. Рождественский С.Ю. Ландшафтный подход в лесном хозяйстве. СПб, 2010, 36 с.
12. Романюк Б.Д., Загидуллина А.Т., Книзе А.А. Природоохранное планирование ведения лесного хозяйства. Проект WWF «Псковский модельный лес». СПб: СПбНИИЛХ, 2009. 32 с.
13. Российский национальный стандарт добровольной лесной сертификации по схеме Лесного попечительского совета / Под ред. М.Л. Карпачевского и В.А. Чупрова. М.: Российская национальная инициатива Лесного попечительского совета, 2008.
14. Рубцов М.В., Дерюгин А.А и др. Водорегулирующая роль таежных лесов. М.: Агропромиздат, 1990. 223 с.
15. Солнцев В.Н. Системная организация ландшафтов. М.: Мысль, 1981. 240 с.
16. Федорчук В.Н., Кузнецов М.Л., Андреев А.А. и др. Резерват «Вепсский лес», лесоводственные исследования. СПб: СПбНИИЛХ, 1998. 208 с.
17. Andron H. Effects of habitat fragmentation on birds and mammals in landscapes with different proportions of suitable habitat: a review. *Oikos*, 1994. 71. 355-366.
18. Hunter M.L. Maintaining biodiversity in forest ecosystems. Cambridge University Press, 1999. 698 p.
19. Kuuluvainen T. Natural variability of forests as a reference for restoring and managing biological diversity in boreal Fennoscandia // *Silva Fennica*. 36(1). 2002. P. 97-125.
20. Zackrisson O. The influence of forest fires in the North Swedish boreal forest. *Oikos*, 1977. 29: 22-32.

## СОДЕРЖАНИЕ

### *Пленарное заседание*

<i>Байзаков С.Б.</i> Основные цели, принципы и приоритеты лесной политики в малолесных странах	3
<i>Ковалевич А.И., Усеня В.В.</i> Научное обеспечение инновационного развития лесного хозяйства Республики Беларусь	9

### *Круглый стол № 1*

#### ***Экономика и управление инновационным развитием лесного хозяйства в России***

<i>Алексеев А.С., Селиховкин А.В.</i> Особенности воспроизводства лесных ресурсов и проблема интеграции лесного хозяйства в рыночную экономику	18
<i>Sved Johnny.</i> The economical maturity of forests (Экономическая спелость лесов)	28
<i>Шматков Н.М.</i> Интенсивное и устойчивое управление лесами: видение заинтересованных сторон лесного сектора	33
<i>Бажанов А.А.</i> Управление инновационным развитием лесного хозяйства в России	39

### *Круглый стол № 2*

#### ***Лесная политика России: проблемы, подходы, решения***

<i>Ярославцев С.В.</i> Некоторые вопросы устойчивого управления притундровыми лесами Европейского Севера России	50
<i>Шутов И.В.</i> Избежать разномыслия в толковании терминов и определений при конструировании национальной лесной политики и нового лесного кодекса России	54
<i>Кошелев А.В., Рулев А.С.</i> Применение ГИС-технологий при инвентаризации защитных лесных насаждений	64
<i>Соколов В.А., Онучин А.А., Втюрина О.П., Соколова Н.В., Кучмистов А.А.</i> О стратегии развития лесного комплекса Красноярского края	71
<i>Балахонцев В.Н.</i> Перспективы частного лесовыращивания в Казахстане	78

### *Круглый стол № 3*

#### ***Проблемы интенсификации лесопользования и контроля в сфере оборота круглых лесоматериалов***

<i>Пальчиков С.Б., Румянцев Д.Е.</i> Идентификация места происхождения древесины на основе дендрохронологической информации – инновационная технология контроля за легальностью заготовки древесины	82
<i>Ковалев А.П., Алексеенко А.Ю., Ковалев С.А.</i> Состояние	87

и перспективы использования и воспроизводства лесных ресурсов Дальневосточного региона <i>Синькевич С.М., Федулов В.С.</i> Коммерческие разреживания и выбор стратегии лесопользования	93
<i>Гиряев Н.М., Жаворонков Ю.М.</i> Судебная дендрохронология	102
<i>Ананьев В.А., Мошиников С.А.</i> 20-летний опыт проведения выборочных и постепенных рубок в защитных лесах Северного Приладожья	109

*Круглый стол № 4*

***Инновации и технологии в воспроизводстве лесов***

<i>Saksa Timo.</i> Cost-effective forest regeneration – case spruce planting (Рентабельность лесовосстановления при выращивании еловых культур)	119
<i>Егоров А.Б., Бубнов А.А., Павлюченкова Л.Н., Омеляненко А.Я.</i> Современное состояние и пути развития химического метода ухода за лесом в России	122
<i>Федорков А.Л.</i> Создание плантаций гибридной осины	129
<i>Раевский Б.В.</i> Система прогноза урожая шишек и семян на лесосеменных плантациях сосны обыкновенной в Карелии	133
<i>Голиков А.М., Жигонов А.В.</i> Влияние густоты посадки на формовую и генетическую структуру быстро- и медленно- растущих деревьев ели европейской и сосны обыкновенной	145
<i>Ветчинникова Л.В., Кузнецова Т.Ю., Петрова Н.Е., Саковец Е.С.</i> Воспроизводство ресурсов карельской березы в Карелии на основе современных биотехнологий: исторические предпосылки и причины внедрения	153
<i>Карпеченко Н.А., Землянухина О.А., Карпеченко И.Ю., Вепринцев В.Н., Кондратьева А.М.</i> Применение методов ПЦР в ранней диагностике формоспецифичности дуба черешчатого ( <i>Quercus robur</i> L.)	161
<i>Мухортов Д.И., Мичеева Э.В.</i> Субстраты на основе органических отходов для выращивания сеянцев с закрытой корневой системой	169
<i>Семенова В.А.</i> Изучение биохимических изменений древесных растений в ответ на стрессирующее воздействие	178
<i>Ямалеев О.А., Николаева М.А., Каматов Д.Е.</i> Географические культуры сосны обыкновенной в Республике Башкортостан	184

*Круглый стол № 5*

***Инновации и технологии в охране и защите леса***

<i>Гусев В.Г., Арцыбашев Е.С.</i> Перспективные наземные и авиационные технологии для борьбы с лесными пожарами	197
<i>Калинин А.В.</i> Моделирование тушения лесного пожара в формате 3D на цифровом тренажере	205
<i>Гниненко Ю.И.</i> Инновационные пути развития средств защиты	209



леса	
<i>Евграфов А.В.</i> Приборное обеспечение инновационного метода мониторинга лесоторфяных пожаров	217
<i>Лямцев Н.И.</i> Нормативно-правовая база системы защиты лесов от вредных организмов	225
<i>Шур Ю.З., Густов М.Ю., Доммес В.А., Доммес О.А., Шепелёва И.С., Элькина Д.В.</i> Стратегическое планирование деятельности лесопожарных служб	234

*Круглый стол № 6*

***Инновационные технологии в лесном комплексе***

<i>Воробьёв В.С.</i> Состояние и развитие механизации в лесном хозяйстве	244
<i>Greis Pppo.</i> Developing planning and construction of forest roads in Russia (Развитие проектирования и строительства лесных дорог в России)	250
<i>Герасимов Ю.Ю.</i> Лесозаготовки и лесная логистика – в фокусе научные исследования и бизнес-возможности на Северо-Западе России	256
<i>Сорокина И.А., Гимельбрант Д.Е., Спирин В.А., Кушневская Е.В., Степанчикова И.С., Кузнецова Е.С., Чиркова (Виноградова) Г.А.</i> Использование методики выявления биологически ценных лесов (БЦЛ) на территории Ленинградской области при лесной сертификации лесопромышленных компаний	266
<i>Алексеев А.С.</i> Баланс продукции органического вещества в лесной экосистеме и учет	277
<i>Шульга В.Д.</i> Основные принципы биосферного климатического степного лесоводства	285
<i>Шишалов И.С., Филимонов А.В.</i> Автоматизация работы систем мониторинга леса	295
<i>Дружинин Ф.Н.</i> Комплексные рубки в системе лесопользования на Европейском Севере	302
<i>Шемякина А.В.</i> Использование типовых линий роста для моделирования роста ели аянской по высоте	310
<i>Нуреева Т.В., Романов Е.М., Котлов В.Г., Мифтахов Т.Ф.</i> Качество древесины при плантационном выращивании сосны обыкновенной в условиях сураменей	320
<i>Зимницкий П.В.</i> Проект внедрения современных методов инструментальных исследований в природе	328
<i>Загидуллина А.Т., Романюк Б.Д.</i> Методика природоохранного планирования для территорий лесопользования	332

## CONTENTS

### *Plenary session of the conference*

<i>Baizakov S.B.</i> Main objectives, principles and priorities forest policy in the countries sparsely wooded	3
<i>Kovalevich A.I., Usenia V.V.</i> Giving scientific support to the innovative development of forestry in the Republic of Belarus	9

### *Round table № 1*

#### *Economics and Management of Innovation Development Forestry in Russia*

<i>Alekseev A.S., Selihovkin A.V.</i> Long rotation forestry and its integration into the market economy	18
<i>Sved Johnny.</i> The economical maturity of forests	28
<i>Shmatkov N.M.</i> Intensive and sustainable management forests: the vision of stakeholders forest	33
<i>Bazhanov A.A.</i> Innovation development forestry in Russia	39

### *Round table № 2*

#### *Forest Policy of Russia: problems, **approaches**, solutions*

<i>Yaroslavtsev S.V.</i> Some aspects of sustainable forest management in pre-tundra forests of the European North of Russia	50
<i>Shutov I.V.</i> Avoiding differences of opinion in interpretation of terms and definitions when designing a national forest policy and new Russian forest code	54
<i>Koshelev A.V., Rulev A.S.</i> Using GIS-technologies for inventory of protective afforestation	64
<i>Sokolov V.A., Onuchin A.A., Vtyurina O.P., Sokolova N.V., Kuchmistov A.A.</i> A strategy of Krasnoyarsk forest complex development	71
<i>Balahoncev V.N.</i> Prospects for private forest growing in Kazakhstan	78

### *Round table № 3*

#### *The problems of the intensification of forest management and control in turnover of roundwood*

<i>Palchikov S.B., Rumyantsev D.E.</i> Identification of place of wood origin based on dendrochronological information is an innovative technology to control the legality of wood procurement	82
<i>Kovalev A.P., Alexeenko A.Yu., Kovalev S.A.</i> Condition and prospects of usage and reforestation of forest resources in the Far Eastern region	87
<i>Sinkevich S.M., Fedulov V.S.</i> Commercial thinning forest management and selection strategy	93
<i>Giryaev N.M., Zhavoronkov Yu.M.</i> Forensic dendrochronology	102
<i>Ananyev V.A., Moshnikov S.A.</i> 20 years of selective and gradual fellings in protective forests of northern Ladoga region	109

*Round table № 4*  
*Innovation and technology in the reproduction of forests*

<i>Saksa Timo.</i> Cost-effective forest regeneration – case spruce planting	119
<i>Egorov A.B., Bubnov A.A., Pavluchenkova L.N., Omelyanenko A.Y.</i> Modern condition and ways of development of chemical method of the forest care in Russia	122
<i>Fedorkov A.L.</i> The establishment of hybrid aspen plantations	129
<i>Raevsky B.V.</i> Cone and seed yield forecasting in Scotch pine seed orchards in Karelia	133
<i>Golikov A.M., Zhigunov A.V.</i> Effect of planting density on the genetic and form structure of fast- and slow-growing Norway spruce and Scots pine	145
<i>Vetchinnikova L.V., Kuznetsova T.Yu., Petrova N.E., Sakovets E.S.</i> Reproduction of Karelian birch resources in Karelia by means of modern biotechnology: historical background and reasons for the introduction	153
<i>Karpechenko N.A., Zemlyanuhina O.A., Karpechenko I.Yu., Veprintsev V.N., Kondrateva A.M.</i> Using of PCR methods for early specificity diagnosis of <i>Quercus robur</i> L.	161
<i>Muhortov D.I., Micheeva E.V.</i> Substrates on the basis of organic wastes for the cultivation of plantlets with closed root system	169
<i>Semenova V.A.</i> The study of biochemical changes of woody plants in response to the stressful effects	178
<i>Yamaleev O.A., Nikolayeva M.A., Kamatov D.E.</i> Geographical planta- tions of Scots Pine in the Republic of Bashkortostan	184

*Round table № 5*  
*Innovation and technology in the preservation  
and protection of forests*

<i>Gusev V.G., Arzybashev E.S.</i> Perspective technologies of the localiza- tion of the forest fires	197
<i>Kalinin A.V.</i> Modelling of extinguishing of forest fire in a format 3D on a digital trainer	205
<i>Gninenko Yu.I.</i> Innovative ways of development of protection frames of wood	209
<i>Evgrafov A.V.</i> An innovative method and instrumentation for monitor- ing of peat forest fires	217
<i>Lyamtsev N.I.</i> Regulatory background of forest protection against ha- zardous organisms	225
<i>Shur Y.Z., Gustov M.Y., Dommes V.A., Dommes O.A., Shepyeleva I.S., El'kina D.V.</i> Strategic planning for forest fire protection services	234

*Round table № 6*  
*Innovative technologies in timber industry*

<i>Vorobjev V.S.</i> Situation and development of forestry mechanization	244
<i>Greis Ilppo.</i> Developing planning and construction of forest roads in Russia	
<i>Gerasimov Yu.Yu.</i> Wood harvesting and logistics – focus on research and business opportunities in Northwestern Russia	250
<i>Sorokina I.A., Gimelbrant D.E., Spirin V.A., Kushnevskaia E.V., Stepanchikova I.S., Kuznetsova E.S., Chirkova (Vinogradova) G.A.</i> Biologically valuable forests investigations within a certification of logging companies in Leningrad Region	256
<i>Alekseev A.S.</i> Balance of organic matter production in forest ecosystem and accounting for greenhouse gas according Kyoto protocol	266
<i>Shoolga V.D.</i> Basic principles of biospheric climax steppe forestry	277
<i>Shishalov I.S., Filimonov A.V.</i> Automation of forest surveillance systems operations	285
<i>Koshelev A.V., Rulev A.S.</i> Using GIS-technologies for inventory of protective afforestation	295
<i>Druzhinin F.N.</i> Complex fellings in the system of forest use in European North	302
<i>Shemyakina A.V.</i> The usage of typical growth rows of picea ajanensis by height for growth modelling	310
<i>Nureeva T.V., Romanov E.M., Kotlov V.G., Miftachov T.F.</i> The quality of wood in plantation grown pine in surameney	320
<i>Zimnitsky P.V.</i> Adoption of new technology for instrumental measuring in nature	328
<i>Zagidullina A.T., Romaniouk B.D.</i> Landscape ecological planning for sustainable forestry	332

**ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ РУКОПИСЕЙ АВТОРАМИ  
В БУМАЖНОМ И ЭЛЕКТРОННОМ ВАРИАНТАХ**

**Параметры страницы:** поля – верхнее и нижнее по 5,7 см, левое и правое – по 5 см; верхний колонтитул – 0, нижний – 6,2 см

**Отступ красной строки по всему тексту статьи (кроме заголовков) – 0,5 см**

**Межстрочный интервал –** одинарный

**Расстановка переносов –** автоматическая, ширина зоны переноса слов 0,25 пт

**Шрифт –** Times New Roman

---

УДК (9пт)

**НАЗВАНИЕ СТАТЬИ (11 пт, Ж)**

(Автор) *И.О. ФАМИЛИЯ* (11 пт, курсив)

Название организации, её почтовый адрес, телефоны, эл. почта автора (9 пт.)

РЕЗЮМЕ (9 пт)

Текст (9 пт, отступ – 0,5 см)

**К л ю ч е в ы е с л о в а** (шрифт 9 пт, разреженный на 3пт) : *слова*  
(курсив без разрядки шрифта)

SUMMARY

**Название на английском языке (9 пт, Ж)**

(Автор) *И.О. Фамилия* на английском языке (9 пт, курсив). Название организации (9 пт, обычный шрифт)

Текст на английском языке (9 пт, отступ 0,5 см)

**K e y w o r d s :** (оформляются так же, как «ключевые слова»)

Текст статьи (11 пт) должен отражать состояние вопроса, методы изучения, результаты исследований и выводы. Латинские названия в тексте выделяются *курсивом*.

При наличии в статье разделов каждый из них отделяется от текста предыдущего раздела двумя пропусками, а от текста самого раздела – одним пропуском. Название раздела размещается посередине и выполняется жирным шрифтом. Например:

НАЗВАНИЕ РАЗДЕЛА

Текст раздела

Статья может иметь необходимые для разъяснения сути изложенного таблицы и рисунки.

**Таблицы.** Нумерация таблиц сквозная. Слово «Таблица» – шрифт 9 пт, курсив, с выравниванием по правому краю. Название таблицы строчкой ниже, жирным шрифтом 9 пт, посередине строки. Между названием и таблицей – расстояние, равное 5 пт.

Таблица может размещаться как на книжной, так и на альбомной странице, но с соблюдением параметров страницы.

Шапка таблицы выполняется шрифтом размером 7-8 пт. Все обозначения параметров латинскими или греческими буквами оформляются курсивом. Текст внутри таблицы выполняется шрифтом 9 пт.

Например:

Таблица 1

**Средние лесоводственно-таксационные показатели**

Квартал, выдел	Диаметр ствола, <i>D</i> , см	Высота ствола, <i>H</i> , м	Возраст, лет	Бонитет
xx (x)	xx	xx	xx	x

Примечание. Слово «примечание» выполняется шрифтом 8 пт, с разрядкой 3 пт, текст примечания – без разрядки.

**Графический материал** размещается в тексте после соответствующей ссылки (кроме этого предоставляется отдельными файлами, которые можно корректировать – выполняется в графическом редакторе). Цвет – черный, начертание линий четкое; текст и цифры по осям, расшифровка условных обозначений, подрисовочная подпись – размером 9 пт. Подрисовочные подписи размещаются внизу, по центру. Нумерация рисунков сквозная. Например:

Рис. 5. Распределение ...

Ссылки на литературные источники в тексте заключаются в квадратные скобки и оформляются курсивом. Например: [1, 7, 12].

**БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК (9 пт)**

Список формируется по алфавиту и оформляется по ГОСТ Р 7.0.5-2008. Нумерация работ производится арабскими цифрами, с абзаца.

Адрес для отправки рукописей: 194021, Санкт-Петербург, Институтский пр., д. 21, ФБУ «СПбНИИЛХ», отдел НТИ и ОД.  
Адрес электронной почты: [inf-niilh@inbox.ru](mailto:inf-niilh@inbox.ru)  
Сайт института [www.spb-niilh.ru](http://www.spb-niilh.ru)

*Научное издание*

**ИННОВАЦИИ И ТЕХНОЛОГИИ  
В ЛЕСНОМ ХОЗЯЙСТВЕ**

**Материалы II Международной  
научно-практической конференции**  
06-07 февраля 2012 г., Санкт-Петербург,  
ФБУ «СПбНИИЛХ»

Часть 1

*Редактор*  
*Т.А. Семакова*

---

Подписано в печать 18.06.2012 г.  
Формат 60x84 1/16. Бумага офсетная. Печать трафаретная.  
Объем 21,9 уч.-изд. л. Тираж 200 экз. Заказ № 247

---

Федеральное бюджетное учреждение «Санкт-Петербургский  
научно-исследовательский институт лесного хозяйства»  
194021, г. Санкт-Петербург, Институтский пр., 21

Отпечатано в Издательстве Политехнического университета,  
Член Издательско-полиграфической ассоциации университетов России.  
Адрес университета и издательства:  
195251, Санкт-Петербург, Политехническая ул., 29