

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

УДК 630*238+630*24:630*238 (043.3)

**Подошвелев
Дмитрий Александрович**

**СИСТЕМЫ ЛЕСОВОДСТВЕННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ
ПО УСКОРЕННОМУ ВЫРАЩИВАНИЮ КРУПНОМЕРНОЙ
И ТОПЛИВНОЙ ДРЕВЕСИНЫ**

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук
по специальности 06.03.02 – лесоведение,
лесоводство, лесоустройство и лесная таксация

Минск 2011

Работа выполнена в учреждении образования «Белорусский государственный технологический университет» на кафедре лесоводства

Научный руководитель **Штукин С. С.**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры лесоводства учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет»

Официальные оппоненты: **Ловчий Н. Ф.**, доктор биологических наук, главный научный сотрудник ГНУ «Институт экспериментальной ботаники имени В. Ф. Купревича НАН Беларуси»;

Волович П. И., кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий сектором лесовосстановления ГНУ «Институт леса НАН Беларуси»

Оппонирующая организация УО «Гомельский государственный университет имени Ф. Скорины»

Защита состоится 24 июня 2011 г. в 10⁰⁰ часов в аудитории 240, корпус 4 на заседании совета по защите диссертаций Д 02.08.05 при учреждении образования «Белорусский государственный технологический университет» (ул. Свердлова, 13а, 220006, г. Минск), тел. (8-017) 226-08-43, факс (8-017) 227-62-17

E-mail : minkevich@tut.by

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет».

Автореферат разослан «23» мая 2011 г.

Ученый секретарь совета
по защите диссертаций
кандидат сельскохозяйственных наук



С. И. Минкевич

ВВЕДЕНИЕ

Одной из важнейших задач лесохозяйственного производства является обеспечение народного хозяйства Республики Беларусь наиболее ценной древесной продукцией. При этом за последние десятилетия отмечается неуклонный рост спроса на крупномерную древесину (пиловочник) хвойных пород, что свидетельствует о необходимости ускоренного выращивания данного вида лесных материалов. Наряду с пиловочником в нашей стране резко возрастает потребность в топливной древесине, которая является ценным возобновляемым и экологически безопасным источником энергии.

Ускоренное выращивание древесины с заранее заданными свойствами является главной целью плантационного лесоводства, которое уже давно широко применяется в мире. Не случайно на Всемирном лесном конгрессе в Буэнос-Айресе (2009 г.) лесным плантациям было уделено особое внимание. В Беларуси для ускоренного выращивания крупномерной древесины на лесных плантациях большой интерес представляет сосна обыкновенная, которая является основной лесобразующей породой и успешно произрастает на относительно бедных почвах. Исследования по сокращению сроков выращивания крупномерной древесины сосны в нашей стране проводились В. А. Морозовым, П. С. Шиманским, С. С. Штукиным, А. П. Майсеенком и другими авторами на базе стационарных экспериментов с применением различных лесохозяйственных мероприятий в древостоях до 30-летнего возраста. К настоящему времени эти древостои уже достигли 40 лет. Изучение их продуктивности и качества древесины представляет большой научный и практический интерес, так как позволяет разработать более совершенную систему мероприятий по ускоренному выращиванию крупномерной древесины сосны.

Для выращивания топливной древесины на энергетических лесных плантациях в условиях Беларуси интерес представляют такие быстрорастущие виды, как сосна обыкновенная, береза повислая, тополь китайский, лиственница европейская, ель европейская, ольха серая и ива корзиночная.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Связь работы с крупными научными программами (проектами) и темами. Диссертационная работа выполнена на кафедре лесоводства УО «Белорусский государственный технологический университет» в течение 2003–2010 гг. в рамках следующих научно-исследовательских тем:

1. «Разработать экологически ориентированные системы лесовыращивания» (ГБ 1/3–02). Срок выполнения 2003–2005 гг.
2. «Исследование сосново-березовых культур с целью создания и выращивания энергетических плантаций» (ГБка 25–045) УО «Уч. гос. регистрации 2005822. Срок выполнения 2005 г.;



1473 ah

3. «Научное обоснование эффективных технологических процессов по возобновлению и уходу за лесом» (ГБ 1/3–06). Срок выполнения 2006–2009 гг.;

4. «Исследование продуктивности и устойчивости сосново-березовых древостоев, предназначенных для ускоренного выращивания топливной древесины на энергетических плантациях» (ГБ 26–110) № гос. регистрации 20063978. Срок выполнения 2006–2010 гг.

Цель и задачи исследования. Цель исследования – обоснование системы лесоводственных мероприятий по ускоренному выращиванию крупномерной древесины сосны обыкновенной, а также топливной древесины сосны обыкновенной, березы повислой и других видов для использования в энергетике.

Для достижения поставленной цели предусмотрено решение следующих задач:

1) исследовать влияние химической и биологической мелиорации, а также обрезки сучьев в изреженных древостоях до 40-летнего возраста на формирование сосновых насаждений и физико-механические свойства получаемой древесины;

2) обосновать систему лесоводственных мероприятий по ускоренному выращиванию крупномерной древесины сосны обыкновенной на лесных плантациях;

3) определить энергетическую производительность древостоев сосны обыкновенной, березы повислой, тополя китайского, лиственницы европейской, ели европейской, ольхи серой в 20–30-летнем возрасте и ивы корзиночной – в 5 лет;

4) разработать систему лесоводственных мероприятий по ускоренному выращиванию топливной древесины на плантациях, обеспечивающих возобновляемые и экологически безопасные ресурсы для энергетики.

Объектом исследования явились сосновые насаждения искусственного происхождения в возрасте от 30 до 40 лет с различной интенсивностью изреживания, применением химической и биологической мелиорации и обрезки сучьев, а также березовые, сосновые, тополевые, лиственничные, еловые насаждения искусственного происхождения в возрасте от 20 до 30 лет, ивовые плантации (в 5 лет) и 30-летние сероольшаники естественного происхождения, являющиеся прототипами энергетических плантаций.

Предмет исследования – продуктивность сосновых древостоев, физико-механические свойства древесины сосны обыкновенной, энергетическая производительность древостоев сосны, березы, тополя, лиственницы, ели, ольхи серой и ивы корзиночной.

Положения, выносимые на защиту:

1. Обоснование системы лесоводственных мероприятий по ускоренному выращиванию крупномерной древесины сосны, позволяющей сокра-

тить сроки ее выращивания на один класс возраста, повысить экономическую эффективность лесовыращивания на 5–20%.

2. Система лесоводственных мероприятий по ускоренному выращиванию древесины тополя китайского, березы повислой и сосны обыкновенной на энергетических плантациях, позволяющая изменять целевую направленность лесовыращивания при невостребованности топливной древесины в будущем и обеспечивающая рентабельность производства щепы топливной 20–30% при транспортировке ее на расстояние не более 60 км.

3. Закономерности роста сосны обыкновенной на лесных плантациях, где в результате изреживания молодняков в середине первого класса возраста с густотой 7–8 тыс. шт./га до 2 и 4 тыс. шт./га к 40-летнему возрасту средний диаметр древостоев увеличивается на 20–35%, общий запас – на 20–30%, запас крупной и средней деловой древесины – в 2,7–3,3 раза без заметного снижения физико-механических свойств древесины.

4. Создание и выращивание энергетических плантаций березы повислой и сосны обыкновенной, обеспечивающих энергетические ресурсы с заготовкой топливной древесины в 20–25-летнем возрасте до 100–150 м³, тополя китайского – до 200 м³ технологического сырья с 1 га, а также энергетическую производительность 20-летних сосновых и березовых древостоев 710–910 ГДж/га, 19-летних тополевых – 1440 ГДж/га.

Личный вклад соискателя. Автором подобраны объекты в сосновых насаждениях, заложены пробные площади, определены физико-механические свойства древесины сосны, произведена обработка и статистический анализ собранного материала, обобщены результаты исследований, разработана более совершенная система лесоводственных мероприятий по ускоренному выращиванию крупномерной древесины сосны на лесных плантациях, исследована энергетическая производительность и экономическая эффективность выращивания топливной древесины различных видов, обоснована система лесоводственных мероприятий по ускоренному выращиванию энергетических плантаций, сформулированы защищаемые положения и выводы. В научных публикациях, написанных в соавторстве с руководителем диссертационной работы, предложены технологические схемы выращивания сосны на энергетических плантациях [3, 10, 12, 13, 14, 16, 17], изложены полученные данные по продуктивности сосновых древостоев при различных технологиях лесовыращивания [1, 2, 5, 8, 9], сформулированы показатели оценки воздействия лесоводственных мероприятий на другие компоненты сосновых фитоценозов. В публикациях [4, 6, 7, 11, 15] представлен собранный автором экспериментальный материал, сформулированы цели и задачи исследований, обобщены полученные результаты.

Апробация результатов диссертации. Основные положения, методики, результаты исследований и практические рекомендации докладывались и получили положительную оценку на ежегодных научно-технических конференциях БГТУ (Минск, 2003–2011); на Международной научно-практической конференции «Леса Европейского региона – устойчивое управление и развитие» (2002).

Опубликованность результатов диссертации. По теме диссертации опубликовано 17 научных работ, в том числе 12 статей в научных изданиях, включенных в Перечень ВАК Республики Беларусь, объемом 2,7 авторских листа и 5 работ объемом 0,9 авторских листа в других изданиях.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, общей характеристики работы, пяти глав, заключения, списка использованных источников из 232 наименований, в том числе 19 на иностранном языке и 25 приложений.

Объем диссертационной работы составляет 205 страниц, в том числе 93 страницы текста, 34 рисунка на 15 страницах и 36 таблиц на 33 страницах. Приложения представлены на 62 страницах, на которых приведены характеристика временных пробных площадей, живого напочвенного покрова, расчет нормативно-технологических карт для различных технологий лесовыращивания.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Основные этапы развития интенсивного лесовыращивания в Республике Беларусь

В первой главе приведен анализ источников литературы по вопросам ускоренного выращивания сосны обыкновенной с применением различных лесохозяйственных мероприятий. Отмечено, что большой вклад в изучение этих вопросов внесли такие отечественные и зарубежные ученые, как И. С. Мелехов, Б. И. Гаврилов, И. В. Шутов, Е. Л. Маслаков, И. А. Маркова, А. И. Писаренко, М. Д. Мерзленко, В. С. Победов, Б. Д. Жилкин, В. А. Морозов, П. С. Шиманский, С. С. Штукин, В. В. Усея, А. П. Майсеенок, Н. Ф. Ловчий, П. И. Волович, Л. Н. Рожков, В. И. Шубин, Г. В. Меркуль, В. П. Григорьев, В. К. Гвоздев и др. Физико-механические свойства древесины сосны, полученной в различных условиях местопроизрастания, исследовали Н. И. Федоров, О. И. Полубояринов, А. П. Рябоконе, А. Л. Паршевников, Г. Н. Некрасова, Н. М. Набатов, А. М. Пинчук, А. П. Звирбуль, Н. П. Литаш и другие авторы.

В соответствии с ГОСТ 17559 плантационные лесные культуры – это лесные культуры, созданные с целью получения определенной лесной продукции. Впервые в промышленных масштабах плантационное лесоводство

начали применять в Новой Зеландии еще в 20-х годах прошлого столетия. Пионером плантационного лесовыращивания на территории бывшего СССР являлся профессор Б. И. Гаврилов, под руководством которого еще в 60-х годах XX столетия создавались опытные лесные плантации быстрого прироста путем изреживания 7-летних культур сосны обыкновенной. Особенно большое внимание плантационному лесоводству уделялось в 70–80-х годах прошлого столетия, когда под руководством И. В. Шутова в СССР осуществлялась разработка технологий ускоренного выращивание крупномерной и балансовой древесины на лесных плантациях.

Основными лесоводственными мероприятиями, направленными на повышение продуктивности сосновых лесов, являются введение люпина многолистного, внесение минеральных удобрений и применение гербицидов, проведение обрезки сучьев. Степень влияния этих мероприятий на рост древостоев и качество древесины меняется в зависимости от возраста насаждений. Поэтому для разработки системы лесохозяйственных мероприятий по выращиванию крупномерной древесины очевидна необходимость дальнейшего изучения формирования насаждений сосны до 40-летнего возраста.

На энергетических плантациях значительный интерес могут представлять такие быстрорастущие виды, как береза повислая, сосна обыкновенная, тополь китайский, лиственница европейская, ель европейская, ольха серая и ива корзиночная. Для обоснования системы мероприятий по выращиванию топливной древесины необходимо исследовать их энергетическую производительность.

Методика и объекты исследований

Исследования проводились на опытных объектах, которые были заложены В. А. Морозовым, С. С. Штукиным и А. П. Майсеенком по методике ЛенНИИЛХа. Закладка стационаров началась в 1976 г. путем изреживания производственных культур сосны обыкновенной. Работы для решения поставленных в диссертации задач были проведены в период 2002–2011 гг. В процессе выполнения исследований по выращиванию крупномерной древесины заложена 41 постоянная пробная площадь. Объекты находятся на территории ГОЛХУ «Глубокский опытный лесхоз» и Двинской экспериментальной лесной базы ИЛ НАН Беларуси и представляют собой чистые сосновые культуры, в которых проводились следующие мероприятия: 1-ое изреживание в 8 и 11 лет, 2-ое изреживание в 22 года, введение люпина многолистного, внесение минеральных удобрений и обрезка сучьев. На участках с удобрениями в 1977 г. была внесена аммиачная селитра в дозе 100 кг д. в. на 1 га. Спустя два года в этих же вариантах применили полное удобрение в такой же дозе азота, фосфора и калия, в 1983 г. – аммиачную селитру в дозе

150 кг д. в. на 1 га, а весной 1989 г. – мочевины в такой же дозе.

При изучении энергетической производительности заложено 26 временных пробных площадей в древостоях в возрасте 20–25 лет. Исследование продуктивности древостоев и отбор образцов древесины для определения ее плотности выполнены в кв. 20 Василевичского лесничества ГЛХУ «Василевский лесхоз», в кв. 24 Вирковского лесничества ГЛХУ «Кличевский лесхоз», в кв. 69 Бобрского лесничества ГЛХУ «Крупский лесхоз», в кв. 160 Глубокского и кв. 18 Голубичского лесничеств ГОЛХУ «Глубокский опытный лесхоз», в кв. 19 Плинского лесничества ГЛХУ «Ушачский лесхоз», в кв. 51 Прошковского лесничества Двинской ЭЛБ, в кв. 15 Бохановского лесничества ГЛХУ «Столбцовский опытный лесхоз».

Пробные площади закладывались согласно требованиям стандарта ОСТ 56–69–83 с учетом рекомендаций ученых В. Е. Ермакова (1973, 1980, 2002, 2007), О. А. Атрощенко (2002, 2009), В. Ф. Багинского (1984, 1996). Таксационные показатели насаждений определялись в соответствии с общепринятыми лесотаксационными методиками (В. Е. Ермакова, В. С. Мирошников, О. А. Труль и другие (1973, 1980), О. А. Атрощенко (2009), В. Ф. Багинский (1984, 1996)).

Отбор образцов с целью определения физико-механических свойств древесины проводился в соответствии с ранговой структурой древостоя на 5 пробных площадях, где было вырублено по 6 модельных деревьев.

Энергетическая производительность древостоев определялась на основе базисной плотности древесины. С этой целью у деревьев средней и двух смежных 2-сантиметровых ступеней толщины на высоте 1,3 м с помощью возрастного бурава отбирались керны древесины. По значению средней базисной плотности древесины и запаса древостоя определялась его сухая древесная масса. Зная теплоту сгорания древесины и ее древесную массу в насаждении, определяли энергетическую производительность древостоя.

При расчете экономической эффективности были составлены прогноз дальнейшего роста древостоев и нормативно-технологические карты разных технологических схем, а затем определена рентабельность лесовыращивания.

Формирование насаждений сосны обыкновенной при ускоренном лесовыращивании

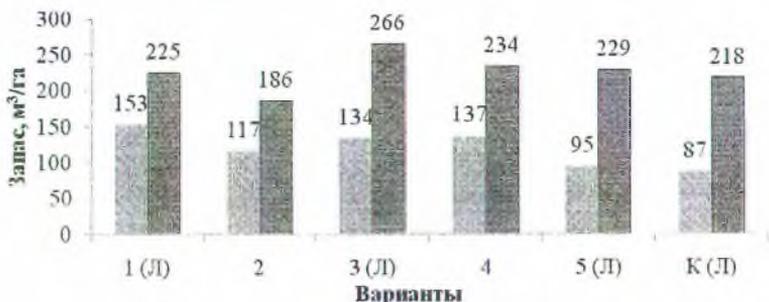
На опытных объектах изучалось влияние лесохозяйственных мероприятий на формирование древостоев сосны обыкновенной до 39-летнего возраста. При этом установлено, что уменьшение густоты древостоя в 11 лет с 8 тыс. до 4 тыс. шт./га способствует увеличению корненасыщенности верхних горизонтов почвы на 20–30%, введение люпина многолистного – на 5–6%. При внесении минеральных удобрений показатель повышается на 3–5%.

На формирование подполовой растительности наиболее сильное

влияние оказало изреживание древостоев в 11 лет. К 40 годам различия редких и контрольных древостоев по количеству подроста и подлеска составили 10–30%. Однако количество подроста хозяйственно ценных пород во всех вариантах опыта не превышало 200 шт./га.

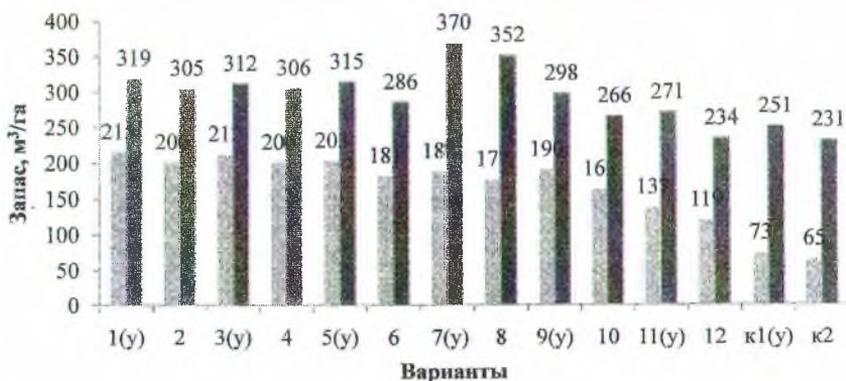
При анализе роста опытных лесных насаждений установлено, что к 39-летнему возрасту средний прирост древостоев по диаметру в изреженных молодняках увеличивается на 20–30%, с введением люпина многолистного – на 10–12%, с применением минеральных удобрений – на 3–5%.

Данные по общему запасу сосновых древостоев и запасу крупной и средней деловой древесины, полученные на объектах в ГОЛХУ «Глубокский опытный лесхоз», приведены на рисунках 1 и 2.



■ - запас крупной и средней деловой древесины, ■ - общий запас древостоя, 1, 2 – изреживание до 1 тыс. шт./га; 3, 4 – изреживание до 2 тыс. шт./га; 5 – изреживание до 4 тыс. шт./га; К – контроль (6,5 тыс. шт./га); 1, 3, 5, (Л) – с люпином многолистным

Рисунок 1 – Влияние изреживания и люпина многолистного на накопление запаса сосновых древостоев (объект № 2)



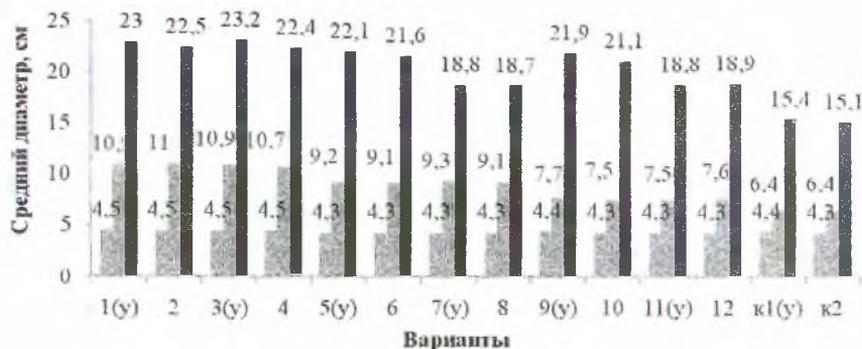
■ - запас крупной и средней деловой древесины; ■ - общий запас древостоя; 1-4 – изреживание до 1 тыс. шт./га; 5-8 – изреживание до 2 тыс. шт./га; 9-12 – изреживание до 4 тыс. шт./га; k1 и k2 – контроль (8 тыс. шт./га); (y) – с удобрениями

Рисунок 2 – Влияние изреживания и минеральных удобрений на накопление запаса сосновых древостоев (объект № 3)

На объекте № 2 наибольший общий запас древостоя отмечен в варианте № 3 с люпином многолистным. Наименьший общий запас наблюдается в контрольном варианте, что на 22% уступает лучшему показателю. Запас крупной и средней деловой древесины в вариантах № 3 и 4 на 12–14% меньше, чем в варианте № 1. Разница в крайних вариантах по этому показателю составила 76%.

Установлено, что запас крупной и средней деловой древесины возрастает с уменьшением густоты древостоя, а также на участках с применением удобрений. На участке с густотой 1 тыс. шт./га и применением удобрений запас крупной и средней деловой древесины в 3,3 раза больше, чем в контроле без удобрений. Аналогичные результаты получены на других объектах.

На рисунке 3 приведены результаты анализа динамики роста древостоев по диаметру.



□ - 8 лет; ▒ - 13 лет; ■ - 37 лет;

1–4 – изреживание до 1 тыс. шт./га; 5–8 – изреживание до 2 тыс. шт./га; 9–12 – изреживание до 4 тыс. шт./га; k1 и k2 – контроль (8 тыс. шт./га); (y) – с удобрениями

Рисунок 3 – Изменение среднего диаметра в опытных лесных культурах разной густоты с применением минеральных удобрений (объект № 3)

В 13-летнем возрасте установлена четкая дифференциация по среднему диаметру в зависимости от интенсивности изреживания. Так, древостои с густотой 1 тыс. шт./га на 15–41% превосходили по среднему диаметру менее изреженные. Однако к 40 годам различия несколько выровнялись.

Таким образом, изреживание древостоев сосны в возрасте 8–11 лет в зависимости от интенсивности рубки способствует увеличению среднего диаметра на 20–35%. В результате проведения данного мероприятия запас крупной и средней деловой древесины увеличивается в 2,7–3,3 раза. Минеральные удобрения оказывают меньшее влияние, способствуя увеличению общего запаса изреженных древостоев на 5–7%. Применение люпина многолистного способствует увеличению общего запаса древесины на 14–22%.

Исследование особенностей роста древостоев, предназначенных для выращивания топливной древесины, показало, что в 20-летнем возрасте в условиях сосняка мшистого общий запас древостоев увеличивается до 100 м³/га. На более же богатых почвах в условиях сосняка черничного в 20-летнем возрасте возможно формирование чистых березовых древостоев с общим запасом 130 м³/га. Средний объем ствола в таких насаждениях может достигать 0,05 м³. В 25-летних березовых насаждениях в условиях сосняка мшистого возможно формирование древостоя с запасом 150 м³/га и со средним объемом ствола 0,09 м³, что можно считать вполне достаточным при выращивании топливной древесины.

Следует отметить, что наиболее интенсивное накопление биомассы в сосново-березовых и чистых по составу березовых древостоях начинается после 10–12-летнего возраста, это свидетельствует о целесообразности выращивания топливной древесины сосны и березы на энергетических плантациях, как минимум, до 20–25-летнего возраста.

Влияние лесоводственных мероприятий на качество древесины и энергетическую производительность древостоев

Наиболее значительным результатом изреживания древостоя является изменение его среднего диаметра. При этом увеличение прироста по диаметру приводит к изменению соотношения механических тканей, т. е. содержания поздней древесины, что, в свою очередь, оказывает значительное влияние на физико-механические свойства древесины. Исследования физико-механических свойств древесины сосны, полученной в древостоях с разной интенсивностью изреживания в 11-летнем возрасте и 4-разовым внесением удобрений, проводились на объекте № 1 (таблица 1).

Таблица 1 – Макроструктура, плотность и механические свойства древесины в сосновых древостоях при разной интенсивности изреживания

Показатели в 39 лет	Густота древостоев в 11 лет, тыс. шт./га				
	0,9	0,9 (с обрезкой)	1,8	3,6	7,2 (контроль)
Средняя ширина годичных слоев, мм	2,3 ± 0,21	2,3 ± 0,22	2,0 ± 0,19	1,8 ± 0,17	1,5 ± 0,24
Доля поздней древесины, %	24,0 ± 0,10	23,2 ± 0,09	26,6 ± 0,11	30,5 ± 0,12	31,6 ± 0,15
Плотность (при влажности 12%), г/см ³	0,414 ± ± 0,004	0,402 ± ± 0,004	0,441 ± ± 0,005	0,448 ± ± 0,005	0,450 ± ± 0,005
Полная объемная усушка древесины, %	13,0 ± 0,23	13,1 ± 0,24	12,4 ± 0,28	12,0 ± 0,21	11,9 ± 0,27
Предел прочности при сжатии вдоль волокон, МПа	39,3 ± ± 0,15	38,7 ± ± 0,15	40,1 ± ± 0,19	40,5 ± ± 0,20	39,8 ± ± 0,19
Предел прочности при статическом изгибе, МПа	60,51 ± ± 0,53	58,37 ± ± 0,44	61,77 ± ± 0,43	61,95 ± ± 0,48	62,64 ± ± 0,39

Исследования показали, что изреживание в 11-летнем возрасте в зависимости от его интенсивности снижает физико-механические свойства древесины на 1,4–3,4%. При этом достоверные различия ($t = 2,1-4,5$) наблюдаются только в крайних вариантах. В связи с этим при проведении изреживания в середине первого класса возраста не рекомендуется изреживать целевые сосновые лесные культуры до густоты менее 1,8 тыс. шт./га.

Ширина годичного слоя, характеризующая величину текущего прироста по диаметру, показывает изменения интенсивности роста древостоев после изреживания. На рисунке 4 отображена ширина годичных слоев древостоев, произрастающих на объекте № 4 в вариантах без внесения удобрений.



Рисунок 4 – Ширина годичного слоя в сосновых древостоях с различными режимами изреживания

Установлено увеличение радиального прироста ствола по диаметру до 10 лет после проведения рубки. При этом изреживание в первые годы дает несколько больший эффект (на 10–15% на 3-ий год после проведения мероприятия), чем после 20-летнего возраста (8–10%). Применение минеральных удобрений оказало на прирост по диаметру меньшее влияние (8–10%) при сохранении положительного эффекта в течение 4–5 лет. В целом, как изреживание, так и внесение минеральных удобрений оказывает статистически достоверное влияние на текущий прирост по диаметру.

В настоящее время все большее значение приобретает энергетическая ценность древесины. В ходе исследований была установлена энергетическая производительность сосны обыкновенной, березы повислой, лиственницы европейской, ели обыкновенной, ольхи серой, тополя китайского, ивы корзиночной в типе лесорастительных условий С₂. На первом этапе на основе

плотности древесины был определен ее энергетический потенциал. Наибольшие значения данного показателя были получены для лиственницы европейской (9046 МДж/м³) и березы повислой (8585 МДж/м³). Далее, на основе таблиц хода роста (сосна, береза, ель, ольха) и данных, полученных при таксации древостоев (лиственница, тополь, ива), была рассчитана средняя ежегодная энергетическая производительность 20–30-летних древостоев сосны, березы, ели, лиственницы, а также 10-летних культур тополя и 5-летней плантации ивы. Результаты представлены на рисунке 5.

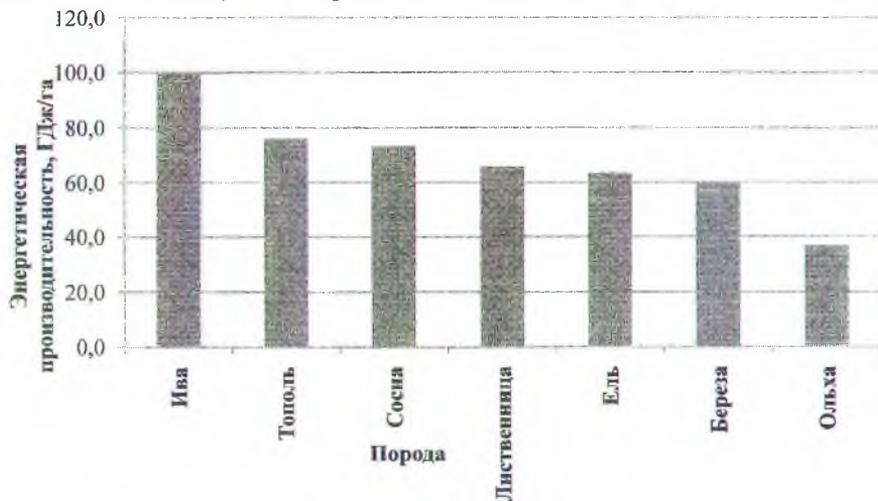


Рисунок 5 – Энергетическая производительность исследуемых древостоев за один год

Установлено, что наибольшее ежегодное количество тепловой энергии на 1 га накапливают ива и тополь. На ивовой плантации энергетическая производительность за один год при 5-летнем сроке ее выращивания составила 100 ГДж/га. В древостоях тополя китайского данный показатель равен 76 ГДж/га, сосны обыкновенной – 73 ГДж. Более низкие значения получены для ели (64 ГДж/га), березы (60 ГДж/га) и ольхи серой (37 ГДж/га). Следовательно, энергетическая производительность исследуемых видов в первую очередь зависит от интенсивности их роста и плотности древесины в первые годы.

В Беларуси наиболее распространены относительно бедные почвы (типы лесорастительных условий А₂, В₂). В связи с этим и для мшистой серии типов леса была определена энергетическая производительность сосновых и березовых древостоев. Установлено, что данный показатель для сосны обыкновенной к 20–22-летнему возрасту достигает 700 ГДж/га. В березовых насаждениях энергетическая производительность на 25–30% выше.

Системы лесоводственных мероприятий по ускоренному выращиванию крупномерной и топливной древесины и их экономическая эффективность

Экономическая эффективность лесовыращивания определяется не только продуктивностью древостоев, но и той системой мероприятий, которая применяется при создании лесных плантаций, промежуточном пользовании и рубках главного пользования. Для оценки затрат на выращивание крупномерной древесины (пиловочника) были составлены нормативно-технологические карты на весь комплекс лесохозяйственных работ от создания лесных культур и до проведения рубок ухода и главной рубки.

Расчеты проводились для 6 вариантов: 1) изреживание в 11 лет до 2 тыс. шт./га; 2) изреживание в 11 лет до 2 тыс. шт./га и внесение удобрений; 3) изреживание в 11 лет до 4 тыс. шт./га; 4) изреживание в 11 лет до 4 тыс. шт./га и внесение удобрений; 5) первое изреживание в 11 лет до 4 тыс. шт./га, второе изреживание в 22 года до 2 тыс. шт./га; 6) прочистка, прореживание, проходная рубка. При проведении первого изреживания удаляется каждый 4-ый ряд древесных растений и худшие деревья в оставляемых рядах. Прореживание, проходную рубку и второе изреживание планируется проводить по низовому методу. Результаты расчета экономической эффективности выращивания сосновых древостоев приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Экономическая эффективность плантационного выращивания древостоев с разной густотой стояния деревьев

Показатель	Густота древостоев в возрасте 11 лет (вариант), тыс. шт./га					Контроль (7,5 тыс. шт./га)
	2,0 ⁽¹⁾	2,0 ⁽²⁾	4,0 ⁽³⁾	4,0 ⁽⁴⁾	4,0 ⁽⁵⁾	
Себестоимость, тыс. руб.	27 195	37 028	22 300	35 680	30 295	24 634
Доход, тыс. руб.	33 902	37 335	27 029	36 787	32 789	25 931
Прибыль, тыс. руб.	6 706,8	307,3	4 729,2	1 107,3	2 493,4	1 297,3
Рентабельность, %	24,7	0,8	21,2	3,1	8,2	5,3

В соответствии с прогнозными данными, возраст главной рубки для опытных древостоев принимался в 60 лет, а для контрольного варианта – 81 год. Поскольку сроки лесовыращивания различаются, провели дисконтирование затрат, т. е. определили эквивалентную стоимость настоящих платежей.

Установлено, что наиболее затратной является технологическая схема с проведением селекционного изреживания в возрасте 11 лет до густоты 2 тыс. шт./га и внесением минеральных удобрений (вариант 2,0⁽²⁾). Наименее затратной – схема выращивания с применением только селекционного изреживания (вариант 2,0⁽¹⁾). Однако, при учете компондирования затрат ситуация несколько меняется. Наименее затратной технологией становится система лесоводственных мероприятий с изреживанием до густоты 4 тыс. шт./га без вне-

сения минеральных удобрений (вариант 4,0⁽³⁾). Расчеты также показали, что очень низкая рентабельность получена в варианте с изреживанием до густоты 2 тыс. шт./га и внесением минеральных удобрений. Более рентабельными оказались варианты с изреживанием молодняков в середине первого класса возраста до густоты 2 и 4 тыс. шт./га (вариант 2,0⁽¹⁾ и 4,0⁽³⁾) без химической мелиорации. Поэтому с учетом продуктивности древостоев и физико-механических свойств древесины, в отличие от рекомендаций С. С. Штукина и других (1999), при выращивании крупномерной древесины мы предлагаем в середине первого класса возраста изреживать сосновые древостои на лесных плантациях не до 1,6–1,8 тыс., а до 2,0–4,0 тыс. стволов на 1 га.

Система мероприятий по ускоренному выращиванию топливной древесины включает организационные, лесокультурные, лесомелиоративные и лесоводственные мероприятия. К организационным мероприятиям, в первую очередь, относится размещение энергетических плантаций на оптимальном расстоянии не более 40–50 км от действующих, строящихся и проектируемых мини-ТЭЦ. Лесокультурные мероприятия включают подготовку площади, выбор древесных или кустарниковых видов, обработку почвы, посадку энергетических плантаций, агротехнический и лесоводственный уход до перевода лесных плантаций в покрытые лесом земли. Основным лесомелиоративным мероприятием на энергетических плантациях является внесение минеральных, в основном азотных, удобрений в дозе 100–150 кг на 1 га действующего вещества за 4–5 лет до рубки главного пользования. Важным лесоводственным мероприятием для энергетических плантаций является установление возраста рубки древостоя с целью получения щепы топливной. Интенсивность накопления биомассы после 25-летнего возраста начинает несколько замедляться. Поэтому с учетом очевидной необходимости сокращения сроков выращивания топливной древесины считаем целесообразным назначение энергетических плантаций в рубку в 20–25-летнем возрасте. В будущем возраст рубки древостоев на энергетических плантациях может корректироваться.

При расчете экономической эффективности выращивания топливной древесины на плантациях установлено, что наименьшие затраты у тополя – 7,0 тыс. руб./м³, далее следуют береза – 11,2, лиственница – 11,3, ель – 12,8, сосна – 16,9 и ива – 91,9 тыс. руб./м³. Индекс доходности с учетом дисконтирования затрат на лесовыращивание (при ставке 3%), заготовку древесины и производство топливной щепы с использованием передвижных рубительных машин Р–25 (Р–40) составил для тополя – 1,74, березы – 1,33, лиственницы – 1,28, сосны – 1,03, ели – 1,01, ивы – 0,54.

С учетом транспортных расходов (до 60 км) рентабельность производства щепы топливной по породам составила: тополь – 44,1%, береза –

33,2%, лиственница – 32,9%, ель – 28,0%, сосна – 20,9%. При расстоянии до мини-ТЭЦ 100 км и более производство щепы не рентабельно.

Высокая эффективность выращивания тополя китайского связана с продуктивностью данного вида. Однако его широкое использование, также как и лиственницы, для получения топлива ограничивается недостатком в Беларуси плодородных лесных почв. Поэтому наряду с тополем китайским на энергетических плантациях целесообразно выращивание сосны обыкновенной и березы повислой. В будущем видовой состав культивируемых растений для использования в энергетике может быть существенно расширен.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные научные результаты диссертации:

1. Селекционное изреживание молодняков сосны обыкновенной в 8–11 лет до густоты 2–4 тыс. шт./га способствует увеличению среднего диаметра древостоев к 39 годам на 20–35%, запаса древесины крупной и средней категории крупности в 2,7–3,3 раза. Влияние интенсивного (4-разового) внесения минеральных удобрений на лесных плантациях на рост древостоев при плантационном лесовыращивании с течением времени заметно снижается и к 39-летнему возрасту не превышает 5–7%. Заблаговременное же введение люпина многолетнего в комплексе с изреживанием молодняков способствуют увеличению общего запаса древесины к этому возрасту на 14–22%. Увеличение освещенности под пологом насаждений, изреженных до густоты 1 тыс. шт./га, способствует разрастанию светолюбивых видов (вереск обыкновенный, ястребинка волосистая, овсяница овечья) [1, 3, 4, 6, 8, 11, 13].

2. Физико-механические свойства древесины сосны обыкновенной при снижении густоты молодняков в 8–11 лет до густоты 0,9 тыс. растений на 1 га к 40-летнему возрасту заметно ухудшаются. Так, плотность древесины снижается в сравнении с контролем на 13%, предел прочности при сжатии вдоль волокон на 2,5–4,0%, предел прочности при статическом изгибе – на 3,4–6,8%. Селекционное изреживание молодняков до густоты 2,0–4,0 тыс. не оказывает на физико-механические свойства древесины сосны негативного влияния в сравнении с контролем (7,2 тыс. шт./га) [2, 5, 9, 11].

3. По энергетической производительности ивовая плантация превосходит другие исследуемые древесные виды, так как накапливает за один год около 70 м³ топливной древесины и 100 ГДж тепловой энергии на 1 га. Второе место по этому показателю занимает тополь китайский – 75 ГДж/га, затем – сосна обыкновенная (73 ГДж/га). Самые низкие показатели энергетической производительности за один год у ольхи серой (36 ГДж/га), что связано с плотностью древесины этого вида и интенсивностью роста по запасу [14, 15, 16].

4. Наибольший экономический эффект на энергетических плантациях дает выращивание топливной древесины тополя канадского (индекс доходности 1,74), ольхи серой (1,41), березы повислой (1,33) и лиственницы европейской (1,28). Выращивание ивы корзиночной на биотопливо не эффективно (0,54), так как связано с высокой стоимостью выращивания, заготовки, сушки и вывозки прута в сравнении с дровяной древесиной [7, 17].

5. Система лесоводственных мероприятий по ускоренному выращиванию крупномерной древесины сосны обыкновенной на лесных плантациях, включающая селекционное изреживание молодняков сосны в возрасте 8–10 лет до густоты 2,0–4,0 тыс. шт./га, а также заблаговременное введение многолетнего люпина и проведение обрезки сучьев позволяет значительно повысить экономическую эффективность лесовыращивания. Наиболее рентабельна (21,2–24,7%) система мероприятий, включающая селекционное изреживание древостоев с 6,0–8,0 тыс. до 2,0–4,0 тыс. шт./га без применения минеральных удобрений. Рентабельность же системы мероприятий, используемой лесохозяйственным производством, в настоящее время (контроль) не превышает 5% [10].

6. Система мероприятий по ускоренному выращиванию топливной древесины тополя канадского, ольхи серой, березы повислой, сосны обыкновенной и лиственницы европейской на энергетических плантациях, включающая организационные, лесокультурные, лесомелиоративные и лесоводственные мероприятия, при цене щепы топливной 75,0 тыс. руб./м³ отличается наиболее высокой рентабельностью на расстоянии вывозки до 10–20 км. При увеличении этого расстояния до 60 км рентабельность поставки щепы с энергетических плантаций снижается до 21–46%, при расстоянии вывозки 100 км – производство становится убыточным. С учетом того, что при очередном увеличении цен на топливо расстояние рентабельной поставки топливной щепы будет уменьшаться, энергетические плантации не следует закладывать от мини-ТЭЦ на расстоянии более 50–60 км [12, 17].

Рекомендации по практическому использованию:

1. Лесному хозяйству Республики Беларусь уже в ближайшие годы необходимо приступить к ускоренному выращиванию крупномерной древесины сосны обыкновенной на лесных плантациях, так как это мероприятие позволяет значительно раньше получить ценные лесоматериалы и существенно повысить экономическую эффективность лесовыращивания в целом.

2. Энергетические плантации в природно-климатических условиях Беларуси наиболее целесообразно создавать в основном из самых неприхотливых древесных видов – березы повислой и сосны обыкновенной. Их главное преимущество состоит в том, что они позволят в будущем обеспечивать мини-ТЭЦ качественным топливом на близком расстоянии и безболезненно изменять целевую направленность и сроки лесовыращивания, если это топливо окажется невостребованным. Выращиванию топливной древесины то-

поля китайского при наличии богатых почв также следует уделять внимание. На богатых и хорошо дренированных почвах возможно выращивание в энергетических целях лиственницы европейской. В лесхозах Витебского ГПЛХО целесообразно создание энергетических плантаций ольхи серой.

3. Учитывая, что годовой объем потребления топливной древесины одной мини-ТЭЦ в Беларуси колеблется от 40 до 60 тыс. плотных м³, для получения 20% биотоплива вокруг каждой станции необходимо ежегодно закладывать в зависимости от ее мощности от 50 до 80 га энергетических плантаций.

4. В связи с тем, что крупномерная древесина сосны обыкновенной пользуется повсеместным спросом, размещать лесные плантации этого вида можно во всех лесхозах. Создавать лесные плантации для выращивания крупномерной древесины сосны целесообразно на участках площадью не менее 1,0 га, которые должны размещаться блоками площадью не менее 100 га. Энергетические плантации березы повислой, сосны обыкновенной, тополя китайского, ольхи серой и лиственницы европейской создаются блоками на участках не менее 1,0 га: на расстоянии от потребителя до 20 км площадью не менее 25 га, 21–35 км – не менее 50 га и 36–60 км – не менее 100 га.

5. В первую очередь для создания лесных плантаций сосны обыкновенной с целью ускоренного выращивания крупномерной и топливной древесины следует использовать земли, вышедшие из-под сельскохозяйственного пользования, так как при этом снижается стоимость агротехнических и лесоводственных уходов, а сокращение возраста главной рубки в таких условиях способствует резкому снижению ущерба, наносимого соснякам корневыми гнилями.

Внедрение результатов исследования проведено в 2008–2010 гг. лесохозяйственным производством Республики Беларусь при создании энергетических плантаций для строящихся и действующих мини-ТЭЦ на площади 935 га, в том числе сосны обыкновенной – 524 га (54%) и березы повислой – 251 га (27%), что подтверждается актом о внедрении от 31.08.2010 г.

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СОИСКАТЕЛЯ

Публикации в научных изданиях согласно перечню ВАК

1. Штукин, С. С. Влияние лесохозяйственных мероприятий на рост культур сосны обыкновенной / С. С. Штукин, Д. А. Подошвелев // Труды БГТУ. Сер. I, Лесное хоз-во. – 2003. – Вып. XI. – С. 90–94.
2. Юревич, Н. Н. Влияние изреживаний культур сосны обыкновенной на плотность древесины / Н. Н. Юревич, Д. А. Подошвелев // Труды БГТУ. Сер. I, Лесное хоз-во. – 2004. – Вып. XII. – С. 142–143.
3. Штукин, С. С. Формирование насаждений путем искусственного и естественного возобновления в условиях сосняка мшисто-брусничного и бруснично-верескового / С. С. Штукин, К. В. Лабоха, Д. А. Подошвелев // Природные ресурсы. – 2004. – № 1. – С. 46–50.
4. Штукин, С. С. Эффективность биологической и химической мелиорации в культурах сосны разной густоты / С. С. Штукин, Д. А. Подошвелев // Труды БГТУ. Сер. I, Лесное хоз-во. – 2005. – Вып. XIII. – С. 121–123.
5. Подошвелев, Д. А. Изменение физико-механических свойств древесины в культурах сосны обыкновенной разной густоты / Д. А. Подошвелев // Труды БГТУ. Сер. I, Лесное хоз-во. – 2006. – Вып. XIV. – С. 127–129.
6. Штукин, С. С. Изменение устойчивости и продуктивности ели и сосны при плантационном лесовыращивании / С. С. Штукин, С. А. Сергейчик, Д. А. Подошвелев // Труды БГТУ. Сер. I, Лесное хоз-во. – 2006. – Вып. XIV. – С. 146–151.
7. Штукин, С. С. Динамика запасов древостоев в сосново-березовых и березовых молодняках / С. С. Штукин, Д. А. Подошвелев // Труды БГТУ. Сер. I, Лесное хоз-во. – 2007. – Вып. XV. – С. 103–107.
8. Подошвелев, Д. А. Динамика влияния химической мелиорации на рост древостоев сосны с разной интенсивностью изреживания / Д. А. Подошвелев // Труды БГТУ. Сер. I, Лесное хоз-во. – 2007. – Вып. XV. – С. 162–165.
9. Подошвелев, Д. А. Динамика изменений физико-механических свойств древесины сосны в зависимости от густоты / Д. А. Подошвелев // Труды БГТУ. Сер. I, Лесное хоз-во. – 2008. – Вып. XVI. – С. 143–146.
10. Штукин, С. С. Рост древостоев и качество древесины при ускоренном выращивании сосны обыкновенной / С. С. Штукин, Э. Э. Пауль, Д. А. Подошвелев, А. П. Майсеенок // Сборник научных трудов / ИЛ НАН Беларуси. – Гомель, 2009. – Вып. 69: Проблемы лесоведения и лесоводства. – С. 325–334.

11. Подошвелев, Д. А. Продуктивность и физико-механические свойства древесины в культурах сосны плантационного типа / Д. А. Подошвелев // Труды БГТУ. Сер. I, Лесное хоз-во. – 2009. – Вып. XVII. – С. 126–129.

12. Штукин, С. С. Экономическая эффективность выращивания топливных плантаций / С. С. Штукин, М. М. Санкович, Д. А. Подошвелев // Труды БГТУ. Сер. I, Лесное хоз-во. – 2010. – Вып. XVIII. – С. 68–71.

Публикации в других научных изданиях

13. Штукин, С. С. Изменение роста сосны обыкновенной в культурах плантационного типа / С. С. Штукин, Д. А. Подошвелев // Леса Европейского региона – устойчивое управление и развитие: материалы Междунар. науч.-техн. конф., Минск, 4–6 дек. 2002 г.: в 2 ч. / Белорус. гос. технол. ун-т; редкол.: О. А. Атрошенко [и др.]. – Минск, 2002. – Ч. 1. – С. 144–147.

14. Штукин, С. С. Как создавать энергетические плантации / С. С. Штукин, Д. А. Подошвелев // Лесное и охотничье хоз-во. – 2004. – № 3. – С. 14–17.

15. Штукин, С. С. Выращивание древесины как возобновляемого источника энергии / С. С. Штукин, Д. А. Подошвелев, Л. И. Козловская // Лесное и охотничье хоз-во. – 2007. – № 10. – С. 22–26.

16. Штукин, С. С. Выращивание древесной биомассы в энергетических целях на лесных плантациях / С. С. Штукин, Э. Э. Пауль, М. М. Санкович, Д. А. Подошвелев // Энергетическое использование древесной биомассы: материалы Междунар. науч.-практ. семинара, Минск, 20 мая 2010 г. – Минск: Белорусский государственный технологический ун-т, 2010. – С. 37–46.

17. Штукин, С. С. Система мероприятий по выращиванию топливной древесины на энергетических плантациях / С. С. Штукин, Д. А. Подошвелев // Лесное и охотничье хоз-во. – 2011. – № 2. – С. 19–22.



РЭЗЮМЭ

Падашвялёў Дзмітрый Аляксандравіч Сістэмы лесаводчых мерапрыемстваў па паскораным вырошчванні буйнамернай і паліўнай драўніны

Ключавыя словы: мерапрыемствы лесаводчыя, насаджэнні сасновыя, прадукцыйнасць дрэвастояў, фізіка-механічныя ўласцівасці драўніны, драўніна паліўная, біялагічная меліярацыя, эканамічная эфектыўнасць.

Мэта даследавання – абгрунтаванне сістэмы лесаводчых мерапрыемстваў па паскораным вырошчванні буйнамернай драўніны сасны звычайнай, а таксама паліўнай драўніны сасны звычайнай, бярозы павіслай і іншых відаў для выкарыстання ў энергетыцы.

Метады даследаванняў заснаваны на агульнапрынятых метадах у лесаводстве, лясной таксацыі, драўнізнаўстве, глебазнаўстве, матэматычнай статыстыцы з улікам мэты даследаванняў.

Атрыманя вынікі і іх навiзна. Упершыню даследаваны асаблівасці фармавання насаджэнняў сасны звычайнай пры плантацыйным лесавырошчванні да 40-гадовага ўзросту. Даследаваны фізіка-механічныя ўласцівасці драўніны, якая была атрымана ў дрэвастоях рознай гушчыні з прымяненнем мінеральных угнаенняў. Вызначана энергетычная прадукцыйнасць насаджэнняў сасны звычайнай, бярозы павіслай, таполі кітайскай, лістоўніцы еўрапейскай, елкі еўрапейскай, вярбы і вольхі шэрай. Разлічана эканамічная эфектыўнасць плантацыйнага вырошчвання буйнамернай і паліўнай драўніны. Распрацаваны сістэмы лесаводчых мерапрыемстваў па паскораным вырошчванні буйнамернай драўніны сасны звычайнай, а таксама паліўнай драўніны сасны звычайнай, бярозы павіслай і іншых відаў для выкарыстання ў энергетыцы.

Ступень выкарыстання. Вынікі даследавання ўкаранены ў лесагаспадарчую вытворчасць. У 2008–2010 гг. для міні-ЦЭЦ, якія будуюцца, а таксама ўжо дзейнічаюць, было закладзена 935 га, у тым ліку сасны звычайнай – 524 га (54%) і бярозы павіслай – 251 га (27%). Вынікі даследавання ўкаранены таксама ў навучальны працэс па дысцыпліне «Тэхналогія лесагаспадарчай вытворчасці» ў БДГУ.

Галіна выкарыстання. Лясная гаспадарка.

РЕЗЮМЕ

Подошвелев Дмитрий Александрович

Системы лесоводственных мероприятий по ускоренному выращиванию крупномерной и топливной древесины

Ключевые слова: мероприятия лесоводственные, насаждения сосновые, продуктивность древостоев, физико-механические свойства древесины, древесина топливная, биологическая мелиорация, экономическая эффективность.

Цель исследования – обоснование системы лесоводственных мероприятий по ускоренному выращиванию крупномерной древесины сосны обыкновенной, а также топливной древесины сосны обыкновенной, березы повислой и других видов для использования в энергетике.

Методы исследования основаны на общепринятых методах в лесоводстве, лесной таксации, древесиноведении, почвоведении, математической статистике с учетом цели исследований.

Полученные результаты и их новизна. Впервые изучены особенности формирования насаждений сосны обыкновенной при плантационном лесовыращивании до 40-летнего возраста. Определены физико-механические свойства древесины, полученной в древостоях сосны разной густоты с применением минеральных удобрений. Установлена энергетическая производительность насаждений сосны обыкновенной, березы повислой, тополя китайского, лиственницы европейской, ели европейской, ивы корзиночной и ольхи серой. Рассчитана экономическая эффективность плантационного выращивания крупномерной и топливной древесины. Разработаны системы лесоводственных мероприятий по ускоренному выращиванию крупномерной древесины сосны обыкновенной, а также топливной древесины сосны обыкновенной, березы повислой и других видов для использования в энергетике.

Степень использования. Результаты исследований внедрены в лесохозяйственное производство. В 2008–2010 гг. для строящихся и действующих мини-ТЭЦ было заложено 935 га, в том числе сосны обыкновенной – 524 га (54%) и березы повислой – 251 га (27%). Результаты исследований внедрены в учебный процесс по дисциплине «Технология лесохозяйственного производства» в БГТУ.

Область применения. Лесное хозяйство.

SUMMARY

Dzmitry A. Padashvialiou

Systems of the forestry actions to accelerated cultivation of large-size and fuel wood

Keywords: forestry actions, pine stands, stand productivity, physical and mechanical properties of wood, fuel wood, biological land improvement, economical efficiency.

The purpose of the research – the reasoning of forestry actions system to accelerated cultivation of large-size wood of Scots Pine and fuel wood of pine, birch and other species for energy using.

Research methods are based on traditional methods of forestry, forest inventory, wood and soil science, mathematical statistics, which are corresponding with the goal of research.

Scientific novelty and importance. Characteristics of forming stands of Scots pine at up to 40 years of age, which are growing on forest plantation, is studied for the first time. Physical and mechanical properties of wood, which are harvested in pine forest stands of different density with application of mineral fertilizers, are defined. The power capacity stands of pine, birch, poplar, larch, spruce, willow and alder is determined. Economic efficiency of plantation cultivation to harvesting large-size and fuel wood is calculated. Systems of the forestry actions to accelerated cultivation of large-size wood of pine, as well as fuel wood of pine, birch and other species for energy using are developed.

Degree of application. Results of researches are introduced in forestry production. In 2008–2010 years was created for building and working mini-HES 935 ga, including pine – 524 ga (54%) and birche – 251 ga (27%). Results of researches are introduced also in scholastic process on discipline «Technology of forestry production» in BSTU.

Field of application. Forestry.

Научное издание

Подошвелев Дмитрий Александрович

**СИСТЕМЫ ЛЕСОВОДСТВЕННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ
ПО УСКОРЕННОМУ ВЫРАЩИВАНИЮ КРУПНОМЕРНОЙ
И ТОПЛИВНОЙ ДРЕВЕСИНЫ**

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук
по специальности 06.03.02 – лесоведение, лесоводство,
лесоустройство и лесная таксация

Ответственный за выпуск Д.А. Подошвелев

Подписано в печать 20.05.2011. Формат 60×84 1/16.
Бумага офсетная. Гарнитура Таймс. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 1,4. Уч.-изд. л. 1,4.
Тираж 60 экз. Заказ 228.

Издатель и полиграфическое исполнение:
*УО «Белорусский государственный технологический университет».

ЛП № 02330/0549423 от 08.04.2009.
ЛП № 02330/0150477 от 16.01.2009.
Ул. Свердлова, 13а, 220006, г. Минск.