

630<sup>x</sup>  
P55

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»

УДК 630\*232

**Филон  
Дмитрий Иванович**

**ОБОСНОВАНИЕ ТИПОВ ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР ЕЛИ ЕВРОПЕЙСКОЙ  
И СПОСОБОВ ИХ СОЗДАНИЯ НА ОСНОВЕ ИЗУЧЕНИЯ ЭКОЛОГО-  
ФИТОЦЕНОТИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ЕЛЬНИКОВ БЕЛАРУСИ**

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата сельскохозяйственных наук

по специальности 06.03.01 – лесные культуры, селекция, семеноводство

МИНСК, 2007

Работа выполнена на кафедре лесных культур и почвоведения  
УО «Белорусский государственный технологический университет»

Научный руководитель: Русаленко Аркадий Иванович, доктор биологических наук, профессор кафедры лесных культур и почвоведения УО «Белорусский государственный технологический университет»

Официальные оппоненты: Штукин Сергей Сергеевич, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры лесоводства УО «Белорусский государственный технологический университет»

Ловчий Николай Федорович, доктор биологических наук, главный научный сотрудник ГНУ «Институт экспериментальной ботаники им. В.Ф. Купревича НАН Беларуси»

Оппонирующая организация: ГНУ «Институт леса НАН Беларуси»

Защита диссертации состоится 16 января 2008 года в 11.00 на заседании Совета по защите диссертаций Д 02.08.05 в УО «Белорусский государственный технологический университет» по адресу: 220050, г. Минск, ул. Свердлова, 13а; тел.: (8-017) 226-14-32; факс: (8-017) 227-62-17; e-mail: root@bstu.unibel.by

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке УО «Белорусский государственный технологический университет»

Автореферат разослан 14 декабря 2007 года

Ученый секретарь Совета  
по защите диссертаций,  
канд. с.-х. наук, доцент

137

В.П. Машковский

## ВВЕДЕНИЕ

Согласно положениям «Стратегического плана развития лесного хозяйства Беларуси», залогом наращивания лесоресурсного потенциала и увеличения вклада лесного сектора в экономику Беларуси является повышение продуктивности и устойчивости лесов на основе более полного использования потенциальных возможностей почвенно-климатических условий. Ежегодный объем создаваемых лесных культур в ближайшее 10-летие должен составлять около 35 тыс. га, в том числе более 10 тыс. га с елью европейской в качестве главной породы. К 2015 году планируется увеличение доли еловой формации до 11,9%. Тем не менее, в последние годы наметилась тенденция к сокращению площади еловых лесов, что связано с периодическим воздействием на них неблагоприятных климатических факторов.

В целях сохранения в будущем сырьевой базы для предприятий страны, а также повышения эффективности лесохозяйственного производства, необходимо создавать и выращивать еловые древостой на участках, почвенно-грунтовые условия которых обеспечивают формирование высокопродуктивных, устойчивых к воздействию аномалий климата еловых фитоценозов.

Весьма значимый вклад в повышение экономической эффективности выращивания ельников искусственного происхождения может внести совершенствование технологии их создания. Применяемая в настоящее время технология предусматривает довольно густую посадку молодых растений на лесокультурной площади, что оказывает негативное влияние на рост и продуктивность формирующихся насаждений. Применение научно-обоснованных типов лесных культур ели в соответствии с условиями местопроизрастания позволит снизить густоту посадки, сократит расходы по выращиванию и формированию насаждений, увеличит их продуктивность и устойчивость к воздействию неблагоприятных климатических факторов.

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Связь работы с крупными научными программами (проектами), темами.** Диссертационная работа выполнена на кафедре лесных культур и почвоведения УО «Белорусский государственный технологический университет» в течение 2002–2006 гг. в рамках научно-исследовательской темы ГБ 3–01 «Изучить рост и продуктивность искусственных лесных насаждений в различных почвенно-грунтовых условиях и разработать научные основы технологии лесовосстановления и лесоразведения основных лесообразующих пород» (2001–2005 гг.).

**Цель и задачи исследования.** Цель исследования – разработать типы лесных культур ели европейской (*Picea abies* (L.) Karst.) и способы их создания, обеспечивающие формирование высокопродуктивных и устойчивых еловых древостоев.

Основные задачи исследований:

1) разработать типы лесных культур ели европейской и способы их создания с учетом почвенно-грунтовых условий, позволяющие с наименьшими затратами формировать высокопродуктивные и устойчивые еловые насаждения;

2) разработать эколого-флористическую классификацию еловых лесов Беларуси с использованием эдафических параметров и видовой структуры растительных сообществ и использовать ее в качестве хозяйственно-экономической основы создания лесных культур ели европейской;

3) исследовать почвенно-грунтовые условия произрастания ельников на территории Беларуси, изучить их влияние на продуктивность и устойчивость еловых древостоев и разработать способ оценки пригодности почвенно-грунтовых условий для выращивания еловых насаждений, устойчивых к воздействию неблагоприятных климатических факторов;

4) изучить видовую насыщенность еловых фитоценозов, экологическую изменчивость ели по строению шишек и типу семенных чешуй, прирост ели по диаметру, а также его изменчивость в различных почвенно-грунтовых условиях и установить значение выявленных закономерностей для лесокультурного производства.

Объект исследования – еловые насаждения искусственного и естественного происхождения, произрастающие на территории Беларуси в различных почвенно-грунтовых условиях и различающиеся по продуктивности древесного яруса, а также другим лесоводственно-таксационным показателям. Предмет исследования – процессы формирования и развития еловых фитоценозов искусственного и естественного происхождения, протекающие в различных почвенно-грунтовых условиях под воздействием экологических факторов.

Стратегическим планом развития лесного хозяйства Беларуси запланировано увеличение к 2015 году доли еловой формации до 11,9%. Между тем, периодически повторяющиеся в последние десятилетия неблагоприятные погодные условия привели к существенному сокращению площади, занимаемой еловыми лесами. Для предотвращения усыхания ельников в будущем и увеличения их доли в составе лесов необходимо создавать и выращивать еловые древостои в почвенно-грунтовых условиях, обеспечивающих формирование устойчивых к воздействию неблагоприятных климатических факторов еловых фитоценозов.

Перспективным путем повышения эффективности выращивания еловых насаждений является разработка и внедрение таких типов лесных культур, которые при минимальных затратах на создание и выращивание еловых насаждений обеспечивают формирование к возрасту главной рубки высокопродуктивных и устойчивых еловых древостоев.

#### **Положения, выносимые на защиту.**

1) Способ оценки пригодности участков лесокультурного фонда для создания лесных культур ели европейской, основанный на сравнении запаса продуктивной влаги в зоне ризосферы с расходом влаги древостоем на транспирацию. Формирование к возрасту главной рубки нормальных и устойчивых еловых насаждений возможно в почвенно-грунтовых условиях, где запас продуктивной влаги в зоне ризосферы составляет более 80% от расхода влаги древостоем на транспирацию.

2) Типы лесных культур ели европейской, характеризующиеся размещением и густотой культивируемых древесных растений, породным составом, а также особенностями технологии создания, позволяющие выращивать к возрасту главной рубки нормальные еловые древостои.

3) Закономерности связи продуктивности еловых древостоев с содержанием частиц физической глины в корнеобитаемой толще, а также глубиной залегания грунтовых вод, позволяющие определить потенциальную продуктивность лесных культур ели европейской на участках лесокультурного фонда. Наиболее продуктивные ельники (Ia, Ib классов бонитета) формируются при среднем содержании физи-

ческой глины в зоне ризосферы более 15% на автоморфных почвах, и при залегании грунтовых вод на глубине 1,44 м – на полугидроморфных рыхлопесчаных почвах.

**Личный вклад соискателя.** Автором выполнен подбор объектов исследования и закладка пробных площадей. Для разработки эколого-флористической классификации еловых лесов, построения уравнений корреляционной связи продуктивности еловых древостоев с почвенно-грунтовыми условиями дополнительно использованы материалы исследований, представленные д. б. н. А.И. Русаленко, под руководством которого выполнена настоящая диссертационная работа. Единично автором выполнены обработка и анализ собранного материала, включая лабораторные исследования, статистическая обработка данных и построение уравнений корреляционной связи, обобщение результатов исследований и разработка практических рекомендаций по созданию лесных культур ели европейской. Автором лично сформулированы защищаемые положения и выводы, написан текст всех структурных частей диссертационной работы. В совместно опубликованных работах по теме диссертации автору принадлежат рекомендации по созданию лесных культур ели европейской.

**Апробация результатов диссертации.** Результаты исследований, включенные в диссертацию, докладывались и отражены в материалах следующих конференций: ежегодных научных конференций профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов УО «БГТУ» (2002–2007 гг.), IV Международной научной конференции «Регуляция роста, развития и продуктивности растений» (Минск, 2005), Международной научной конференции «Проблемы лесоведения и лесоводства (Институту леса НАН Беларуси – 75 лет)» (Гомель, 2005), Международной научно-практической конференции «Устойчивое развитие лесов и рациональное использование лесных ресурсов» (Минск, 2005).

**Опубликованность результатов диссертации.** По результатам исследований опубликовано 14 научных работ, в том числе 11 статей в научных изданиях, включенных в Перечень ВАК Республики Беларусь, объемом 3,0 авторских листа и 3 в других изданиях.

**Структура и объем диссертации.** Настоящая диссертационная работа включает титульный лист, оглавление, введение, общую характеристику работы, основную часть, состоящую из четырех глав, в которой приводятся анализ научной литературы, методика и результаты исследований, заключение, библиографический список (212 наименований, в т. ч. 6 на иностранных языках) и 8 приложений.

Объем диссертационной работы составляет 271 страницу, в том числе 102 страницы текста, 17 рисунков, занимающих 9,9 страниц и 39 таблиц, занимающих 34,8 страниц. Приложения занимают 102 страницы и включают 5 таблиц.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

**Изученность вопроса.** Изучением еловых лесов Беларуси занимались И.Д. Юркевич (1971, 1980), Д.С. Голод (1971), В.И. Парфенов (1971), В.С. Гельтман (1965), В.В. Смирнов (1968, 1971), И.К. Блинцов (1983), Н.Ф. Ловчий (1977), Н.И. Федоров (2001), В.В. Сарнацкий (1984, 2001, 2004), В.Е. Ермаков (1975, 2003), А.И. Русаленко (1999, 2001), В.М. Арнольбик (2005), В.Ф. Багинский (1980), И.Э. Рихтер и др.

Разработке способов создания лесных культур ели посвящены работы В.В. Миронова (1977), А.И. Писаренко, М.Д. Мерзленко (1990), А.М. Бородина (1972), С.С. Штукина (2005), В.В. Усени (1988), Ю.Д. Сироткина (1988) и др. Несмотря на большой объем и разноплановость работ, посвященных еловым лесам, недостаточная изученность ряда вопросов обуславливает актуальность проведения дальнейших исследований.

**Объекты и методы исследований.** Объекты исследований представляют собой насаждения ели искусственного и естественного происхождения, произрастающие в различных почвенно-грунтовых условиях и отличающиеся продуктивностью древесного яруса. Всего исследовано 116 еловых насаждений на территории Россонского, Городокского, Воложинского, Минского, Оршанского, Горецкого, Бельничского, Толочинского, Кличевского, Новогрудского, Негорельского, Узденского, Пуховичского и Житковичского лесхозов, а также Минского леспаркхоза. Исследования в указанных насаждениях проводились в соответствии с общепринятыми методиками, используемыми в лесоведении, лесной таксации, почвоведении и ботанике.

**Эколого-флористическая классификация еловых лесов Беларуси.** При эколого-флористической классификации для выделения синтаксонов используются: 1) видовой состав насаждений; 2) продуктивность древесного яруса; 3) экологические условия, определяющие структуру и продуктивность насаждений. Выделяемые при данной классификации синтаксоны образуют следующий нисходящий иерархический ряд: лесная растительность (леса) – формация лесов – класс лесов – группа насаждений – лесная ассоциация – лесная субассоциация. К формации еловых лесов относятся растительные сообщества (насаждения), в которых ель является преобладающей древесной породой. В формации еловых лесов по влагообеспеченности выделяются два класса: 1-й – ельники недостаточного увлажнения и 2-й – ельники избыточного увлажнения. Граница между классами лесов соответствует оптимальной глубине залегания грунтовых вод, которая определяется по уравнению корреляционной связи (1).

$$y = 127 + 8,7x, \quad (1)$$

где  $y$  – оптимальная глубина залегания грунтовых вод, см;

$x$  – среднее содержание частиц физической глины в зоне капиллярной каймы, %.

В первом классе еловых лесов выделяются следующие четыре группы насаждений: 3-я соответствует III бонитету, 4-я – II, 5-я – I и 6-я – Ia и Ib бонитетам. Второй класс еловых лесов включает следующие пять групп: 7-я соответствует Ia и I бонитетам, 8-я – II, 9-я – III, 10-я – IV и 11-я – V бонитету. При выделении ассоциаций еловых лесов нами использован флористический подход с некоторыми элементами методики сигматистов. Определяющими при выделении ассоциаций приняты следующие виды: ландыш майский, гилокомиум блестящий, костяника, мхи (дикранум многоножковый, мниум, брахитеций укороченный и плеуроциум Шребера), майник двулистный, черника, кислица обыкновенная, папоротники (щитовник мужской и кочедыжник женский), политрихум обыкновенный и сфагнум. Название ассоциации дается по крайним определяющим видам, которые встречаются в насаждении (таблица 1).

Таблица 1 – Характеристика ассоциаций еловых лесов

Название ассоциации	Группа насаждений	Количество объектов	Возможные субассоциации
Ландышево-черничная	3–5	7	Мшистая, черничная
Ландышево-кисличная	4–6	6	Мшистая, кисличная
Ландышево-папоротниковая	5–7	12	Мшистая, седмичниковая, черничная, кисличная, малиновая
Ландышево-политрихумовая	6, 8	6	Мшистая, черничная, кисличная
Ландышево-сфагновая	7	1	Кисличная
Гилокомиумово-черничная	4, 5	3	Мшистая
Гилокомиумово-кисличная	5–7	3	Мшистая, черничная, кисличная,
Гилокомиумово-папоротниковая	5–7	9	Мшистая, кисличная
Гилокомиумово-политрихумовая	5, 7	3	Черничная, кисличная
Гилокомиумово-сфагновая	6–8	7	Мшистая, майниковая, черничная, кисличная
Костяниково-папоротниковая	6–7	6	Мшистая, майниковая, зеленчуковая, кисличная
Мшисто-майниковая	5	1	Мшистая
Мшисто-черничная	7, 8	3	Мшистая, черничная
Мшисто-кисличная	7	1	Черничная
Мшисто-кисличная	7	1	Черничная
Мшисто-папоротниковая	5–7	11	Мшистая, черничная, зеленчуковая, кисличная
Мшисто-политрихумовая	7	1	Мшистая
Мшисто-сфагновая	7–10	7	Мшистая, черничная, кисличная, сфагновая
Майниково-папоротниковая	6, 7	4	Майниковая, мшистая, кисличная
Майниково-сфагновая	8	1	Сфагновая

На первое место в названии ассоциации ставится вид напочвенного покрова с меньшим порядковым номером. Субассоциации устанавливаются по доминантам напочвенного покрова. Согласно эколого-флористической классификации, в названии насаждений отражается формация лесов, продуктивность древесного яруса и особенности напочвенного покрова. Например, ельник 4-й группы мшисто-ландышево-кисличный, т. е. данное насаждение относится к еловой формации, произрастает в условиях недостатка влаги (первый класс лесов), имеет древесный ярус II класса бонитета, относится к ландышево-кисличной ассоциации и мшистой субассоциации.

**Зависимость продуктивности ельников от почвенно-грунтовых условий.** Установлено, что на автоморфных почвах связь продуктивности ельников с содержанием физической глины в корнеобитаемой толще описывается логарифмической функцией, выражаемой уравнением корреляционной связи (2).

$$y = 1,8914 \ln(x) + 3,2863, \quad (2)$$

где  $y$  – бонитет древостоя, зашифрованный таким образом, что 5 соответствует III бонитету, 6 – II, 7 – I, 8 – Ia и 9 – Ib бонитету;

$x$  – среднее содержание физической глины в зоне ризосферы, %.

Уравнение действительно при  $x = 2,46–23,55\%$ ;  $n = 31$ ;  $R^2 = 0,56$ ;  $m_{y\bar{y}} = 0,68$ ;  $F_{\text{факт.}} = 36,91$  при  $F_{99,9\%} = 13,29$ . Согласно уравнению корреляционной связи (2), ель-

ники III бонитета на автоморфных почвах формируются при среднем содержании физической глины в зоне ризосферы не менее 1,9%, II бонитета – не менее 3,23%, I – не менее 5,47%, Ia – не менее 9,28% и Ib бонитета – не менее 15,75% (рисунок 1а).

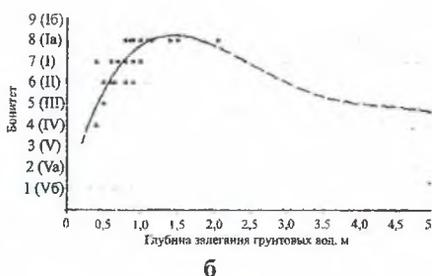
Статистической обработкой материалов исследований установлено, что корреляционная связь продуктивности еловых древостоев с глубиной залегания грунтовых вод на рыхлопесчаных почвах выражается уравнением корреляционной связи (3).

$$y = 0,8677 - 0,1105x^4 + 1,521x^3 - 7,2328x^2 + 12,702x, \quad (3)$$

где  $y$  – зашифрованный вышеуказанным способом бонитет древостоя,  
 $x$  – глубина залегания грунтовых вод, м.

При подборе объектов исключались древостои, произрастающие на почвах более тяжелого гранулометрического состава (связнопесчаных, супесчаных, суглинистых), а также имеющие в почвенном профиле прослойки этих почвенных разностей. Уравнение действительно при  $x = 0,4-2,05$  м,  $n = 31$ ;  $R^2 = 0,57$ ;  $m_x = 0,73$ ;  $F_{\text{факт}} = 38,44$  при  $F_{99,9\%} = 13,29$ .

Максимальная ордината соответствует абсциссе 1,44 м, т. е. максимальная продуктивность ельников на рыхлопесчаных почвах наблюдается при залегании грунтовых вод на глубине 1,44 м (рисунок 1б).



**Рисунок 1 – Зависимость продуктивности еловых древостоев от содержания физической глины в зоне ризосферы (а) и глубины залегания грунтовых вод (б)**

**Видовая насыщенность еловых фитоценозов и ее связь с условиями местопроизрастания.** Видовой состав еловых фитоценозов Беларуси включает около 200 растительных видов. Нами определена видовая насыщенность еловых фитоценозов искусственного и естественного происхождения, относящихся к различным группам насаждений (таблица 2).

Установлено, что между номером группы насаждений и их видовой насыщенностью имеется корреляционная связь, выражаемая уравнением (4).

$$y = 0,2575x^3 - 6,3022x^2 + 45,792x - 71,692, \quad (4)$$

где  $y$  – количество видов растений, шт. ;  
 $x$  – порядковый номер группы.

Таблица 2 – Видовая насыщенность еловых фитоценозов

Группа насаждений	Количество объектов	Количество видов		В том числе в составе					
				древесного яруса		подлеска		живого напочвенного покрова	
		среднее	пределы колебаний	среднее	пределы колебаний	среднее	пределы колебаний	среднее	пределы колебаний
3	2	21	20–22	3	–	3	2–4	15	13–17
4	4	22	17–31	3	2–4	3	2–3	17	10–26
5	8	31	25–37	4	2–6	4	2–7	24	17–30
6	17	34	28–39	3	1–6	4	3–6	27	21–35
7	13	28	22–35	4	1–7	4	2–7	20	14–26
8	4	18	16–23	4	2–5	2	2–3	12	10–16
9	2	22	20–24	5	–	3	2–3	15	13–16
10	1	14	–	4	–	1	–	9	–

Уравнение действительно при  $x = 3-10$ ;  $n = 51$ ;  $R^2 = 0,53$ ;  $m_{yx} = 4,72$ ;  $F_{\text{факт.}} = 55,01$  при  $F_{99,9\%} = 11,97$ . Согласно уравнению (4), видовая насыщенность еловых насаждений 3-й группы составляет 16 видов растений; 4-й – 27; 5-й – 32; 6-й – 32; 7-й – 28; 8-й – 23; 9-й – 18; и 10-й – 14 видов растений.

**Экологическая изменчивость ели европейской по строению шишек и типу семенных чешуй на территории Беларуси.** В еловых насаждениях Беларуси встречается 10 форм по строению шишек и типу семенных чешуй: из тупочешуйчатых – *F. orbiculata*, *F. biloba*, *F. cuneata*, *F. typica* и *F. obtusata*, из остроchешуйчатых – *F. apiculata*, *F. ligulata*, *F. spathulata*, *F. acuminata* и *F. deflexa*. Крайне редко встречается *F. deflexa*, а наибольшую встречаемость имеет *F. cuneata*. Количество форм ели, которое можно встретить в одном еловом насаждении, колеблется от одной до пяти независимо от географического положения и условий местопроизрастания. Наиболее часто (53%) встречаются фитоценозы с тремя формами, довольно часто встречаются фитоценозы с четырьмя (24,1%), несколько реже с двумя (16,9%) и крайне редко с пятью (3,6%) и одной формой (2,4%). В северной части Беларуси тупочешуйчатые формы встречаются чаще, чем остроchешуйчатые, что особенно характерно для *F. biloba* и *F. obtusata* и несколько меньше – для *F. typica*, *F. cuneata* и *F. orbiculata*. Из остроchешуйчатых форм наибольшее теплолюбие проявляют *F. apiculata*, *F. ligulata* и *F. acuminata*. В одной морфологической группе разные формы характеризуются неодинаковым отношением к условиям увлажнения. Так, из тупочешуйчатых *F. obtusata* встречается в равной мере как в условиях недостаточного, так и избыточного увлажнения. Из остроchешуйчатых *F. ligulata* и *F. acuminata* чаще встречаются в условиях недостатка влаги, а *F. apiculata* и *F. spathulata* – в условиях избытка влаги. В целом, тупочешуйчатые формы ели встречаются чаще в условиях недостаточного увлажнения, чем остроchешуйчатые (таблица 3).

Неблагоприятные климатические факторы оказывают негативное воздействие на все формы ели в равной степени, что обуславливает нецелесообразность селекционного отбора по указанному признаку при создании искусственных еловых насаждений.

Таблица 3 – Встречаемость форм ели по строению шишек и типу семенных чешуй в различных почвенно-грунтовых условиях

Группа насаждений (бонитет)	Тупочешуйчатые формы ели						Острочешуйчатые формы ели				
	<i>F. orbiculata</i>	<i>F. biloba</i>	<i>F. cuneata</i>	<i>F. typica</i>	<i>F. obtusata</i>	итого	<i>F. apiculata</i>	<i>F. ligulata</i>	<i>F. spatulata</i>	<i>F. acuminata</i>	итого
3 (III)	–	–	2,8	3,9	–	6,7	–	5,1	–	–	5,1
4 (II)	9,6	25,8	2,8	11,7	16,0	65,9	7,8	5,1	7,6	–	20,5
5 (I)	9,6	25,8	27,3	23,4	12,0	98,1	15,5	15,1	26,4	19,3	76,3
6 (Ia, 1б)	62,7	25,8	46,5	27,2	32,2	194,4	31,1	40,1	22,8	53,0	147,0
7 (Ia, I)	33,7	34,5	30,1	42,8	44,2	185,3	54,5	50,2	48,9	33,7	187,3
8 (II)	4,8	8,6	8,2	7,8	12,0	41,4	3,9	5,1	11,3	9,6	29,9
9 (III)	–	–	2,8	3,9	–	6,7	3,9	–	3,7	4,8	12,4
10 (IV)	–	–	–	–	4,0	4,0	3,9	–	–	–	3,9
3-я – 6-я	81,9	77,4	79,4	66,2	60,2	365,1	54,4	65,4	56,8	72,3	248,9
7-я – 10-я	38,5	43,1	41,1	54,5	60,2	237,4	66,2	55,3	63,9	48,1	233,5
Количество объектов, ед.	25	14	44	31	30	144	31	24	32	25	112

Примечание – В связи с неравномерностью количества объектов для получения сравнимых результатов встречаемость, приведенная в таблице 3, подсчитывалась следующим образом. Сначала в пределах каждой формы ели и в разрезе групп насаждений вычислялась встречаемость по отношению к количеству объектов данной формы ели. В последующем, используя полученные величины, определялась встречаемость по отношению к общему количеству объектов (83).

**Содержание гумуса в почвах еловых насаждений.** Содержание гумуса в почвах еловых фитоценозов колеблется в широких пределах (0,57–9,14%). Для описания корреляционной связи содержания гумуса с количеством физической глины нами использована линейная функция вида  $y = a + bx$  (где  $y$  – содержание гумуса, % от массы;  $x$  – среднее содержание физической глины в верхнем 20- и 50-см слое почвы, %;  $a$  и  $b$  – статистические коэффициенты). Уравнения корреляционной связи, их ошибки ( $m_{yx}$ ), а также достоверность аппроксимации ( $R^2$ ) приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Связь содержания гумуса с количеством физической глины в верхних 20- и 50-см слоях почвенного профиля

Мощность слоя почвы, см	Вид уравнения	Достоверность аппроксимации уравнения ( $R^2$ )	Ошибка уравнения ( $m_{yx}$ )
20	$y = 0,6606 + 0,1707x$	0,50	1,52
50	$y = 0,9758 + 0,1499x$	0,47	1,57

Уравнение связи содержания гумуса с содержанием физической глины в верхнем 20-см слое действительно при  $x = 3,16$ –36,6%;  $n = 41$ ;  $F_{\text{факт.}} = 39,55$  при  $F_{99,9\%} = 12,61$ ; в верхнем 50-см слое – при  $x = 2,54$ –37,1%;  $n = 41$ ;  $F_{\text{факт.}} = 34,74$  при  $F_{99,9\%} = 12,61$ . Согласно построенному уравнению содержание гумуса в верхнем 20-см слое рыхлопесчаных почв составляет менее 1,51%, связнопесчаных находится в

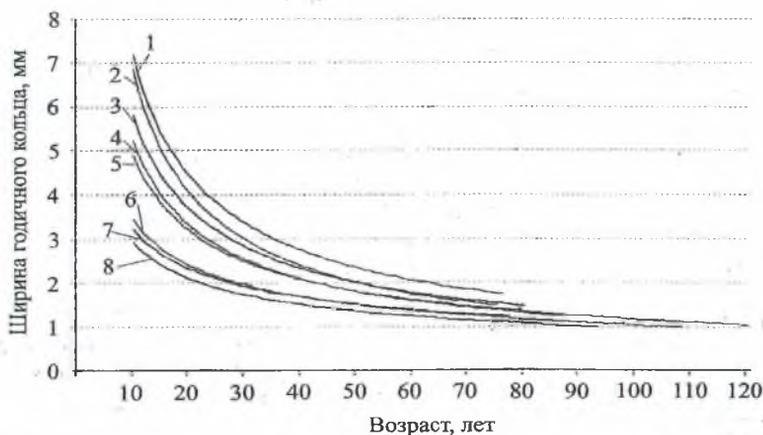
пределах 1,52–2,37%, рыхлосупесчаных – 2,38–3,22%, связносупесчаных – 3,23–4,07% и суглинистых достигает 4,08% и более.

**Годичный прирост ели по диаметру в различных почвенно-грунтовых условиях.** Для описания изменения радиального прироста ели с возрастом нами использована степенная функция вида  $y = ax^b$  (где  $y$  – ширина годового кольца, мм;  $x$  – возраст ели, лет;  $a$  и  $b$  – статистические коэффициенты). Параметры регрессионных уравнений связи приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Параметры регрессионных уравнений изменения радиального прироста ели с возрастом в ельниках различной продуктивности

Бонитет	Группа насаждений	Параметры		Значения коэффициентов		Достоверность аппроксимации ( $R^2$ )
		$x$	$y$	$a$	$b$	
III	3	93	2,94–0,99	9,0024	–0,4866	0,24
II	4	108	3,45–1,00	11,476	–0,5218	0,34
	8	77	3,23–1,22	9,6479	–0,4758	0,24
I	5	120	4,90–1,04	20,596	–0,6233	0,54
	7	87	5,25–1,24	24,468	–0,6685	0,42
Ia	6	75	6,87–1,47	40,007	–0,7651	0,49
	7	80	5,81–1,46	26,879	–0,6647	0,44
Iб	6	76	7,20–1,74	36,033	–0,6996	0,47

При идентичности возрастных кривых по форме и характеру снижения прироста их взаимное пространственное расположение соответствует продуктивности древостоев (рисунок 2).



1 – 6-я группа (Iб бонитет); 2 – 6-я группа (Ia бонитет); 3 – 7-я группа (Ia бонитет);  
 4 – 7-я группа (I бонитет); 5 – 5-я группа (I бонитет); 6 – 4-я группа (II бонитет);  
 7 – 8-я группа (II бонитет); 8 – 3-я группа (III бонитет)

**Рисунок 2 – Изменение радиального прироста с возрастом в ельниках различной продуктивности**

Для установления связи между радиальным приростом ельников и осадками нами определялась сходимость годичного прироста древостоев по диаметру со средней для Беларуси суммой осадков. При этом устанавливалась сходимость годичного прироста по диаметру с суммой осадков текущего года (А), текущего и предшествующего года (В), текущего и двух предшествующих лет (Д), текущего и трех предшествующих лет (Ж), текущего и четырех предшествующих лет (И), текущего и пяти предшествующих лет (Л), а также с суммой осадков за период активной вегетации (май–сентябрь) текущего года (Б), текущего и предшествующего года (Г), текущего и двух предшествующих лет (Е), текущего и трех предшествующих лет (З), текущего и четырех предшествующих лет (К), текущего и пяти предшествующих лет (М) (таблица 6).

Таблица 6 – Характеристика сходимости радиального прироста еловых древостоев со средней суммой осадков

Группа насаждений (бонитет)	Сходимость (%) по периодам учета суммы осадков											
	А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	З	И	К	Л	М
3 (III)	38	28	51	44	51	49	54	46	56	51	62	49
4 (II)	56	50	61	56	66	62	64	65	65	67	66	67
5 (I)	51	45	56	53	60	57	59	58	59	58	60	61
6 (Ia, Ib)	55	45	60	53	62	59	64	61	64	64	64	67
7 (I, Ia)	51	45	59	53	62	59	62	61	62	62	62	61
8 (II)	51	39	57	50	56	57	61	58	61	58	59	56
9 (III)	46	44	62	44	62	49	59	54	62	51	59	56
10 (IV)	49	46	49	46	44	46	46	49	49	41	46	43

Примечание – Сходимость радиального прироста еловых древостоев со средней суммой осадков считалась положительной при ее величине  $\geq 50\%$ .

Наиболее выраженной является связь годичного прироста еловых древостоев по диаметру с количеством осадков за три и более года (Д, Ж, И, Л), а также за три и более вегетационных периода (Е, З, К, М). В несколько меньшей степени проявляется связь радиального прироста с осадками за два года (В) и два вегетационных периода (Г). Связь радиального прироста с осадками текущего года (А) характеризуется относительно малой величиной сходимости и проявляется только в ельниках 4-й – 8-й групп насаждений. Между величиной радиального прироста и осадками текущего вегетационного периода связь отсутствует, поскольку сходимость составляет не более 50%.

Значения коэффициентов вариации индексов ширины годичных колец в еловых лесах по абсолютным значениям не превышают 37,0% и находятся в пределах нормального варьирования. Средние значения коэффициентов вариации для различных групп насаждений достоверно между собой не различаются и находятся в пределах от 20,4% (6-я группа насаждений) до 26,7% (3-я группа насаждений). Достоверная связь усыхания еловых древостоев с радиальным приростом и его динамикой отсутствует, что обуславливает нецелесообразность использования данных показателей для определения условий местопроизрастания, пригодных для выращивания устойчивых еловых насаждений.

**Почвенно-грунтовые условия, оптимальные для создания лесных культур ели европейской.** Для оценки возможности выращивания еловых насаждений в тех или иных почвенно-грунтовых условиях мы сравнили запас продуктивной влаги,

содержащийся в корнеобитаемом слое почвы, с расходом влаги на транспирацию древостоем в условиях постоянного оптимального увлажнения. Последний определялся как произведение массы хвои в свежем состоянии на ее среднюю ежедневную транспирацию (таблица 7).

Таблица 7 – Количество транспирируемой влаги еловыми древостоями различной продуктивности в условиях постоянного оптимального увлажнения за период активной вегетации (май–сентябрь), мм

Бонитет	Возраст, лет												
	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140
Ia	289	396	487	555	615	661	699	730	754	776	791	803	814
I	259	358	442	513	569	617	656	689	713	736	751	767	777
II	236	320	396	461	514	562	603	636	666	689	708	725	737
III	199	282	353	413	465	509	549	583	614	638	659	679	693
IV	159	231	295	349	401	447	487	520	549	574	595	614	627
V	125	184	239	286	327	366	399	428	451	473	490	505	519

Результаты исследования усыхающих еловых насаждений свидетельствуют о том, что высокопродуктивные ельники могут усыхать в том случае, если влагообеспеченность (отношение запаса продуктивной влаги в зоне ризосферы к количеству транспирируемой влаги древостоем в условиях постоянного оптимального увлажнения) составляет менее 80%.

На основании обобщения уравнений корреляционной связи запаса продуктивной влаги в почве с содержанием физической глины, а также корреляционной связи расхода влаги на транспирацию нормальными еловыми древостоями с их продуктивностью нами предложен способ оценки участков лесокультурного фонда для создания лесных культур ели европейской. Для создания лесных культур ели европейской пригодны участки, где соблюдается следующее условие (5):

$$T(174+11x) > (3,8104 - 0,0152D_{cp}^2 + 1,4931D_{cp}) \times 17,136, \quad (5)$$

где  $T$  – мощность зоны ризосферы, м;

$x$  – среднее содержание частиц физической глины в зоне ризосферы, % от массы;

$D_{cp}$  – средний диаметр древостоя, см.

Данный способ оценки пригодности может применяться для автоморфных, а также полугидроморфных почв при провальном снижении грунтовых вод в засушливые годы. Создание и выращивание еловых насаждений в тех или иных почвенно-грунтовых условиях целесообразно, если при проведении расчетов левая часть неравенства (5), показывающая запас продуктивной влаги в почве (мм), имеет большее численное значение по сравнению с правой, показывающей расход влаги на транспирацию нормальным еловым древостоем (мм).

Нами установлено, что проникновению корней ели в почвенную толщу препятствуют сильно уплотненные почвенные горизонты и прослойки, а также грунтовые воды. Поэтому при проведении расчетов мощность зоны ризосферы ( $T$ ) устанавливается с учетом глубины залегания уплотненных почвенных горизонтов и прослоек, а также грунтовых вод. Средний диаметр древостоя ( $D_{cp}$ ) определенного класса бонитета берется из таблиц хода роста нормальных еловых насаждений, а бонитет елового древостоя устанавливается по уравнениям связи продуктивности

ельников с содержанием физической глины и глубиной залегания грунтовых вод. В результате расчетов нами определены условия местопроизрастания, оптимальные для выращивания высокопродуктивных и устойчивых еловых древостоев (таблица 8).

Таблица 8 – Характеристика почвенно-грунтовых условий, оптимальных для выращивания высокопродуктивных и устойчивых еловых древостоев

Почва	Среднее содержание физической глины в зоне ризосферы, %	Глубина залегания грунтовых вод, м	Мощность зоны ризосферы, м
Автоморфная	10–13	>5,0	>2,0
	13–16		≥1,8
	16–21		≥1,6
	21–27		≥1,4
	27–35		≥1,2
	>35		≥1,0
Полугидроморфная	10–13	>3,4	>2,0
	13–16	>3,5	≥1,8
	16–21	>3,5	≥1,6
	21–27	>3,8	≥1,4
	27–35	>4,1	≥1,2
	>35	>4,6	≥1,0

При определении оптимальных почвенно-грунтовых условий для создания и выращивания еловых насаждений нами считалось, что на полугидроморфных почвах в засушливые периоды может наблюдаться резкое снижение уровня грунтовых вод, что делает их влагу недоступной для корней деревьев.

**Обоснование размещения посадочных мест при создании лесных культур ели.** Предлагаемый нами новый принцип подхода для обоснования размещения посадочных мест и густоты создаваемых лесных культур основан на использовании величины площади питания, которую имеют деревья нормальных древостоев к возрасту главной рубки. Количество деревьев в этом возрасте (80 лет) приведено в таблицах хода роста нормальных еловых древостоев. Используя данные таблицы, мы определили максимально возможное расстояние между рядами при создании лесных культур ели (таблица 9).

Таблица 9 – Размещение посадочных мест и густота лесных культур ели

Бонитет древостоя	Расстояние, м			Густота лесных культур, шт./га	Индекс равномерности
	между рядами		в рядах		
	пределы	среднее			
Ia	2,7–3,4	3,0	1,0; 1,5	1960–3700	1,8–3,4
I	2,6–3,2	2,9	1,0; 1,5	2080–3850	1,7–3,2
II	2,2–2,8	2,5	1,0; 1,5	2380–4550	1,5–2,8
III	2,1–2,6	2,3	1,0; 1,5	2560–4760	1,4–2,6

Если при создании лесных культур будут применяться расстояния между рядами больше указанных в таблице 9, то в большинстве случаев древостой к возрасту главной рубки будут иметь полноту меньше 1,0.

При обработке почвы под лесные культуры выдерживать точное расстояние между рядами затруднительно, так как требуются дополнительные затраты (например, на вешение линий). Поэтому целесообразно наряду с максимально возможным расстоянием принимать уменьшенное расстояние между рядами, отличающееся от максимально возможного на –20%.

На территории Негорельского лесхоза в условиях рыхло- и связнопесчаных почв нами были изучены закономерности развития надземной части ели в культурах различного возраста. Статистической обработкой собранного материала установлена достоверная корреляционная связь между высотой растений ели и возрастом, которая выражается уравнением (6).

$$y = 0,15x - 0,19, \quad (6)$$

где  $y$  – высота растений ели, м;

$x$  – возраст растений, лет.

Уравнение действительно при  $x = 3-11$  лет;  $m_{xy} = 0,06$  м;  $r = 0,83$ ;  $F_{\text{факт.}} = 195,87$  при  $F_{99,9\%} = 11,67$ .

Полным анализом корреляционной зависимости диаметра кроны  $y$  ели от высоты растений установлена достоверная связь, которая выражается уравнением (7).

$$y = 0,7x - 0,06, \quad (7)$$

где  $y$  – диаметр кроны  $y$  ели, м;

$x$  – высота растений, м.

Уравнение действительно при  $x = 0,40-1,65$  м;  $m_{xy} = 0,05$  м;  $r = 0,80$ ;  $F_{\text{факт.}} = 67,56$  при  $F_{99,9\%} = 12,78$ . По приведенным уравнениям (6) и (7) нами подсчитана высота деревьев ели и диаметры кроны в зависимости от возраста (таблица 10).

Таблица 10 – Высота деревьев ели и диаметр кроны в зависимости от возраста

Возраст, лет	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Высота, м	0,26	0,41	0,56	0,71	0,86	1,01	1,16	1,31	1,46
Диаметр кроны, м	0,12	0,23	0,33	0,44	0,54	0,65	0,75	0,86	0,96

Указанное в таблице 9 расстояние между растениями в рядах в 1,0 и 1,5 м принято нами с учетом технических возможностей лесопосадочной машины МЛУ-1. При данном расстоянии смыкание кроны деревьев ели в рядах будет наблюдаться в культурах старше 10 лет (таблица 10), если учесть, что для посадки используются 2-летние сеянцы ели.

**Типы лесных культур ели европейской и способы их создания.** На основании исследований продуктивности и устойчивости еловых древостоев в различных почвенно-грунтовых условиях и с учетом выявленных закономерностей по размещению посадочных мест нами предложены типы лесных культур ели европейской в зависимости от условий местопроизрастания (таблица 11).

Наиболее эффективным с экономической точки зрения является создание и выращивание чистых еловых, также смешанных елово-сосновых (схема смещения – 1р.С1р.Е) и елово-дубовых (1р.Д1р.Е) культур без примеси мягколиственных пород.

При создании лесных культур в качестве посадочного материала необходимо использовать 2-летние сеянцы ели, посадка должна осуществляться лесопосадочными машинами.

Таблица 11 – Типы лесных культур ели европейской

Условия местопрорастания (бонитет и группа насаждений); категория лесокультурной площади	Схема смешения пород; размещение посадочных мест	Густота лесных культур, шт./га	Подготовка лесокультурной площади, обработка почвы, посадка и уход
II (4 и 8 группы насаждений); а – г	1. Е Е Е Е (при необходимости); 2,2–2,8×1,0; 1,5 м; 2-летние сеянцы.	2380–4550	Вырубка низкополнотных или малоценных древостоев (г); расчистка с раскорчевкой пней полосами шириной 2 м (в, г); без обработки почвы (а);
I (5 и 7 группы насаждений); а – г	1. Е Е Е Е (при необходимости); 2,6–3,2×1,0; 1,5 м; 2-летние сеянцы.	2080–3850	рыхление полосами (предпочтительно) или проведение борозд (б, в, г); в условиях избытка влаги устройство микроповышений; посадка лесопосадочными машинами; уничтожение травянистой растительности и возобновления мягколиственных пород мотоагрегатами; дополнение лесных культур (при необходимости).
	2. 1р.С1р.Е 2,6–3,2×1,0; 1,5 м; 1-летние сеянцы сосны; 2-летние сеянцы ели.	2080–3850	
Ia, Ib (6 и 7 группы насаждений); а – г	1. Е Е Е Е; 2,7–3,4×1,0; 1,5 м; 2-летние сеянцы.	1960–3700	
	2. 1р.Д1р.Е; 2,7–3,4×1,0; 1,5 м; посев желудей, 2-летние сеянцы ели.	1960–3700	
	3. 1р.С1р.Е; 2,7–3,4×1,0; 1,5 м; 1-летние сеянцы сосны, 2-летние сеянцы ели.	1960–3700	

Для уничтожения травянистой и кустарниковой растительности, а также возобновления малоценных пород, затеняющих верхинку культурных растений, целесообразно использовать мотоагрегаты типа «Секор» и «Stihl».

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

### Основные научные результаты диссертации

1. Первопричиной массового усыхания ельников на территории Беларуси является недостаток влаги, который проявляется в связи с произрастанием еловых древостоев на низковлагодоемких почвах при недостаточной зоне ризосферы. В условиях постоянного оптимального увлажнения почвы нормальные ельники в возрасте главной рубки (80 лет) расходуют на транспирацию от 399 мм (V бонитет) до 699 мм (Ia бонитет) влаги. Годовое количество осадков, выпадающих на территории Беларуси (до 700 мм), находится для еловых лесов между минимумом и оптимальным значением. Высокопродуктивные ельники (Ia бонитета), произрастающие на автоморфных почвах, начинают испытывать хронический недостаток влаги, начиная с 35–40-летнего возраста. В условиях недостатка влаги еловые древостои способны сокращать ее расход на 20% без потери устойчивости. При уменьшении влагообеспеченности (отношения запаса продуктивной влаги в зоне ризосферы к ее расходу

еловым древостоем на транспирацию в условиях постоянного оптимального увлажнения) до 80% и ниже может происходить усыхание еловых насаждений. Участками лесокультурного фонда, пригодными для создания лесных культур ели европейской являются те, где почвенно-грунтовые условия позволяют формировать влагообеспеченность древостоев более 80% [10].

2. Типы лесных культур ели европейской, обеспечивающие формирование к возрасту главной рубки нормальных еловых древостоев характеризуются размещением и густотой культивируемых древесных растений, породным составом, а также общими особенностями технологии создания.

Выращивание устойчивых еловых насаждений с наименьшими затратами возможно при проектировании размещения посадочных мест и густоты лесных культур в соответствии с величиной площади питания, которую имеют деревья нормальных древостоев к возрасту главной рубки. В почвенно-грунтовых условиях, обеспечивающих формирование ельников Iа класса бонитета, густота лесных культур должна составлять 2,0–3,7 тыс. шт./га (размещение посадочных мест – 2,7–3,4 × 1,0; 1,5 м), I класса бонитета – 2,1–3,9 тыс. шт./га (2,6–3,2 × 1,0; 1,5), II класса бонитета – 2,4–4,6 тыс. шт./га (2,2–2,8 × 1,0; 1,5) и III класса бонитета – 2,6–4,8 тыс. шт./га (2,1–2,6 × 1,0; 1,5). В существующих ельниках на низинных болотах при проведении каких-либо мероприятий, связанных с изменением полноты, следует учитывать, что максимально возможное расстояние между деревьями в условиях IV бонитета составляет 2,4 м и в условиях V бонитета – 2,0 м.

Наиболее эффективным с экономической точки зрения является создание чистых еловых, также смешанных елово-сосновых (схема смешения – 1р.С1р.Е) и елово-дубовых (1р.Д1р.Е) культур без примеси мягколиственных пород. Увеличение участия мягколиственных пород в составе древостоев ведет к снижению экономической эффективности их выращивания.

Преимущество следует отдавать рыхлению полос фрезами, так как плужные борозды ПКЛ-70 способствуют развитию флагеобразных корневых систем, что сказывается на приросте деревьев и снижает их устойчивость против ветровала. Устройство микроповышений необходимо в том случае, если на участке, предназначенном для создания лесных культур ели, после снеготаяния (в начале апреля) поверхность почвы покрывается водой. При создании лесных культур в качестве посадочного материала необходимо использовать 2-летние сеянцы ели, посадка должна осуществляться лесопосадочными машинами. Для уничтожения травянистой и кустарниковой растительности, а также возобновления малоценных пород, затеняющих верхинку культурных растений, целесообразно использовать мотоагрегаты типа «Секор» и «Stihl» [8, 9].

3. На территории Беларуси высокопродуктивные еловые насаждения могут формироваться в широком диапазоне почвенно-грунтовых условий. На автоморфных почвах продуктивность еловых древостоев возрастает с увеличением содержания частиц физической глины в корнеобитаемой толще. Ельники наибольшей продуктивности (Iа, Iб классов бонитета) формируются при среднем содержании физической глины в зоне ризосферы более 15%. На полугидроморфных почвах основным условием высокой продуктивности еловых древостоев является залегание грунтовых вод на оптимальной глубине, которая определяется гранулометрическим соста-

вом почвенных горизонтов. Для полугидроморфных рыхлопесчаных почв оптимальная глубина залегания грунтовых вод составляет 1,44 м [3, 6, 13].

4. Корневая система ели европейской может быть охарактеризована как поверхностно-якорная. Ее основными отличительными признаками являются отсутствие выраженного стержневого корня, наличие мощных, залегающих на небольшой глубине (до 30 см), горизонтальных корней и отрастающих от них якорных корней, имеющих выраженную вертикальную направленность. Мощность зоны ризосферы в еловых насаждениях определяется глубиной проникновения якорных корней в почву, которая зависит от глубины залегания плотных почвенных горизонтов и прослоек, а также грунтовых вод [7, 14].

5. Прирост ели по диаметру определяется почвенно-грунтовыми условиями. С увеличением продуктивности ельников возрастают величина годичного прироста по диаметру и темпы его снижения с возрастом. Избыток и недостаток влаги в почве оказывают одинаковое негативное влияние на величину радиального прироста. Достоверная связь усыхания еловых древостоев с радиальным приростом и его динамикой не проявляется, поэтому использовать данные показатели для определения условий местопроизрастания, пригодных для выращивания устойчивых еловых насаждений, не представляется возможным [1, 2, 4, 5, 11].

#### Рекомендации по практическому использованию результатов

1. Оптимальными для создания лесных культур ели европейской являются суглинистые по гранулометрическому составу почвы, которым свойственно отсутствие корненепроницаемых горизонтов и прослоек, а также грунтовых вод до глубины 1,4 м. Создание искусственных еловых насаждений на супесчаных почвах целесообразно при отсутствии корненепроницаемых горизонтов и прослоек, а также грунтовых вод до глубины 2,0 м. Песчаные почвы являются непригодными для создания и выращивания ельников.

2. В почвенно-грунтовых условиях, обеспечивающих формирование ельников Ia класса бонитета, густота лесных культур должна составлять 2,0–3,7 тыс. шт./га (размещение посадочных мест – 2,7–3,4 × 1,0; 1,5 м), I класса бонитета – 2,1–3,9 тыс. шт./га (2,6–3,2 × 1,0; 1,5), II класса бонитета – 2,4–4,6 тыс. шт./га (2,2–2,8 × 1,0; 1,5) и III класса бонитета – 2,6–4,8 тыс. шт./га (2,1–2,6 × 1,0; 1,5).

3. Для повышения эффективности лесовыращивания необходимо создавать чистые еловые, смешанные елово-сосновые (схема смешения – 1р.С1р.Е) и елово-дубовые (1р.Д1р.Е) культуры без примеси мягколиственных пород.

4. При создании лесных культур следует отдавать предпочтение рыхлению полос фрезами, посадке лесопосадочными машинами и использованию при проведении уходах мотоагрегатов типа «Секор» и «Stihl». В качестве посадочного материала необходимо использовать 2-летние сеянцы ели.

## СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СОИСКАТЕЛЯ

### Публикации в научных изданиях согласно Перечня ВАК

1. **Филон, Д.И.** Годичный прирост по диаметру ельников Заславльского лесничества / **Д.И. Филон** // Сб. науч. тр. / Белорус. гос. технол. ун-т. сер. I. лесн. хоз-во. – Минск, 2003. – Вып. XI. – С. 208–212.
2. **Филон, Д.И.** Изменение годичного прироста ельников по диаметру под влиянием климатических факторов / **Д.И. Филон** // Сб. науч. тр. / Белорус. гос. технол. ун-т. сер. I. лесн. хоз-во. – Минск, 2004. – Вып. XII. – С. 241–244.
3. **Филон, Д.И.** Фитоценотическая структура некоторых ельников центральной части Беларуси / **Д.И. Филон** // Сб. науч. тр. / Белорус. гос. технол. ун-т. сер. I. лесн. хоз-во. – Минск, 2004. – Вып. XII. – С. 245–247.
4. **Филон, Д.И.** Почвенно-грунтовые условия и прирост по диаметру усыхающих ельников центральной части Беларуси / **Д.И. Филон** // Сб. науч. тр. / Белорус. гос. технол. ун-т. сер. I. лесн. хоз-во. – Минск, 2005. – Вып. XIII. – С. 133–136.
5. **Филон, Д.И.** Продуктивность и прирост по диаметру ельников в Заводском районе г. Минска / **Д.И. Филон** // Сб. науч. тр. / Белорус. гос. технол. ун-т. сер. I. лесн. хоз-во. – Минск, 2005. – Вып. XIII. – С. 167–168.
6. **Филон, Д.И.** Зависимость продуктивности еловых фитоценозов от глубины залегания грунтовых вод / **Д.И. Филон** // Сб. науч. тр. / Белорус. гос. технол. ун-т. сер. I. лесн. хоз-во. – Минск, 2006. – Вып. XIV. – С. 197–198.
7. **Филон, Д.И.** Характер распространения корневой системы ели по глубине почвенного профиля // **Д.И. Филон** // Сб. науч. тр. / Белорус. гос. технол. ун-т. сер. I. лесн. хоз-во. – Минск, 2006. – Вып. XIV. – С. 199–203.
8. Русаленко, А.И. Обоснование схем размещения посадочных мест при создании лесных культур ели / А.И. Русаленко, **Д.И. Филон** // Лесное и охотничье хозяйство. – 2006. – № 6. – С. 27–30.
9. Русаленко, А.И. Основные типы лесных культур в Беларуси / А.И. Русаленко, А.В. Юзефович, **Д.И. Филон** // Сб. науч. тр. / Белорус. гос. технол. ун-т. сер. I. лесн. хоз-во. – Минск, 2007. – Вып. XV. – С. 277–280.
10. **Филон, Д.И.** Влагообеспеченность ельников в различных почвенно-грунтовых условиях / **Д.И. Филон** // Сб. науч. тр. / Белорус. гос. технол. ун-т. сер. I. лесн. хоз-во. – Минск, 2007. – Вып. XV. – С. 293–297.
11. **Филон, Д.И.** Возрастные кривые изменения ширины годичного кольца у ели с возрастом / **Д.И. Филон** // Сб. науч. тр. / Белорус. гос. технол. ун-т. сер. I. лесн. хоз-во. – Минск, 2007. – Вып. XV. – С. 298–302.

### Публикации в других научных изданиях

#### Материалы конференций

12. **Филон, Д.И.** Регрессионная связь видовой насыщенности еловых фитоценозов с их продуктивностью / **Д.И. Филон** // Сб. науч. тр. / Ин-т леса НАН Беларуси. – Гомель, 2005. – Вып. 63: Проблемы лесоведения и лесоводства (Институту леса НАН Беларуси – 75 лет). – С. 122–124.

13. **Филон, Д.И.** Изменение продуктивности ельников Беларуси в зависимости от гранулометрического состава почв / **Д.И. Филон** // Устойчивое развитие лесов и рациональное использование лесных ресурсов: материалы междунар. науч.-практ. конф., Минск, 6–7 дек. 2005 г. / Белорус. гос. технол. ун-т; редкол.: О.А. Атрошенко [и др.]. – Минск, 2005. – С. 260–263.

#### Тезисы докладов

14. **Филон, Д.И.** Особенности формирования корневой системы ели европейской в различных почвенно-грунтовых условиях / **Д.И. Филон** // Регуляция роста, развития и продуктивности растений: материалы IV Междунар. Науч. конф., Минск, 26–28 окт. 2005 г. / Ин-т экспериментальной ботаники им. В.Ф. Купревича НАН Беларуси; редкол.: Н.А. Ламан [и др.]. – Минск, 2005. – С. 237.

**Абгрунтаванне тыпаў лясных культур елкі еўрапейскай і спосабаў іх стварэння на аснове вывучэння экалага-фітацэнаатычных асаблівасцяў ельнікаў Беларусі**

**Ключавыя словы:** яловыя фітацэнозы, экалага-фларыстычная класіфікацыя, глебава-грунтавыя ўмовы, радыяльны прырост, тыпы лясных культур.

**Мэта даследавання:** распрацаваць тыпы лясных культур елкі еўрапейскай (*Picea abies* (L.) Karst.) і спосабы іх стварэння якія забяспечваюць фарміраванне высокапрадукцыйных і ўстойлівых яловых дрэвастояў.

**Метады даследавання:** агульнапрынятыя ў лесазнаўстве, лясной таксацыі, глебазнаўстве і батаніцы.

**Апаратура:** вымяральныя прыборы, якія выкарыстоўваюцца пры правядзенні таксацыі лесу, узроставы свердзел, глебавы бур, аналітычныя вагі і спецыяльнае лабараторнае абсталяванне для правядзення аналізаў глебавых узораў, ЭВМ з пакетам спецыялізаваных праграм.

**Атрыманыя вынікі і іх навізна:** упершыню распрацавана экалага-фларыстычная класіфікацыя яловых лясоў Беларусі. Пабудаваны ураўненні карэляцыйнай сувязі відавой насычанасці яловых фітацэнозаў з умовамі месца росту, сувязі прадукцыйнасці яловых дрэвастояў з грануламетрычным саставам глебы і глыбінёй залягання грунтавых вод. Упершыню вывучаны і матэматычна апісаны заканамернасці змянення шырыні гадавога калыца ў елкі з узростам, вызначаны глебава-грунтавыя ўмовы, якія падыходзяць для вырошчвання яловых насаджэнняў. Распрацаваны новы прынцып падыходу да абгрунтавання размяшчэння пасадачных месцаў пры стварэнні лясных культур елкі еўрапейскай, заснаваны на выкарыстанні плошчы харчавання, якую маюць дрэвы нармальных дрэвастояў ва ўзросце галоўнай высечкі. Распрацаваны тыпы лясных культур елкі еўрапейскай і спосабы іх стварэння у залежнасці ад умоў месца росту, якія дазваляюць фарміраваць да ўзросту галоўнай высечкі высокапрадукцыйныя і ўстойлівыя яловыя дрэвастой.

**Ступень выкарыстання:** рэкамендацыі па стварэнню лясных культур елкі еўрапейскай выкарыстоўваюцца пры распрацоўцы нарматыўных дакументаў па лесааднаўленні і лесаразвядзенні ў галіне лясной гаспадаркі. Вынікі навуковых даследаванняў укаранены ў навучальны працэс, выкарыстоўваюцца пры дыпломным праектаванні па спецыяльнасці «Лясная гаспадарка» у УА «Беларускі дзяржаўны тэхналагічны ўніверсітэт».

**Галіна выкарыстання:** лясная гаспадарка, прыродакарыстанне, фітацэналогія, экалогія.

## РЕЗЮМЕ

Филон Дмитрий Иванович

**Обоснование типов лесных культур ели европейской и способов их создания на основе изучения эколого-фитоценологических особенностей ельников Беларуси**

**Ключевые слова:** еловые фитоценозы, эколого-флористическая классификация, почвенно-грунтовые условия, радиальный прирост, типы лесных культур.

**Цель исследования:** разработать типы лесных культур ели европейской (*Picea abies* (L.) Karst.) и способы их создания, обеспечивающие формирование высокопродуктивных и устойчивых еловых древостоев.

**Методы исследования:** общепринятые в лесоведении, лесной таксации, почвоведении и ботанике.

**Аппаратура:** измерительные приборы, применяемые при проведении таксации леса, возрастной буров, почвенный бур, аналитические весы и специальное лабораторное оборудование для проведения анализов почвенных образцов, ЭВМ с пакетом специализированных программ.

**Полученные результаты и их новизна:** впервые разработана эколого-флористическая классификация еловых лесов Беларуси. Построены уравнения корреляционной связи видовой насыщенности еловых фитоценозов с условиями местопрорастания, связи продуктивности еловых древостоев с гранулометрическим составом почвы и глубиной залегания грунтовых вод. Впервые изучены и математически описаны закономерности изменения ширины годичного кольца у ели с возрастом, установлены почвенно-грунтовые условия, подходящие для выращивания еловых насаждений. Разработан новый принцип подхода для обоснования размещения посадочных мест при создании лесных культур ели европейской, основанный на использовании величины площади питания, которую имеют деревья нормальных древостоев к возрасту главной рубки. Разработаны типы лесных культур ели европейской и способы их создания в зависимости от условий местопрорастания, позволяющие формировать к возрасту главной рубки высокопродуктивные и устойчивые еловые древостои.

**Степень использования:** рекомендации по созданию лесных культур ели европейской используются при разработке отраслевых нормативных документов по лесовосстановлению и лесоразведению. Результаты научных исследований внедрены в учебный процесс, используются при дипломном проектировании по специальности «Лесное хозяйство» в УО «Белорусский государственный технологический университет».

**Область применения:** лесное хозяйство, природопользование, фитоценология, экология.

## SUMMARY

Filon Dzmitry Ivanavich

### Substantiation of types of forest cultures of a spruce european and modes of their creating on the basis of study of ecologo-phytocenotic singularities of spruce forests of Belarus

**Key words:** spruce phytocenoses, ecologo-floristic classification, soil-ground conditions, radial increment, types of forest cultures.

**The purpose of research:** to develop types of forest cultures of a spruce european (*Picea abies* (L.) Karst.) and modes of their creating providing formation of highly productive and resistant spruce stands.

**Methods of research:** standard in forest science, forest mensuration, agrology and phytology.

**The equipment:** the measuring devices applied in forest mensuration, age drill, soil drill, device for weighting and the special labware for analyses of soil samples, computer with a package of specialized programs.

**The received outcomes and their novelty:** for the first time ecologo-floristic classification of spruce forests of Belarus is developed. The equations of correlative connection of species saturation of spruce phytocenoses with conditions of sites, connections of productivity of spruce stands of trees with mechanical compound of soil and depth of sub-soil waters are constructed. For the first time the regularities of a modification of a breadth of an annual ring at a spruce with the years are described, the soil-ground conditions suitable for cultivation of spruce stands are established. The new principle of the approach is developed for a substantiation of the arrangement of landing places at planting forest cultures of a spruce european. Types of forest cultures of a spruce european and modes of their creating depending on site conditions are developed, allowing to form to age of final felling operation highly productive and stable spruce stands.

**Level of using:** recommendations on planting of forest cultures of a spruce european are used by development of branch normative documents on reafforestation and forestation. Outcomes of scientific researches are introduced in educational process, used at degree projection on a speciality "Forest husbandry" in Byelorussian state university of technology.

**Field of using:** forestry, a natural management, phytocenology, ecology.

Филон Дмитрий Иванович

**ОБОСНОВАНИЕ ТИПОВ ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР ЕЛИ ЕВРОПЕЙСКОЙ И СПОСОБОВ  
ИХ СОЗДАНИЯ НА ОСНОВЕ ИЗУЧЕНИЯ ЭКОЛОГО-ФИТОЦЕНОТИЧЕСКИХ  
ОСОБЕННОСТЕЙ ЕЛЬНИКОВ БЕЛАРУСИ**

Подписано в печать 13.12.2007. Формат 60x84 1/16. Бумага офсетная.  
Гарнитура Таймс. Печать офсетная. Усл. печ. л. 1,3. Уч.-изд. л. 1,2.

Тираж 70 экз. Заказ № 595.

Учреждение образования  
«Белорусский государственный технологический университет».  
220050, г. Минск, ул. Свердлова, 13а. ЛИ № 02330/0133255 от 30.04.2004.

Отпечатано в лаборатории полиграфии учреждения образования  
«Белорусский государственный технологический университет».  
220050, г. Минск, ул. Свердлова, 13а. ЛП № 02330/0056739 от 13.12.2007

