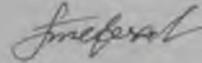


A
T35

Электронный архив УГЛТУ

На правах рукописи



Терехов Геннадий Григорьевич

**ЛЕСОВОДСТВЕННО-ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ И ТЕХНИЧЕСКОЕ
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ИСКУССТВЕННОГО
ЛЕСОВОССТАНОВЛЕНИЯ В ТЕМНОХВОЙНЫХ ЛЕСАХ УРАЛА
С ЦЕЛЮ ПОВЫШЕНИЯ ИХ ПРОДУКТИВНОСТИ**

06.03.02 – Лесоведение, лесоводство,
лесоустройство и лесная таксация

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
доктора сельскохозяйственных наук

Екатеринбург – 2012

Электронный архив УГЛТУ

Работа выполнена в ФГБОУ ВПО «УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЛЕСОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ» и ФГБУН БОТАНИЧЕСКИЙ САД Уральского отделения Российской академии наук

Научный консультант: доктор сельскохозяйственных наук, профессор Луганский Николай Алексеевич, ФГБОУ ВПО «Уральский государственный лесотехнический университет», кафедра лесоводства, профессор

Официальные оппоненты: • Нагимов Зуфар Ягфарович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ФГБОУ ВПО «Уральский государственный лесотехнический университет», заведующий кафедрой лесной таксации и лесоустройства;
• Конашова Светлана Ивановна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ФГБОУ ВПО «Башкирский государственный аграрный университет», кафедра лесоводства и ландшафтного дизайна, профессор;
• Касимов Апдулбар Касимович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ФГБОУ ВПО «Ижевская государственная сельскохозяйственная академия», кафедра лесоводства и лесных культур, профессор

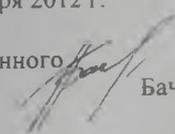
Ведущая организация: ФГБОУ ВПО «Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия»

Защита состоится 25 октября 2012 г. в 10⁰⁰ ч. на заседании диссертационного совета Д 212.281.01 при ФГБОУ ВПО «Уральский государственный лесотехнический университет» по адресу: г. Екатеринбург, Сибирский тракт, 36, УЛК-2, ауд. 320

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВПО «Уральский государственный лесотехнический университет»

Автореферат разослан 3 сентября 2012 г.

Ученый секретарь диссертационного совета


Бачурина Анна Владимировна

Электронный архив УГЛТУ

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы. На Урале темнохвойные леса наиболее представлены в горной части, где они являются источником древесного сырья, но особенно велико их значение здесь как основного компонента, выполняющего разнообразные природоохранные функции. Длительная эксплуатация этих лесов, в основном высокомеханизированными сплошнолесосечными способами рубки, существенно ухудшила экологические условия на вырубках и активизировала процессы смены темнохвойных пород на малоценные мягколиственные. Это обусловило, в частности, необходимость увеличения объемов культур ели сибирской (*Picea obovata* Ledeb.). Лесоводственная эффективность ее на сплошных вырубках из-за несовершенства агротехники и низкого уровня механизации лесокультурных работ остается на недостаточном уровне (Прокопьев, 1964, 1977; Гусев, 1969; Пуятин и др., 1976; Макаров, Терехов, 1977; Петухов и др., 1995).

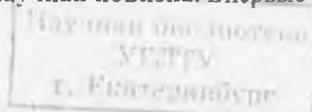
Настоящая диссертационная работа направлена на решение крупной актуальной народнохозяйственной проблемы – искусственное восстановление высокопродуктивных устойчивых еловых лесов на сплошных вырубках в низкогорных темнохвойных лесах Урала.

Цель исследований – выявление факторов низкой эффективности традиционных технологий производства культур ели сибирской и лесоводно-экологическое обоснование высокоэффективной агротехники искусственного лесовосстановления на сплошных вырубках в подзонах широколиственно-хвойных и южнотаежных низкогорных темнохвойных лесов Урала.

Задачи исследований:

1. Анализ производственного лесокультурного опыта на сплошных вырубках в зависимости от лесорастительных и технических условий в низкогорных темнохвойных лесах Урала.
2. Техническое совершенствование эколого-ресурсосберегающей агротехники создания устойчивых продуктивных культур ели на сплошных вырубках.
3. Лесоводно-экологическое обоснование способов формирования культур ели в производных мягколиственных молодняках на сплошных вырубках.
4. Разработка на лесотипологической основе рекомендаций по высокоэффективному искусственному лесовосстановлению на сплошных вырубках в темнохвойных лесах Урала.
5. Изучение структуры первичной продукции и фитомассы культур ели, в том числе в связи с рубками ухода, и составление таблиц хода роста.
6. Расчет затрат на создание и формирование культур ели и компенсации, полученной при промежуточном лесопользовании.

Научная новизна. Впервые на зонально-типологической основе



Электронный архив УГЛТУ

нами выполнена экспериментальная работа по лесоводственно-экологическому и техническому обоснованию агротехники создания и способов формирования устойчивых продуктивных культур ели на сплошных вырубках в темнохвойных лесах Урала. Нами получены следующие новые научные результаты: 1) комплекс факторов микросреды и ростовая реакция на них надземных органов и корневых систем деревьев ели в культурах; 2) оптимальные условия формирования устойчивых культур ели с участием производных мягколиственных пород; 3) влияние рубок ухода в культурах ели на факторы среды, структуру и динамику последующего возобновления мягколиственных пород и других биотических компонентов, состав и массу древесно-травянистого опада, горизонтальное и вертикальное строение главного древесного полога, вертикально-фракционное распределение корневых систем деревьев ели и сопутствующих мягколиственных пород по разным микрорельефам лесокультурного участка; 4) математически формализованы закономерности формирования фитомассы надземной частью и корневой системой деревьев ели в культурах I и II классов возраста; 5) рекомендации по созданию и выращиванию культур ели на зонально-типологической основе, таблицы хода роста их фитомассы в пределах I и II классов возраста. Оценена рентабельность выращивания культур ели по рекомендуемым агротехникам.

Обоснование и достоверность результатов исследований обеспечивается благодаря анализу большого количества репрезентативных натуральных, в том числе экспериментальных данных, собранных с использованием апробированных методик и обработанных статистическими методами с применением компьютерной техники и прикладных программ STATGRAPHICS и EXCEL для среды MS WINDOWS.

Практическая значимость. Разработана система обоснованных лесоводственно-экологических и технических мероприятий, направленных на улучшение искусственного восстановления автохтонного вида – ели сибирской, с целью повышения продуктивности темнохвойных лесов Урала. Основные положения работы вошли в целый ряд нормативных документов по ведению лесного хозяйства на Урале, в том числе по искусственному лесовосстановлению (Макаров, Терехов, 1981; «Рекомендации ...», 1988, 2001). Ряд материалов будет включен в подготавливаемые «Наставление по рубкам ухода за лесом» и «Лесотаксационный справочник».

Фактические значения фитомассы и первичной продукции культур ели I и II классов возраста, полученные на наших объектах, включены в базу данных биологической продуктивности лесов Северной Евразии. Таблицы хода роста фитомассы переданы в Уральский филиал «Рослесинфорг» для оценки углерододепонирующей емкости лесов.

На защиту выносятся следующие положения:

- Оценка сплошных вырубок, в том числе с использованием на лесосеках многооперационных машин, и производственных культур ели на них.

Электронный архив УГЛТУ

- Лесоводственно-экологическое и техническое обоснование агротехники создания и выращивания культур ели, обеспечивающей в темнохвойных лесах высокую эффективность облесения сплошных вырубок в соответствии с их давностью и лесорастительными условиями.
- Закономерности формирования устойчивых продуктивных культур ели в производных мягколиственных молодняках на сплошных вырубках.
- Специфика микроклиматических и почвенных факторов среды в культурах ели в связи с рубками ухода.
- Морфогенез корневой системы и корненасыщенность почвы в зоне роста культур ели в зависимости от типа посадочного места и способа формирования.
- Закономерности формирования фитомассы и первичной продукции деревьев и древостоев в культурах ели I и II классов возраста.
- Оценка рентабельности создания и формирования культур ели.

Апробация работы. Основные теоретические положения и практические результаты исследований представлялись и обсуждались на *научных и научно-практических конференциях: 7 международных либо с международным участием* («Лесовосстановление и лесоразведение в Казахстане», Алма-Ата, 1979; «Проблемы экологии и охраны окружающей среды», Екатеринбург, 1996; «Экологические проблемы промышленных регионов», Екатеринбург, 1999; «Актуальные проблемы лесного комплекса», Брянск, 2000; «Леса Европейского региона – устойчивое управление и развитие», Минск, 2002; «Экология: образование, наука, промышленность и здоровье», Белгород, 2004; «Проблемы эколого-экономической оценки природных объектов, экологическая безопасность», Екатеринбург, 2011), *10 всероссийских* («Внедрение передовых технологий и новой техники при создании лесных культур в лесной зоне», М., ВДНХ СССР, 1983; «Разработка научных основ и технологии создания лесных культур», Брянск, 1985; «Ускорение социально-экономического развития Урала», Свердловск, 1989; «Экологические проблемы охраны живой природы», М., 1990; «Экологический мониторинг лесных экосистем», Петрозаводск, 1999; «Лесной комплекс – проблемы и решения», Красноярск, 1999, 2001, 2003, 2004; «Наука и технологии», Миасс Челябинской области, 2007) и *7 региональных* («Проблемы восстановления лесов на Урале», Екатеринбург, 1992; «Теоретические и практические проблемы лесовосстановления», Екатеринбург, 2002).

Публикация результатов исследований. Материалы по теме диссертации опубликованы в 89 статьях, двух монографиях, четырех «Рекомендациях ...»; в изданиях по списку ВАК – 16 статей.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, 9 глав, рекомендаций производству, заключения и 6 приложений. Текст изложен на 296 страницах, содержит 61 таблицу, иллюстрирован 36 рисун-

Электронный архив УГЛТУ

ками. Библиографический список включает 469 наименований, в том числе 19 – на иностранных языках.

Связь темы диссертации с плановыми исследованиями. Экспериментальный материал и научные результаты, приведенные в диссертации, получены автором в период его непрерывной многолетней (1972 – 2011 гг.) работы по Государственным научно-исследовательским темам (работам) на Уральской ЛОС ВНИИЛМ, преобразованной в Институт леса, а впоследствии в Ботанический сад УрО РАН.

Личный вклад автора. На протяжении всего периода исследований автор являлся и исполнителем, и руководителем работ. Им поставлена проблема, составлена программа исследований, отработаны методики, обеспечены сбор, обработка, обобщение и интерпретация полученных результатов. Автором сформулированы выводы, разработаны практические рекомендации, выполнено внедрение полученных результатов в производство.

Глава 1. ОЧЕРК ЛЕСОКУЛЬТУРНОГО ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ОПЫТА НА УРАЛЕ

Лесокультурные работы в производственных масштабах на Урале начаты с 1818 г. (Глушков и др., 1948; Луговых, 1952, 1955; Струков, 1957; Макаров, 1972; Чернов, 1995). Большой вклад в развитие лесокультурного производства здесь внесли И.И. Шульц, А.Е. и Ф.А. Теплоуховы, Ф.В. Гилев и др. Многие участки культур сосны, ели, лиственницы, сохранившиеся до возраста рубки, представляли собой высокополнотные, производительные древостои (Луговых, 1955; Попова, 1971; Егоров, 1973; Прокопьев, 1974; Прокопьев, Касимов, 1977; Макаров, 1986; Залесов и др., 2002).

За весь XX век в Свердловской области работы по искусственному лесовосстановлению проведены на площади 1365 тыс. га. В общем объеме искусственного лесовосстановления преобладают культуры, созданные посадкой (71 %), доля механизированной посадки их не превышает 10 %. По объему сосной занято 74 %, елью – в 3 раза меньше (24 %). Культуры ели стали создавать с конца 60-х гг. прошедшего века, к 2006 г. их объем достиг 263 тыс. га. Уходы за лесными культурами проводят в основном ручную, использование средств механизации на уходах сдерживается рядом условий: отсутствие полосной расчистки вырубок, небольшой объем механизированной посадки, отсутствие высокопроизводительных машин и механизмов. Уход за молодняками проводят также ручную.

Эффективность лесных культур в Свердловской области в целом остается на недостаточном уровне. Согласно статотчетности Департамента лесного хозяйства (2006 г.) с 1951 по 2006 гг. на территории Свердловской области создано 1270569 га лесных культур, из них списано 157867 га (11,7 %), а гибель переведенных в покрытые лесом земли составила 294841 га (21,8 %), то есть каждый третий га лесных культур потерян.

Электронный архив УГЛТУ

Глава 2. ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЙ

Район основных исследований (около 800 тыс. га) расположен в темнохвойных лесах подзоны южной тайги в Уральской горно-лесной области (Нижнетагильское, Билимбаевское и Шалинское лесничества) и подзоны широколиственно-хвойных лесов (Шамарское лесничество) – Восточно-Европейской равнинной лесной области (Колесников и др., 1973).

Выбор объектов и территории исследований обусловлен тем, что темнохвойные леса являются коренной формацией центральной и западной горной частей Урала, где выполняют важнейшие средообразующие и биосферные функции. Главным направлением ведения хозяйственной деятельности в этих лесах является эксплуатационно-репродуктивное.

Климат территории горного Среднего Урала формируется под воздействием холодных достаточно влажных (арктических) воздушных масс, распространяющихся вдоль Уральского хребта с Северного Ледовитого океана. Среднегодовая температура – плюс 0,3 – 0,7° С, сумма осадков 464 – 625 мм в год, 60 – 79 % их выпадает в вегетационный период, продолжительность которого 140 – 150 дней. Иногда летом случаются длительные засушливые явления. Характерной особенностью климата горной полосы являются часто повторяющиеся поздневесенние и раннеосенние заморозки в воздухе и на поверхности почвы. Продолжительность безморозкового периода – 90 – 93 дня.

Территория хорошо дренирована, большая часть ее покрыта глинистыми почвообразующими породами. В почвенном покрове доминируют мелкие хрящеватые почвы со слабой дифференциацией профиля и нечеткой выраженностью подзолообразовательного процесса (Ногина, 1948; Лебедев, 1949; Иванова, 1949; Зубарева, 1967; Фирсова, 1969). Преобладают кислые дерново-средне- и сильноподзолистые, бурые и серые лесные тяжелые по механическому составу почвы с близким залеганием плотных глинистых пород.

Темнохвойные породы (ель и пихта) в покрытой лесом площади на территории подзоны южной тайги занимают 34,9 %, в подзоне широколиственно-хвойных лесов – 42,5 %, преобладают насаждения III, иногда II классов бонитета. В подзоне широколиственно-хвойных лесов доминируют (по площади) следующие типы леса: ельники кислично-разнотравный (28 %), липняковый (23 %), травяно-зеленомошниковый (9 %), в подзоне южнотаежных лесов – ельники травяно-зеленомошниковый (24 %), травяной (27 %), кисличниковый (16 %), липняковый (10 %), ельники-сосняки ягодниковый (5 %) и травяной (3 %). Между типом почвы и типом леса имеется тесная связь (Колесников и др., 1973; Зубарева, 1975). Накопление хвойного подроста под пологом материнского древостоя и естественное возобновление на вырубках лучше протекает в типах леса на хорошо дренированных местоположениях (Исаева, Луганский, 1975; Исаева, 1978).

Электронный архив УГЛТУ

Глава 3. ОБЪЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ, ПРОГРАММА, МЕТОДИКА И ОБЪЕМ ВЫПОЛНЕННЫХ РАБОТ

Объектами исследований являлись концентрированные сплошные вырубki, участки производственных культур 1899 – 1985 гг. создания и опытно-производственные (научные) участки (ОПУ) культур ели, заложенные нами в 1972 – 1988 гг.

Программа работ включала: 1. Анализ лесорастительных и технических условий на сплошных вырубках в темнохвойных лесах Урала и эффективности производства лесных культур на них. 2. Техническое совершенствование на зонально-типологической основе перспективной агротехники создания устойчивых продуктивных культур ели промышленного назначения. 3. Разработка научных основ способов формирования искусственных еловых насаждений с участием производных фитоценозов. 4. Оценка биологической продуктивности культур ели I и II классов возраста. 5. Определение затрат на создание и формирование культур ели I класса возраста и прибыль от лесопользования в них. 6. Разработка методических рекомендаций по созданию и выращиванию высокопродуктивных культур ели. 7. Составление таблиц хода роста фитомассы по полному фракционному составу деревьев ели в культурах I и II классов возраста.

Под агротехникой нами понимается комплекс последовательных технических приемов, направленных на формирование посадочных мест, подбор посадочного материала (вид и возраст), посадку и уход за культурами ели до перевода их в покрытые лесом земли.

Методы закладки ОПУ и исследований. На территории Шамарского, Шалинского, Билимбаевского и Нижнетагильского лесничеств под руководством и непосредственным участии автора заложено в 1972–1988 гг. на вырубках разной категории и давности 28 ОПУ культур ели. В пределах ОПУ на каждый вариант расчистки площади, обработки почвы, способа посадки, вида и возраста посадочного материала высаживали не менее 300 шт. растений (стандартные сеянцы или саженцы ели). Повторность варианта – не менее 3-кратной, дополнительным вариантом посадочного места на ОПУ являлась целинная часть вырубки (контроль).

Осветление культур ели проводили в первом 10-летии после посадки. Перед осветлением ОПУ разделяли на опытные (с рубкой) и контрольную (без рубки лиственных пород) секции (части). На опытных секциях лиственные породы вырубали регулярным (коридорным) способом, который подразделен нами на ширококоридорный (ширина коридора вдоль ряда культур 4 – 5 м), среднекоридорный (3 – 4 м) и узкокоридорный (1,5 – 3 м) способы. При осветлении последним способом грани коридора имеют зигзагообразный контур, а ширина коридора определяется средней высотой группы из 3 – 4 смежных растений подряд: при средней высоте ели до 1 м глубина коридора в каждую сторону от оси ряда до кроны лиственных

Электронный архив УГЛТУ

пород не превышает 1,5-кратной высоты, при средней высоте ели 1 – 1,5 м – 1-кратной и более 1,5 м – 0,7-кратной высоты ели. Кроме того, осветление культур ели на отдельных ОПУ проводили полосным (сплошным) способом рубки лиственных пород на всей секции шириной 40 – 60 м.

Прочистку (рубку) лиственных пород на опытных секциях проводили сплошным и коридорным способами (через 8 – 10 лет после осветления), контрольная секция сохранена без рубки. В период прочистки изреживали деревья ели в рядах: на секциях сплошного способа – одновременно с рубкой лиственных пород либо после нее, на секциях коридорного способа – перед рубкой лиственных пород. Изреживали деревья ели равномерным способом (между кронами соседних деревьев ели в ряду 0,5 – 1; 1 – 2 м) и неравномерным – по низовому методу с оставлением лучших.

Производственные культуры ели на свежих и старых вырубках исследовали с учетом методического пособия В.В. Огиевского и А.А. Хирова (1967). Продуктивность культур изучена по А.А. Молчанову, В.В. Смирнову (1967), естественное возобновление на вырубках и в молодняках – по методике А.В. Побединского (1966). Типы леса и лесорастительные условия описаны согласно методике В.Н. Сукачева, С.В. Зонна (1961) и определены в соответствии с генетической классификацией Б.П. Колесникова и др. (1973). Тип вырубок диагностировали по наличию устойчивого травяного покрова по И.С. Мелехову и др. (1965) с учетом типов леса и лесорастительных условий по Б.П. Колесникову и др. (1973). Свежие (1 – 4 года) и старые (давностью 5 лет и старше) вырубки исследовали по «Методике обследования сплошных вырубок, в том числе после лесозаготовок многооперационной техникой» (В.Д. Касимов, ВНИИЛМ).

Приживаемость растений ели определяли осенью в 1, 2, 3, 5, 7 и 10-й год после посадки, одновременно оценивали все растения по жизненному состоянию (Смирнов, 1977) и измеряли у 100 постоянных учетных растений высоту, прирост осевого побега, диаметр стволика, проекцию кроны.

При исследовании влажности, терморегима воздуха и почвы, физических свойств почвы в зоне роста культур использовали методики Почвенного института им. В.В. Докучаева (Агрофизические методы ... , 1966). По всем метеопказателям приведены усредненные величины за все дни наблюдений (подряд). Химические анализы смешанных образцов почвы выполняли в 3 – 4-кратной повторности. Гумус определен по методу Тюрина (ГОСТ 26213-91), рН солевой и водной вытяжки – на рН-метре (ГОСТ 26483-85), гидролитическая кислотность и сумма поглощенных оснований – по Каппену, фосфор и калий – по Кирсанову (ГОСТ 26207-91).

Живой напочвенный покров в посадочных местах лесокультурных полос представлен в основном травянистой растительностью, виды которой устанавливали по «Определителю сосудистых растений ...» (1994), обилие их – глазомерно по шкале Друде (Сукачев, Зонн, 1961), проективное покрытие надземными органами – с помощью сетки Л.Г. Раменского

Электронный архив УГЛТУ

(1938). Заращение посадочных мест травянистой растительностью определяли количественным (шт./м²) и весовым (г/м²) методами, массу корней ее – по почвенным монолитам (0,1 x 0,1 x 0,15 м) в 30-кратной повторности на вариант. Фитомасса растительных образцов (древесных и травянистых) в тексте указана в абсолютно сухом состоянии.

Деятельность почвенной целлюлозоразрушающей микрофлоры исследована методом Ю.К. Блиева, А.Н. Мартынова (1978), количественный состав почвенной мезофауны – по «Программе и методике биогеоценологических исследований» (1966).

После рубок ухода на ОПУ экологические условия в зоне роста культур изучали теми же методами, что и в культурах первого 10-летия. При наблюдении фенофаз ели и мягколиственных пород (далее – лиственных) на ОПУ использовали методики И.Н. Елагина (1961) и Н.Е. Булыгина (1974). Интенсивность заморозка фиксировали с помощью минимальных термометров в 1988 – 1997 гг. Степень повреждения побегов ели позднелесными заморозками оценивали по шкале В.В. Протопопова (1960).

Динамику живого напочвенного покрова (виды и их обилие, густота, высота и фитомасса) изучали на постоянных пробных площадях (ППП) внутри секций через 1, 2, 3 и 5 лет, подлесочных видов – через 1 и 3 года после прочистки и изреживания. Фитомасса кустарничков и полукустарничков на лесокультурных участках не достигала 5 % от общей фитомассы, поэтому отдельно не учтена. После прочистки на каждой секции ОПУ внутри ППП установлены под кронами деревьев ели и под кронами лиственных пород опадоуловители (1 м²) в 10-кратной повторности (Родин и др., 1968). Масса фракций опада рассчитана на площадь, фактически занятую кронами ели или лиственных пород, и переведена на 1 га.

Естественное возобновление ели сибирской оценено (Побединский, 1966) через 7 лет после прочистки в 23-летних культурах ели по микроэкотопам и на древесном детрите, степень разложения его определена по В.Я. Частухину и М.А. Николаевской (1969). Корневую систему самосева вскрывали методом скелета (Колесников, 1972).

Отбор модельных деревьев на ППП внутри ОПУ в 10 – 30-летних культурах и распределение их на группы (категории) роста (максимальная, средняя, минимальная) в высоту и по диаметру осуществляли методом М.И. Калинина (1975). Для изучения хода роста высоты и диаметра взято по 2 – 3 дерева (6 – 9 шт. на ППП) на каждую категорию роста. Их средний диаметр определен через сумму площадей сечения (Тюрин, 1938), а высота – по графику. Данный метод распределения древостоя на категории (группы) роста использован нами также при оценке состояния деревьев ели.

Архитектоника корневой системы деревьев ели в культурах изучена методами В.А. Колесникова (1972), корненасыщенность почвы – методами И.Н. Рахтеенко (1963), П.К. Красильникова (1983), масса корней каждого дерева – методом А.Ф. Чмыра (1984). Фитомасса надземной части опреде-

Электронный архив УГЛТУ

лена методом А.А. Молчанова и В.В. Смирнова (1967), биологическая продуктивность культур ели, годичный прирост массы – А.И. Русаленко и Е.Г. Петрова (1975), В.А. Усольцева (2004, 2007). Расчет фитомассы древостоя на 1 га (P_i , т/га) выполнен по соотношению площадей сечений:

$$P_i = (\Sigma p_i / \Sigma g_i) G, \quad (3.1)$$

где G – сумма площадей сечений древостоя на пробной площади, $m^2/га$; Σp_i и Σg_i – соответственно суммарная масса i -й фракции и суммарная площадь сечений всех моделей на пробе. Метод по точности не уступает регрессионному (Madgwick, 1982).

Стоимость создания и выращивания культур ели по рекомендуемым технологическим схемам до перевода в покрытые лесом земли приведена в сравнении с традиционными в Свердловской области. В расчетах использован ряд методических указаний («Указания по проектированию, 1977; «Распоряжение Минтранса...», 2008), рекомендаций (Румянцев, 1969; Фадин и др., 1975; Расчетно-технологические карты ... , 1986; Рекомендации по проектированию..., 1988; Система машин ... , 1995; Рекомендации по лесовосстановлению ... , 2001). За основу взяты «Типовые нормы выработки, нормы времени...» (1999); «Межотраслевые нормы выработки на лесокультурные ...» (2007) и другие ведомственные нормативные документы (тарифные ставки, разряды, нормы расхода топлива и др.).

При изреживании в рядах срубленные деревья ели разделяли на товарные, пригодные на новогодние ели, и нетоварные, у которых использованы лишь охвоенные части ветвей.

Объем выполненных работ. Изучено 22 сплошных вырубке (700 га), 25 производственных участков культур ели (476 га), на которых учтено более 15 тыс. деревьев, из них около 3 тыс. шт. обмерено. На свежих и старых вырубках, в том числе после заготовки древесины многооперационной техникой, заложено по разным технологическим схемам 28 ОПУ культур ели (286 га), где посажено 860 тыс. шт. сеянцев и саженцев.

Водно-физические свойства почв на ОПУ изучены по 58 почвенным разрезам и 166 прикопкам. Химический состав почв в посадочных местах определен по 491 смешанному образцу. Целлюлозоразрушающая деятельность почвенной микрофлоры исследована на 1440 образцах, а мезофауна – по 269 почвенным прикопкам. Масса надземной части травяного покрова изучена на 1300 площадках ($1 m^2$), корневой системы – по 398 почвенным монолитам ($10 \times 10 \times 15$ см). Масса и структура древесного опада оценены по 1496 образцам (143 опадоуловителя).

Развитие корневой системы и фитомасса ели в 1 – 3-летних культурах изучены по 216, в 5-летних культурах – по 13 растениям и в 15 – 17-летних культурах (20-летние деревья) – по 176 модельным деревьям. Надземная часть деревьев ели в возрасте 31 года исследована по 12 деревьям,

Электронный архив УГЛТУ

33 – 35-летних – по 92 модельным деревьям. Вертикально-фракционное распределение корневой системы древесных пород в 30-летних культурах изучено по 2268 монолитам. Морфометрические показатели определены у 106 тыс. растений ели в 1 – 30-летних культурах.

Нормативные таблицы для подеревной оценки фитомассы в культурах ели I и II классов возраста составлены по 271 дереву, структура первичной продукции – по 156 модельным деревьям.

Товарная оценка деревьев ели как новогодней продукции проведена у более 4 тыс. срубленных деревьев, масса кроны – у 311 нетоварных.

Глава 4. ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ СПЛОШНЫХ ВЫРУБОК

В спелых и перестойных насаждениях Урала на сплошнолесосечный способ рубок, в том числе с использованием многооперационной техники, приходится более 90 % объема.

4.1. Общие сведения об исследованных вырубках

Изученные нами 22 сплошнолесосечные вырубки, в том числе 18 – после заготовки древесины с помощью многооперационной техники, расположены в подзоне широколиственно-хвойных лесов – Шамарское лесничество (ПП № 10 – 14), в подзоне южнотаежных лесов – Нижнетагильское (ПП № 1 – 9), и Верхнеснячихинское лесничества (ПП № 15 – 19) и в подзоне предлесостепных сосново-березовых лесов – Тугулымское лесничество (ПП № 20 – 22). Средняя площадь сплошных вырубок в горных условиях составляет 33 га, в равнинных – 24– 101 га, что в значительной части случаев соответствует концентрированным вырубкам.

4.2. Влияние гусеничной техники на почву

Машинная заготовка древесины (Азаренок, 2001) на базе комплекса валочно-пакетирующих машин (ВПМ) ЛП-19А и трелевочных тракторов с пачковым клещевым захватом деревьев (по 8 – 12 шт. за рейс) на влажных почвах, а в сырую погоду и на дренированных суглинистых и глинистых почвах увеличивает площадь (табл.1), занятую технологическими элементами лесосек: волока, разделочно-погрузочные пункты (РПП), временные лесовозные дороги, пункты стоянки техники. В летний период они составляют 43 – 75 %, в зимний – 18 – 23 % территории лесосеки (в переводе на 1 га). Колеи и дороги изменяют микрорельеф, в горных условиях служат водотоками, способствуя эрозионным процессам.

Показатели твердости и плотности почвы на межколейном пространстве по сравнению с пасекой при летней машинной заготовке древесины с минимальной степенью минерализации поверхности почвы статистически достоверны в верхнем ее слое 0 – 14 см (Терехов и др., 1989), при средней и сильной степени минерализации различия заметны на глубину до 30 см. Максимальная величина плотности почвы (1,8 г/см³) отмечена на РПП, дорогах, по дну колеи пасечных и магистральных волоков .

Электронный архив УГЛТУ

Таблица 1 – Распределение территории обследованных вырубок по технологическим элементам в лесорастительных провинциях

№ пробной площади	Средняя ширина, м			Средняя площадь погруженного пункта, га	Количество погруженных пунктов на лесосеке, шт.	Площадь, занятая технологическими элементами лесосек, %		
	пасеки	пасечного волока (крайние значения)	магистрального волока			волоками	погруженными пунктами, дорогами	всего
Еловые типы леса. Среднеуральская низкогорная провинция (Колесников и др., 1973)								
3	10,0	6,4 (5 – 8,6)	9,6	0,8	2	35,1	8,3	43,4
4	26,2	4,7 (4 – 6,9)	9,8	0,3	8	15,2	7,4	22,6
6	10,1	4,4 (4 – 4,8)	4,8	0,9	4	30,4	8,9	39,3
Елово-сосновые типы леса. Зауральская равнинная провинция								
16	23,1	6,0 (5,1 – 8,9)	-	1,6	2	20,6	13,8	34,4
18	6,3	9,1 (6,3 – 12,9)	-	1,9	8	59,1	16,3	75,4
Примечание – ПП № 3, 18 – машинная заготовка древесины летом, ПП № 6 – зимой по промерзшему грунту; ПП № 4, 16 – традиционная технология заготовки древесины (трелевка по укрепленным волокам)								

Сохранность темнохвойного подроста при машинной разработке лесосек – 7 – 37 % от количества его до рубки (3000 – 5000 шт./га). На вырубках 3-летней давности остается 126 – 539 шт./га жизнеспособного подроста ели и пихты. Расположен он в пасеках биогруппами, неравномерно.

Традиционная технология заготовки древесины (валка деревьев и обрезка сучьев с использованием бензопил) сокращает количество волоков в 2 раза, повышает сохранность подроста до 52 %, а через 3 года количество жизнеспособной ели и пихты остается 1220 – 2260 шт./га. Трелевка хлыстов за вершину по укрепленным порубочными остатками волокам без заезда в пасеки повреждает почву в минимальной степени. В межколейных пространствах почва имеет плотность 0,9 – 1,1 г/см³ на глубину до 10 см, что близко к показателям почв, не подвергнутых воздействию техники.

4.3. Техническая оценка сплошных вырубок

На сплошных вырубках в еловых типах леса общее количество пней составляет от 613 до 1113 шт./га, доля хвойных пород среди них – 31 – 80 %. Высота пней при механической валке деревьев (с помощью ЛП-19А) – от 18 до 51 см, при использовании бензопил – до 19 см. На полосах шириной 2 м и протяженностью около 2000 м/га отмечается до 445 пней, из них 182 – 262 шт. диаметром более 30 см. Гусеничная лесохозяйственная техника в летний период на свежих вырубках зависает нижней частью на пнях при высоте их 17 см и выше, что ведет к длительным простоям, иногда к

Электронный архив УГЛТУ

поломке. После машинной разработки лесосек остается большое количество крупной древесины (30 – 62 м³/га), которая вместе с пнями увеличивает общую древесную захламленность, делая свежие вырубki малодоступными для плугов (ПКЛ-70 и ПЛ-1) и лесных сажалок. Комплексная механизация всех видов лесокультурных работ в этих условиях возможна лишь после расчистки территории.

Глава 5. СОСТОЯНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ КУЛЬТУР ЕЛИ НА ВЫРУБКАХ ТЕМНОХВОЙНЫХ ЛЕСОВ

Изученные нами («Разработать агротехнику культур ...», 1978) культуры ели на территории Билимбаевского лесничества, созданные в 1899 – 1910 гг. в ельнике кисличниковом на землях после сельхозпользования с размещением 0,5 – 1 х 2,6 – 3,3 м (2,9 – 6,9 тыс. шт./га), имеют в конце IV класса возраста высокие таксационные показатели и текущий запас древесины до 500 м³/га. Примесь до 10 % сосны к ели увеличивает общую производительность насаждения, равномерное смешение их в рядах (50 и 50 %) резко уменьшает производительность как ели, так и общую.

Сплошные вырубki в темнохвойных лесах Урала длительное время восстанавливали культурами сосны, эффективность их на огромных площадях часто оставалась невысокой (Прокопьев, 1964; Гусев, 1969; Путятин и др., 1976; Макаров, Терехов, 1977). В лесничествах Свердловской области ель в промышленных объемах стали создавать с конца 60-х годов XX века по тем же технологиям, что и культуры сосны.

На сплошных неочищенных вырубках, особенно после заготовки древесины многооперационной техникой в горных условиях, отмечено наибольшее количество нестандартных участков культур ели 1970 – 1980 гг. создания (Прокопьев, 1977; Макаров, Терехов, 1977). Материалы исследований показали, что в этих условиях борозды и пласты, нарезанные плугами ПЛ-70, ПКЛ-70, ПЛ-1, имеют низкое качество: частая прерывистость, неравномерная глубина борозд либо толщина пластов. Средняя протяженность борозд на свежих вырубках меньше, чем на старых. Культуры ели посажены в основном вручную 3-летними сеянцами. Размещение растений по лесокультурному участку крайне неравномерное. Ширина между смежными рядами культур по пластам (относительно оси борозд) и по минполосам составляет 1 – 2 м, а через целинную часть – около 6 м, по дну борозд на свежих вырубках – 6,8 м (5 – 9 м), на старых – 4,5 (3,5 – 6) м.

Чтобы выдержать норму общего количества растений на 1 га, в рядах уменьшают шаг посадки. Агротехнические уходы на участках культур проводят в основном с помощью ручных инструментов, часто меньшей кратности, чем необходимо. Сохранность первоначально посаженных растений в 3-летних культурах на свежих вырубках не превышает 50 %, на старых – 60 % (нормативная – 80 %). Дополняют 4 – 6-летние культуры се-

Электронный архив УГЛТУ

янцами ели 3 – 4-х лет без подновления почвы, в результате они из-за отсутствия дополнительных уходов заваливаются травяным покровом. Первый лесоводственный уход за культурами ели в смешанных молодняках проводят во втором 10-лети.

На свежих вырубках у деревьев ели в 10-летних производственных культурах отмечено замещение осевого побега, доля их достигает 33 – 93 % от числа жизнеспособных, на старых вырубках с наличием листовых молодняков – 23 – 34 %. Воздействие заморозков снижает текущий прирост ели. Высота 10-летних культур ели на свежих вырубках по дну борозд меньше, чем на старых, на достоверном уровне.

Анализ исследования сплошных вырубок и производственных культур ели на них показывает, что для создания и формирования высокопродуктивных искусственных еловых насаждений на этих вырубках в горных темнохвойных лесах Урала необходимо обосновать следующее: 1) благоприятные экологические условия в зоне роста посаженных растений; 2) эколого-ресурсосберегающие технологии на основе комплексного использования средств механизации при подготовке площади, обработке почвы, посадке культур и уходах за ними; 3) оптимальный вид и возраст посадочного материала, обеспечивающий высокую приживаемость; 4) техническое совершенствование способов формирования искусственных насаждений по отношению к неблагоприятным природным факторам – заморозкам.

Глава 6. АГРОТЕХНИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ СОЗДАНИЯ И ВЫРАЩИВАНИЯ КУЛЬТУР ЕЛИ НА ОПЫТНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ УЧАСТКАХ

6.1. Формирование посадочных мест

Полосная расчистка, связанная с корчевкой пней на свежих неочищенных вырубках, значительно увеличивает площадь минерализованной поверхности почвы средней и сильной степени, оголяет плотный подзолистый горизонт, образует ямы (микротападины).

Для уменьшения степени воздействия орудий на почву в условиях сплошных свежих вырубок нами предложен ряд технических приемов: 1) удаление пней путем фрезерования или понижения, 2) распиливание древесных остатков вдоль полос. Первый вариант – фрезерование пней заподлицо с поверхностью почвы выполнено с помощью машины удаления пней (МУП-4). Расстояние между осями полос 5 м. Второй вариант – полосное понижение пней путем дополнительного спиливания с помощью ВПМ ЛП-19А. Высота пней – до 15 см от поверхности почвы. Третий вариант – понижение пней до уровня поверхности почвы с одновременным распиливанием древесных остатков (толще 5 см) по оси полос с помощью бензопилы. Расстояние между осями полос 5 м. Во всех вариантах удаления пней в почве сохраняется их корневая система, а на поверхности – древесные остатки от лесозаготовок, препятствующие работе лесных плугов, поэтому

Электронный архив УГЛТУ

перед обработкой почвы здесь проведена расчистка полос от древесных остатков, включая «вычёсывание» пней и крупных корней из почвы с помощью корчевального агрегата МП-13 (на базе трактора Т-130), плуга ПЛП-135У с уширителями каждого отвала по 0,65 м (Т-130), бульдозера-толкателя Д-689А (Т-130) и машины расчистки полос МРП-2 (ТДТ-55).

Характеристика технологических полос с частичной корчевкой пней на опытных и контрольных (без очистки лесосек и понижения пней на них) секциях ОПУ на свежих и старых вырубках приведена в таблице 2. На

Таблица 2 – Характеристика технологических полос после расчистки и частичной корчевки пней на вырубках

Показатель	Ельник кисличниковый				Ельник разнотравно-зеленомошниковый			
	Марка орудий				Марка орудий			
	МП-13	ПЛП-135У	Д-689А	МРП-2	МП-13	ПЛП-135У	Д-689А	МРП-2
Вырубки давностью 1 год								
Расстояние между осями полос, м	<u>6-7</u> 5	<u>6</u> 5	<u>7-8</u> 6	<u>5-6</u> 5	<u>5-6</u> 5	<u>5</u> 5	<u>7-8</u> 6	<u>5-5,5</u> 5
Глубина минерализации почвы, см	<u>15-25</u> 10-20	<u>15-20</u> 5-15	<u>20-30</u> 20-30	<u>15-20</u> 10-15	<u>10-20</u> 10-15	<u>10-20</u> 5-10	<u>15-20</u> 10-15	<u>15-20</u> 10-15
Производительность, га	<u>2,21</u> 3,42	<u>3,34</u> 4,75	<u>0,93</u> 1,82	<u>2,48</u> 4,54	<u>1,98</u> 3,50	<u>3,49</u> 4,89	<u>0,99</u> 1,97	<u>2,32</u> 4,66
Вырубки давностью 4 – 6 лет								
Расстояние между осями полос, м	4,5-6	4-6	-	4,5	4,5-6	4-6	-	3,5-5
Глубина минерализации почвы, см	10-15	5-15	-	5-15	10-15	5-10	-	5-10
Производительность, га	4,34	5,85	-	5,46	3,94	4,74	-	5,31

Примечание – Числитель – контрольная секция без очистки и понижения пней, знаменатель – опытная секция с понижением пней и распиливанием древесных остатков контрольных секциях по сравнению с опытными увеличивается амплитуда глубины минерализации почвы, полосы имеют зигзагообразное отклонение (до 35°) от визирной линии (более всего при работе ПЛП-135У), что увеличивает протяженность полос до 20 %, тем самым снижается производительность агрегатов в 1,4 – 1,9 раза.

Электронный архив УГЛТУ

На старых вырубках протяженность полос увеличивалась незначительно, глубина минерализации более равномерная и минимальная, а объем перемещаемой почвы в 1,5 раза меньше по сравнению с опытными секциями и в 2 раза меньше по сравнению с контролем на свежих вырубках; на полосах частично сохранен гумусовый слой. В опытных секциях на свежих вырубках и на старой вырубке максимальная производительность – у ПЛП-135У и МРП-2. Технологические полосы, расчищенные ПЛП-135У на старых вырубках в типах леса со свежими, периодически сухими и устойчиво свежими почвами, имеют высокое качество, что позволяет совместить в одну операцию расчистку и обработку почвы. При отсутствии расколотых пней, остатков крупных корней на расчищенных полосах глубина борозд плуга ПЛ-1 и ПКЛ-70 получается минимальной, с незначительным количеством микрозападин. На полосах МРП-2, МП-13 сохраняются древесные остатки, в результате по дну борозд образуются различные по протяженности и глубине микрозападины. Напашка пластов требует еще большего качества расчистки полос. Протяженность удовлетворительно сформированных пластов по технологическим полосам на опытных секциях по сравнению с контрольными секциями больше на 9–16 % и близка к протяженности пластов по технологическим полосам на старых вырубках.

Высокое качество гряд получается при двойном проходе плуга ПЛМ-1,3. Наибольшая производительность его – при полном отсутствии на полосах древесных остатков, а в почве – крупных корней. Максимально это достигается на технологических полосах ПЛП-135У и почти не пригодны полосы, подготовленные МП-13 и МРП-2, особенно на свежих вырубках. Напашка гряд на свежих, периодически влажных почвах обеспечивает комплексную механизацию работ при создании и выращивании культур.

6.2. Посадка культур ели

Посадка культур ели сажалкой СЛ-2 по двойным пластам плуга ПЛП-135, напаханным по технологическим полосам, имеет удовлетворительные результаты. Одинарные пласты почти не пригодны для механизированной посадки. Качество посадки растений однорядной сажалкой ЛМД-81 (МЛУ-1) определяется качеством подготовки борозд, полос, а также видом и возрастом посадочного материала; лучшие данные по посадке имеют 4-летние сеянцы и 4–5-летние (2+2, 3+2) саженцы. При ручной посадке у этого вида и возраста посадочного материала ствол сильно отклоняется от вертикальной оси, а корневая система загнута.

6.3. Развитие травяного покрова в посадочных местах

Кустарничковые виды и мхи в пределах технологических полос в первое 10-летие отсутствуют либо встречаются единично. Интенсивнее нарастают травянистой растительностью посадочные места на старых вырубках по одинарным пластам, здесь культуры ели с 2-летнего возраста испытывают затенение. На двойных пластах, в отличие от одинарных пла-

Электронный архив УГЛТУ

стов, развитие ее заметно отстает по количеству видов, обилию, проективному покрытию и фитомассе надземной части (рис. 1). Развитие травяного покрова по грядам начинается с нижней части (от основания), вся поверхность гряд, включая гребень, покрывается им на 4 – 5-й год. Осевая точка роста культур ели из 4-летних сеянцев и саженцев по двойным пластам и грядам до 5-летнего возраста не испытывает затенения со стороны травянистой растительности. По дну борозд развитие её крайне ограничено, но она обильно развивается на пластах и целине, затеняя посаженные по дну борозд растения ели, а отмирая, заваливает их до 5 лет после посадки.



Рисунок 1 – Развитие травяного покрова в посадочных местах культур, созданных на старой вырубке ельника разнотравно-зеленомошникового

На свежих вырубках расчистка технологическими полосами и последующая обработка почвы по ним снижают интенсивность развития травяного покрова во всех типах посадочных мест. Фитомасса корней травяного покрова на старой вырубке ельника разнотравно-зеленомошникового в одинарных пластах 5-летних культур больше на 23 %, в грядах – на 36 и по дну борозд – на 43%, чем на свежей вырубке. Различия между грядами и пластами достоверно на статистическом уровне по фитомассе надземной части ($t_{\text{факт}} = 8,27 > t_{0,01} = 2,92$) и корней ($t_{\text{факт}} = 5,25 > t_{0,01} = 2,75$). По объему корней различия также достоверны ($t_{\text{факт}} = 4,86 > t_{0,05} = 2,72$).

6.4 Лесорастительные условия в посадочных местах

В необходимости использования данных о почвенной среде для обоснования зонально-типологического подхода к способам механической обработки ее указывают многие исследователи: В.С. Шумаков (1962), Н.П. Калининченко и др. (1967), В.В. Миронов (1968), В.И. Суворов (1971), В.С. Шумаков, В.Н. Кураев (1973), А.И. Стратонович, И.А. Маркова (1974).

После расчистки территории свежих вырубок и нарезки борозд в местах, совпавших с технологическими элементами лесосек со средней и сильной степенью минерализации почвы, отмечены крайне неблагоприятные лесорастительные условия: высокие значения плотности почвы в слое 0 – 30 см ($1,48 - 1,68 \text{ г/см}^3$) и низкие – воздухообеспеченности (13 – 3 %, сверху-вниз) и скважности (44 – 23 %). На старой вырубке по технологиче-

Электронный архив УГЛТУ

ским полосам ПЛП-135У без обработки почвы плотность её ниже ($1,08 - 1,35 \text{ г/см}^3$), чем с обработкой почвы ($1,29 - 1,66 \text{ г/см}^3$), а воздухообеспеченность – выше в 5 – 15 раз. В одинарных пластах ПЛП-135 плотность почвы в слое 0 – 30 см (сверху- вниз) составляет $1,38 - 1,01 \text{ г/см}^3$, в двойных пластах – $1,69 - 1,19$ и в грядах – $1,39 - 1,13 \text{ г/см}^3$. Сквозность, воздухообеспеченность в микроповышениях выше в 1,4 – 2 раза, чем в бороздах.

Общий запас влаги в 10-сантиметровом слое почвы в период продолжительной засухи на целине с обильно развитым травяным покровом меньше в 1,3 – 1,8 раза, чем по дну борозд, внутри гряд и двойных пластов плуга ПЛП-135, напаханных по технологическим полосам.

Содержание гумуса, подвижного фосфора и обменного калия в посадочных местах на свежих вырубках после расчистки и обработки почвы бороздами меньше, чем на старых вырубках по технологическим полосам без обработки почвы. Внутри гряд и пластов, напаханных по полосам на старых вырубках, количество основных элементов питания для саженцев значительно больше, чем на свежих вырубках.

В течение светового времени суток в пределах одного и того же ОПУ интенсивнее освещены гряды и пласты (рис. 2). Количество светового потока за 15-часовой дневной период составляет по грядкам 1255 тыс. лк, по



Рисунок 2 – Относительная освещенность поверхности почвы посадочных мест культур ели в ельнике разнотравно-зеленомошниковом (ОПУ 1-85)

пластам – 1150 тыс. лк, по дну борозд – 970 тыс. лк. Из-за отсутствия затенения гребня гряд со стороны травяного покрова, в утренние часы увеличивается приток солнечной радиации, что ускоряет повышение температуры почвы внутри гряд и прилегающего к ним слоя воздуха. Экологические условия (освещенность поверхности почвы и кроны ели, влажность и терморезим приземного слоя воздуха и верхних слоев почвы) в зоне роста культур на свежих, слабо возобновившихся листовыми породами вырубках более контрастны в течение суток, чем на старых вырубках.

В начальный период роста ели на ОПУ зафиксированы в приземном слое воздуха поздневесенние заморозки, которые отмечаются иногда дважды в год на старых вырубках и до 4 раз – на свежих вырубках. Преобладает радиационный тип заморозков слабой (до $-1,5^\circ \text{C}$) и средней (до -3°C) степени. Чаше и в большей степени отмечаются они в травяно-

Электронный архив УГЛТУ

зеленомощной группе типов леса по сравнению с ягодниковой и разно-травной. Сформировавшиеся лиственные молодняки на ОПУ в условиях старых вырубок значительно раньше изменяют микроклимат приземного слоя воздуха и уменьшают степень воздействия заморозков на культуры ели. «Отепляющий эффект» лиственных пород для культур ели тем выше, чем плотнее полог в облиственном состоянии, больше высота деревьев и меньше открытого пространства приземного слоя под пологом.

Целлюлозоразрушающая деятельность почвенных микроорганизмов в посадочных местах летом наиболее активна на вырубках 7 – 8-летней давности по сравнению со свежими, особенно в микроповышениях. Количество особей дождевых червей и их ходов почти во всех видах микроповышений – гряды, одианные и двойные пласты – по технологическим полосам на старых вырубках больше, чем на свежих (различия статистически достоверны). Наличие верховодки негативно отражается на деятельности почвенной целлюлозоразрушающей микрофлоры и мезофауны.

6.5. Приживаемость растений ели в культурах

Приживаемость лесных культур является важнейшим критерием оценки посадочного места (Шумаков, 1963; Суворов, 1965; Шильников, 1970; Миронов, 1977). Приживаемость 4 – 5-летних саженцев и 4-летних сеянцев ели на свежих и старых вырубках по вариантам механической и химической обработки почвы и на целине в годы с благоприятными и засушливыми погодными явлениями при механизированной посадке, значительно выше, чем 3-летних сеянцев. При ручной посадке ели по грядам, двойным и одианным пластам в пределах технологических полос приживаемость выше, чем по одианным пластами на вырубках без расчистки. У культур ели сибирской и ели европейской из 4-летних сеянцев на одних и тех же ОПУ показатели приживаемости близки (83 – 86 и 81- 84 %).

Таким образом, создание культур ели на старых сплошных вырубках в еловых типах леса, исходя из лесоводственно-экологических, технических и экономических условий, значительно эффективнее, чем на свежих. На вырубках 4 – 5-летней давности формируются производные молодняки лиственных пород с сомкнутостью крон до 70 %. К этому времени пни и преобладающая часть древесных остатков при деструкции теряет свою прочность, что повышает качество технологических полос: уменьшены глубина и объем перемещаемой почвы, сохранен гумусовый горизонт,. Полосная расчистка территории вырубок обеспечивает высокое качество формируемых посадочных мест, повышает производительность агрегатов при обработке почвы, посадке культур и уходах за ними, снижает затраты труда и средств на создание и выращивание культур.

Зигзагообразное дискретное расположение технологических полос с отклонением от горизонтальных линий не более 30° на свежих, периодически влажных почвах улучшает дренированность посадочных мест на преобладающей части участка, не вызывает эрозионных процессов.

Электронный архив УГЛТУ

Установлена тесная связь между степенью минерализации поверхности (глубиной) почвы и интенсивностью развития травяного покрова в посадочных местах. Активнее развивается надземная часть и корневая система его на старых вырубках по одинарным пластам. Формирование микроповышений (гряды и пласты) двойным встречным проходом плугов на старых вырубках по технологическим полосам обеспечивает для надземной части и корней ели более благоприятные лесорастительные условия: освещенность, терморегим, водно-физические свойства, химический состав, микробиологическую деятельность – и снижает степень развития травяного покрова, тем самым, культуры ели из 4-летних сеянцев и 4 – 5-летних саженцев не затеняются им и не заваливаются его опадом.

Микроклимат (освещенность поверхности почвы, влажность и терморегим приземного слоя воздуха и верхних слоев почвы) в зоне роста культур ели в первое 10-летие на старых вырубках со сформировавшимися молодняками лиственных пород обладает меньшей контрастностью, чем на свежих со слабо возобновившимися лиственными породами.

Приживаемость культур ели из 4-летних сеянцев и 4 – 5-летних саженцев значительно выше, особенно при механизированной посадке, чем из 3-летних сеянцев. В одинаковых условиях у 10-летних культур ели сибирской и ели европейской показатели приживаемости близки.

Глава 7. ФОРМИРОВАНИЕ КУЛЬТУР ЕЛИ С УЧАСТИЕМ ЕСТЕСТВЕННЫХ ФИТОЦЕНОЗОВ НА ОПЫТНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ УЧАСТКАХ

Положительную роль лиственных пород для ели при формировании смешанных естественных молодняков лесоводы отмечали давно (Тюрмер, 1891; Морозов, 1949; Ткаченко, 1952; Турский, 1954; Кайрюкштис, 1959), однако о допустимом режиме развития лиственных пород на участках культур ели на разных стадиях развития почти нет сведений.

7.1. Феноритмика развития древесных пород и влияние заморозков на ель в культурах

Первоочередное влияние на начало роста и развития растений оказывают погодные условия данного вегетационного сезона – количество солнечной радиации и среднесуточная температура воздуха (Шиголев, Шиманюк, 1949; Смирнов, 1964; Мамаев, 1970; Булыгин, 1974; Сенчуков, Бабич, 1976).

Развержение листовой почки главного побега у березы в горных условиях Среднего Урала наступает при сумме среднесуточных температур (+5° С и выше) 107,6±8,6° С. Массовое развержение почки осевого побега у ели сибирской в культурах происходит при сумме эффективных температур воздуха (10° С и более) 253 – 294° С через 9 – 19 суток после появления листьев березы и 1 – 2-х недель – ивы козьей и рябины. Раньше (на 1 – 2

Электронный архив УГЛТУ

дня) разverzание почек начинается у ели на свежих, не возобновившихся лиственными породами вырубках в нижних частях склонов юго-западной экспозиции, позднее – на старых, возобновившихся вырубках, а также на склонах восточной экспозиции.

Средняя продолжительность роста осевого побега саженцев ели сибирской при заморозках слабой степени составляет по грядам 36 суток, по пластам – 34, по дну борозд – 26 и на целине 34, из 3-летних сеянцев – на 3 – 6 суток короче. Отсутствие заморозков увеличивает продолжительность роста на 5 – 8 суток. Ель европейская начинает рост на 2 – 7 суток раньше ели сибирской и чаще повреждается заморозками. При отсутствии лиственных молодняков оба вида ели повреждались поздневесенними заморозками в травяно-зеленомошной группе типов леса в слое воздуха на высоте до 4 м, в разнотравной – до 3 м, ягодниковой и липняковой – до 2 м.

7.2. Роль рубок ухода и способов их проведения в формировании культур ели I класса возраста

Необходимость в рубках ухода возникает в насаждении, когда остро проявляется напряженность взаимоотношений между культивируемой и производными породами (Давыдов, 1971; Сеннов, 1984; Луганский и др., 2001). В России рубки ухода за лесом имеют длительную историю (Давыдов, 1949; Иевинь, Кажемак, 1973; Кожевников, 1974; Родин, 1977). Менее всего исследований по рубкам ухода проведено в культурах ели.

Лиственные молодняки, в основном вегетативного происхождения, активнее возобновляются на ОПУ в травяно-зеленомошной группе типов леса по сравнению с ягодниковой и липняковой. Повсюду преобладает береза, в некоторых типах леса в первом ярусе лиственных молодняков I класса возраста высока доля ивы козьей, рябины обыкновенной. Первичное образование елово-лиственных молодняков (на площади не менее 50 % территории ОПУ) на свежих вырубках происходит в конце первого-начале второго 10-летия после посадки, на старых вырубках – через 5 – 10 лет.

После осветления узкокоридорным способом сомкнутые елово-лиственные молодняки образуются через 6 – 10 лет. Соотношение деревьев лиственных пород и культур ели при осветлении этим способом составляет 2 – 5 : 1, при прочистке среднекоридорным способом без изреживания ели в рядах 17 – 20-летних культур – 0,5 : 1, с изреживанием – 0,9 : 1.

Рубки ухода изменяют экологические условия (освещенность, количество светового потока, терморегим) поверхности почвы и приземного слоя воздуха (терморегим, влажность), которые определяются структурой древостоя, трансформированной в связи со способом рубок ухода. Максимальная амплитуда этих климатических факторов отмечается при сплошном (полосном) либо ширококоридорном (около 5 м) способах осветления, а при прочистке (рис. 3) – сплошным способом (секция 3) и одновременным изреживанием ели в рядах культур (секция 3а).

Электронный архив УГЛТУ

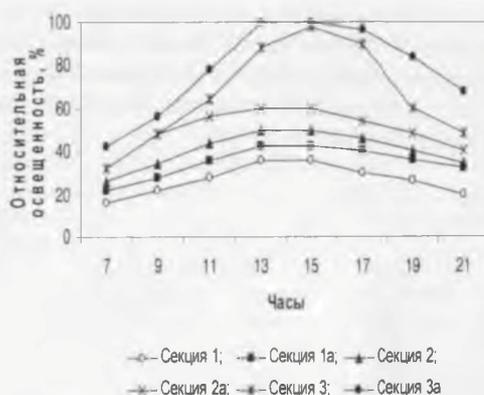


Рисунок 3 – Дневной ход относительной освещенности поверхности почвы в междурядьях через 2 года после прочистки в 20-летних культурах на ОПУ 1-85 (Е р.-зм.). Сомкнутость крон на секции 1 (контроль) – 1,1; на секции 1а (то же, но с изреживанием ели) – 0,9; на секции 2 (среднекоридорный способ) – 0,8; на секции 2а (то же, но с изреживанием ели) – 0,7; на секции 3 – 0,6 и на секции 3а – 0,4

На изменившиеся экологические условия в первую очередь реагирует травянистая растительность и подлесочные виды. Наибольшее количество видов в травяном покрове (92 вида), максимальная высота и фитомасса его достигаются на 3 – 4 годы после сплошной рубки лиственных пород и изреживания ели в рядах (секция 3а, ОПУ 1-85, Е р.-зм.); в коридорах среди лиственных пород (секция 2 и 2а) развитие травяного покрова умеренное. Масса его опада на секции 3а – около 4 т/га в год, на секции 2а – 1,5 т/га, а величина древесного опада – соответственно, 1,4 и 1,9 т/га. Численность подлесочных видов определяется сомкнутостью крон деревьев первого яруса. Соотношение активной (разлагающейся в течение 1 года) и неактивной частей валового древесно-травянистого опада составляет на контрольных секциях 2 : 1, в опытных секциях – 1 : 1 и 1 : 1,5 (рис. 4).

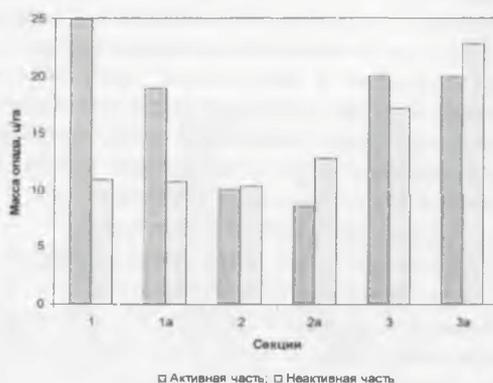


Рисунок 4 – Масса активной и неактивной частей среднегодового (за 2 – 5-летний период после прочистки) древесно-травянистого опада на секциях ОПУ 1-85 (Е р.-зм.). Сомкнутость крон на секциях та же, что и на рис. 3

В результате рубок ухода в культурах активизируется разложение прошлого опада под пологом, изменяется структура нового, увеличивается доля деревьев ели в первом ярусе и степень семеношения их, возрастает количество семян ели. На участке 23-летних культур ели после осветления

Электронный архив УГЛТУ

и прочистки насчитывается около 380 экземпляров 3 – 5-летнего самосева (61%) и 6-летнего и старше подроста (39 %) ели на 1 га (рис. 5). Возобновление её продолжается, что позволяет формировать разновозрастный устойчивый продуктивный древостой, делая лесопользование непрерывным, а создание культур ели – одноразовым процессом.



Рисунок 5 – Структура растений ели естественного возобновления по микроэкотопам на участке 23-летних культур ели в ельнике травяном

7.3. Пространственное размещение корней деревьев ели, морфо-структура и корненасыщенность почвенных слоев в культурах ели I и II классов возраста

Корневые системы в культурах ели на вырубках более подробно изучены у ели европейской (Абражко, 1982; Калинин, 1983; Веремьева, Смирнов, 1985; Мерзленко, Шестакова, 1982; Бабич и др., 2000; Маркова, Шестакова, 2001), чем у ели сибирской (Касимов, 1995; Касимов, Галако, 2002). Нами установлено, что по микроповышениям корневая система 2-летних культур ели равномерно размещена в минеральной части пласта или гряды; по дну борозд, из-за высокой плотности почвенных слоев, корни развиваются косо-вертикально вверх вдоль посадочной щели. До 5 лет развитие корней определяют эдафические условия в посадочных местах: в грядах и пластах корни смыкаются между соседними растениями через 3 – 4 года после посадки, на целине и в бороздах – на 2 и 4 года позднее.

Активное возобновление лиственных пород в междурядьях сдерживает распространение корней ели за пределы технологических полос, где доля их в 9-летних культурах, созданных на старой вырубке, не превышает 9 % от общей массы древесных корней (табл. 3). Через 8 лет после осветления узкокоридорным способом доля их здесь увеличилась в 2 – 13 раз, после сплошного способа – в 4 – 27 раз. На свежих вырубках доля корней ели за пределами полос выше на 28 – 61 %, чем на старых вырубках. После рубок ухода площадь проекции и объем почвы, занимаемые корнями ели, определяются степенью воздействия на лиственные породы (рис. 6).

Электронный архив УГЛТУ

У деревьев ели по грядам и пластам во втором 10-летии от стержневого корня отходит 22 – 31 корней первого порядка, образующих в почве ярусность до трех уровней; на целине и по дну борозд количество корней

Таблица 3 – Фитомасса корней в ельнике разнотравно-зеленомошниковом (числитель – культуры ели, знаменатель – лиственные породы), %

Вариант посадочного места на ОПУ	До осветления (9-летние культуры)		Через 8 лет после осветления (17-летние культуры)			
	Внутри технологических полос	За пределами технологических полос	Узкокоридорный способ		Сплошной способ	
			Внутри технологических полос	За пределами технологических полос	Внутри технологических полос	За пределами технологических полос
Гряда	72 – 89 11 – 28	6 94	78 – 90 10 – 22	19 – 31 69 – 81	84 – 93 7 – 16	29 – 41 59 – 71
Пласт	54 – 71 29 – 46	1 99	62 – 91 9 – 38	13 – 22 78 – 87	71 – 94 6 – 29	24 – 31 69 – 76

первого порядка ветвления в 2,1 и 2,8 раза меньше, а ярусность у них не выражена. Одновременно с увеличением пространственного размещения корней всех порядков ветвления (1 – 4) происходит утолщение стержневого корня. По микроповышениям он проникает на глубину до 35 см, по микропонижениям – в 2,5 раза меньше. На свежих, периодически влажных почвах на целине и на сухих почвах по дну глубоких борозд у ели отмечается меньшее количество корней первого порядка ветвления, а ярусность у них почти отсутствует, что ухудшает ветроустойчивость этих деревьев. В ельнике травяном в 30-летних культурах после осветления (8-летних культур) и прочистки (16-летних культур) горизонтальная проекция корней превышает проекцию кроны этих же деревьев по пластам в 1,8 – 3,5 раза, по дну борозд – в 1,6 – 3 раза.

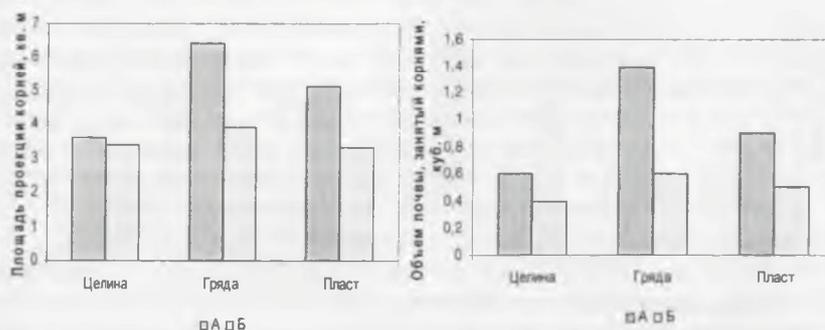


Рисунок 6 – Площадь проекции и объем почвы, занимаемые корнями средних деревьев ели в 17-летних культурах через 8 лет после осветления в ельнике разнотравно-зеленомошниковом: А – сплошной способ, Б – узкокоридорный способ

Электронный архив УГЛТУ

Лиственные породы, активно возобновляющиеся на ОПУ, играют двойную роль: улучшая микроклимат, уменьшают вероятность повреждения ели от заморозков, но ухудшают рост и развитие как надземной части, так и корневой системы ее.

Составленные нами уравнения на количественном уровне характеризуют в ельнике травяном у культур высокую степень подавления лиственными породами корневой системы ели по фракциям толщины и почвенному профилю по дну борозд по сравнению с культурами по пластам, где более благоприятные эдафические условия и два последовательных приема рубок ухода формируют у ели высокую конкурентную способность в межвидовых отношениях. Примененный способ регрессионного моделирования вертикально-фракционного распределения массы и длины корней с использованием двумерных кумулянт позволяет давать адекватное аналитическое описание этого распределения и сравнивать результаты, полученные по толщине фракций корней относительно почвенных горизонтов в разных условиях.

Рубки ухода и тип посадочного места способствуют формированию структуры скелетной части корней ели. На целине, по грядам и химобработке она более симметричная, по пластам – веерообразная (на свежих, периодически влажных почвах направлена в сторону целины), что снижает здесь ветроустойчивость деревьев ели с увеличением размера их кроны.

7.4. Состояние и ход роста ели в культурах I и II классов возраста
При переводе культур ели в покрытые лесом земли морфологическое состояние ствола не всегда учитывается. Нашими исследованиями установлено, что в горных условиях Урала на свежих вырубках доля деревьев ели с сильной степенью повреждения ствола намного выше, чем на старых вырубках (рис. 7), особенно в травяно-зеленомошной группе типов леса, где

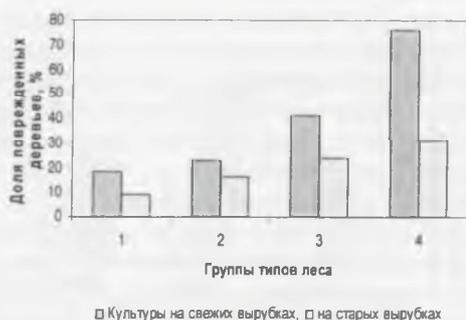


Рисунок 7 – Количество деревьев с сильной степенью повреждения осевого побега заморозками в 15 – 17-летних культурах ели на вырубках разных групп типов леса: 1 – ягодниковая, 2 – липняковая, 3 – разнотравная, 4 – травяно-зеленомошная

3/4 деревьев имеют низкие товарные качества, которые исправить невозможно. В ягодниковой, липняковой и разнотравной группах типов леса повреждение осевого побега ели в культурах в 2 – 5 раз меньше, чем в предыдущей группе типов леса. У ели европейской большее число повреж-

Электронный архив УГЛТУ

денных заморозками деревьев, чем у ели сибирской в этих же условиях. На одном и том же участке чаще повреждаются заморозком открытые растения ели, расположенные по оси лесокультурных полос. При неоднократном повреждении текущего прироста осевого побега ели снижается высота ствола, эти деревья отстают в росте и дольше сохраняются в том слое воздуха, где чаще отмечаются заморозки.

Высота деревьев ели в 15-летних культурах на контрольной секции меньше по сравнению с секциями узкокоридорного и сплошного способов осветления, соответственно, в 1,2 – 1,4 и 1,5 – 1,7 раза. На секции сплошного способа осветления деревья ели крупнее, а количество поврежденных заморозками больше, чем на секции узкокоридорного способа.

Наибольшее количество деревьев ели максимальной категории роста по высоте в 15 – 20-летних культурах до изреживания отмечено на секциях сплошного способа осветления: по грядкам – до 53 %, пластам – до 27, химобработке – до 40 и на целине – до 10 %; на секциях узкокоридорного способа осветления возрастает доля деревьев средней (37 – 50 %) и минимальной (37 – 53 %) категорий роста. При распределении этих же деревьев на категории роста по диаметрам различия между способами осветления также прослеживаются: на секциях сплошного осветления преобладают деревья ели средней категории роста (48 – 53%); на секциях узкокоридорного – минимальной (47 – 62 %).

В 18-летних культурах после первого изреживания с промежутком между кронами деревьев ели 0,5 – 1 м остается 41 – 55 % их, с промежутком между кронами 1 – 2 м – 38 – 44 %. Из этого числа доля деревьев без морфологических изменений ствола в травяно-зеленомошной группе типов леса на старых вырубках составляет 86 – 98 %, на свежих вырубках – 11 – 61 %. Средняя высота оставшегося елового древостоя при изреживании в этой группе типов леса на старых вырубках – 3,9 м, на свежих – 2,6 м, что ниже 4-метрового уровня приземного слоя воздуха, в котором случаются заморозки радиационного типа. Прочистка лиственных пород здесь необходима среднекоридорным способом после изреживания деревьев ели. В ягодниковой, липняковой и разнотравной группах типов леса при изреживании 18-летних культур доля деревьев ели без морфологических изменений ствола достигала 92 – 100 %, а средняя высота их – более 3,5 м; прочистка лиственных пород возможна сплошным способом.

Ход роста высоты деревьев ели в первом 10-летии определяется эдафическими и экологическими условиями в посадочных местах. Агротехнические уходы за посаженными растениями положительно влияют на рост их, но достоверность различий по текущим приростам прослеживается лишь у культур ели из 3-летних сеянцев по пластам ($t_{\text{факт}} = 5,6 > t_{0,01} = 2,72$). В 10-летних культурах различие между видом посадочного материала достоверно только по диаметру ($t_{\text{факт}} = 2,91 > t_{0,01} = 2,72$). На свежих вырубках высота деревьев ели из-за частых повреждений заморозками оказы-

Электронный архив УГЛТУ

ваются значительно ниже, чем на старых, различия достоверны ($t_{\text{факт}} = 3,89 > t_{0,01} = 2,72$). Смыкание крон ели в рядах культур из 3-летних сеянцев с размещением через 0,5 м происходит через 4 года после посадки, из 4-летних сеянцев и 4 – 5-летних саженцев с размещением через 0,75 м – через 4 – 5-лет и с размещением 1 м – через 7 – 8-лет.

Текущий периодический (10 лет) прирост высоты деревьев ели европейской после осветления 8-летних культур несколько больше, чем у ели сибирской (рис. 8), но различие недостоверно ($t_{\text{факт}} = 2,14 < t_{0,01} = 2,72$).



Рисунок 8 – Динамика текущего годичного прироста высоты деревьев до и после сплошного осветления 8-летних культур ели на ОПУ 3-86 (Е-С яг.)

Между морфометрическими показателями ствола (высота и диаметр) и проекцией кроны деревьев ели в опытных вариантах осветления имеется тесная связь. Общая площадь проекций крон деревьев ели без изреживания в рядах на секциях сплошного способа осветления – около 60 % территории участка, с изреживанием – до 35 %, а объем воздушного пространства, занимаемый ими, соответственно, 25 и 11 тыс. м³/га. При узкокоридорном способе осветления культур эти же показатели меньше в 1,3 – 1,9 раза.

Вышесказанное позволяет заключить, что в горных условиях Урала культуры ели на свежих вырубках чаще и интенсивнее повреждаются заморозками по сравнению со старыми вырубками, где тепляющий эффект лиственных пород, определяемый высотой и плотностью полога их, наступает раньше. Наиболее подвержены воздействию поздневесенних заморозков культуры ели в травяно-зеленомошной группе типов леса по сравнению с ягодниковой и липняковой. Для формирования высокопродуктивных культур ели с участием лиственных пород необходимы рубки ухода. Способ рубок ухода, регулируя численность лиственных пород на лесокультурных участках, изменяет экологические условия в зоне роста культур, динамику и структуру подполовых видов, массу и состав древесно-травянистого опада, определяет интенсивность роста надземной части и корневой системы в горизонтальной и вертикальной плоскостях, влияет на формирование структуры скелетной части корней деревьев ели. В результате рубок ухода увеличивается доля деревьев ели в первом ярусе древостоя, ускоряется начало семеношения их и возможность возобновления культур ели за счет самосева.

Электронный архив УГЛТУ

ГЛАВА 8. ФИТОМАССА И ПРОДУКТИВНОСТЬ КУЛЬТУР ЕЛИ I и II КЛАССОВ ВОЗРАСТА

В настоящее время фитомасса лесов рассматривается как их основная характеристика (Нагимов и др., 2007), определяющая ход процессов в насаждениях и используемая в целях экологического мониторинга, моделирования продуктивности лесов с учетом глобальных изменений, изучения структуры и биоразнообразия лесного покрова, а также оценки углеродододепонирующей емкости лесов (Fowler et al., 2002).

8.1. Фитомасса деревьев ели в культурах и нормативные таблицы для подеревной оценки

На начальном этапе формирования культур ели более благоприятные условия для реализации продукционного потенциала (фитомасса, объем) на свежих, периодически влажных почвах (ОПУ 1-85, Е р.-зм.) обеспечиваются при посадке по грядкам, несколько хуже – по пластам и по химической обработке почвы и наихудшие – на целине (рис. 9).

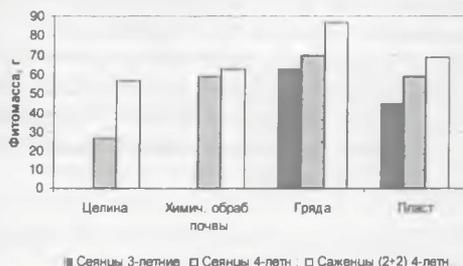


Рисунок 9 – Фитомасса средних растений ели сибирской в 5-летних культурах в ельнике разнотравно-зеленомошниковом по разным вариантам посадочных мест

Фитомасса деревьев ели сибирской и ели европейской в 16-летних культурах (рис. 10), заложенных на свежих и старых вырубках, была чуть больше у последней, хотя различие не достоверно.

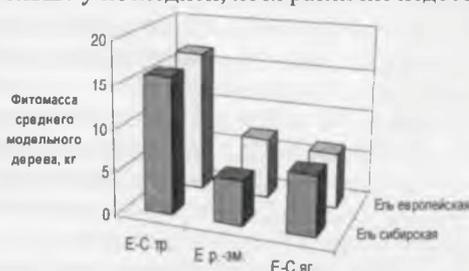


Рисунок 10 – Фитомасса 20-летних модельных деревьев ели в культурах на ОПУ 1-86 (Е-С тр.), 2-86 (Е р.-зм.) и 3-86 (Е-С яг.)

Опыт расчета уравнений и составления таблиц для подеревной оценки фитомассы различных пород изложен в литературе (Токмурзин, Байзаков, 1970; Усольцев, Усольцева, 1977; Семечкина, 1978; Биологическая

Электронный архив УГЛТУ

продуктивность..., 1982; Baker et al., 1984), и подходы авторов далеко не однотипны. Обычно используется двухфакторная зависимость

$$P_i = f(H, D), \quad (8.1)$$

где P_i – фитомасса i -й фракции дерева (древесина ствола, кора, ветви, хвоя, корни); H – высота ствола, м; D – диаметр ствола на высоте 1,3 м, см, которая в форме линеаризованного уравнения множественной статической аллометрии (Усольцев, 1988) имеет вид

$$\ln P_i = a_0 + a_1 \ln H + a_2 \ln D + a_3 \ln H \ln D, \quad (8.2)$$

где a_0, a_1, a_2, a_3 – значения констант.

Для составления подобных таблиц оценки фитомассы культур ели необходимо предварительно выяснить, достоверны ли отличия фитомассы деревьев выше упомянутых трех категорий (4-летние сеянцы ели европейской и ели сибирской, саженцы 5 (3+2) лет ели сибирской), т.е. достоверно ли влияние древесного полога и вида посадочного материала на структуру фитомассы, при условии, что стволы имеют одни и те же размеры H и D .

Чтобы ответить на этот вопрос, мы вводим модификацию уравнения (8.3), в частности, дополняем его блоковыми фиктивными переменными X_1 и X_2 (для культур ели из 4-летних сеянцев ели сибирской $X_1 = 0, X_2 = 0$, ели европейской $X_1 = 0, X_2 = 1$ и из 5-летних (3+2) саженцев ели сибирской $X_1 = 1, X_2 = 0$). Модифицированное уравнение имеет вид

$$\ln P_i = a_0 + a_1 \ln H + a_2 \ln D + a_3 \ln H \ln D + a_4 X_1 + a_5 X_2. \quad (8.3)$$

Расчет уравнения (8.3) показал, что и в этом случае ни для одной фракции фитомассы нет достоверного отличия по названным совокупностям и категориям, поскольку везде $t_{\text{факт.}} < t_{0,05} = 2,0$.

Таким образом, значения фитомассы деревьев ели на ОПУ 1-85 (Е р.-зм.) не различаются по вариантам посадки и виду посадочного материала и входят в одну генеральную совокупность, которая может быть использована в целом для составления соответствующих нормативов.

На основании фитомассы 271 дерева ели возрастом 3 – 35 лет нами рассчитаны модели и составлены соответствующие таблицы двух видов: в одном случае по данным модельных деревьев 20 – 35-летнего возраста рассчитаны уравнение (8.2) с независимыми переменными D и H , а в другом – уравнение (8.4) с независимыми переменными A (возраст дерева, лет) и H . Уравнение для расчета моделей наземной фитомассы имеет вид:

$$\ln P_i = a_0 + a_1 \ln H + a_2 \ln A + a_3 \ln H \ln A. \quad (8.4)$$

Уравнения (8.2) и (8.4) могут быть использованы не только для расчета

Электронный архив УГЛТУ

надземной фитомассы деревьев, но и для массы корней. Они характеризуются достаточно высокими показателями адекватности экспериментальным данным, поскольку объясняют изменчивость запаса углерода в фитомассе деревьев по уравнению 8.2 на 89 % и по уравнению 8.4 – 97%.

8.2. Фитомасса искусственных еловых древостоев и эскизы таблиц хода роста по запасу фитомассы (ТХРФ)

Сравнительный анализ фитомассы 16-летних культур ели на старой вырубке (ОПУ 1-85, Е р.-зм.), рассмотренный спустя 7 лет после осветления, на уровне древостоя по вариантам посадочного места и способам осветления выполнен по той же схеме, что и на уровне дерева, с той лишь разницей, что в данном случае сопоставляются не уравнения, а непосредственно совокупности значений фитомассы по фракционному составу на 1 га древостоя. Анализ выполнен с применением бинарной переменной X_j в качестве независимой переменной по уравнению:

$$P_i = a_0 + a \cdot X_j, \quad (8.5)$$

где P_i – фитомасса i -й фракции древостоя (надземная часть, корни), т/га. Бинарная переменная X_j принимает значения либо 1, либо 0, т.е. кодируется один из вариантов единицей, а второй – нулем.

Наиболее различалась фитомасса насаждений по подвариантам посадки «по грядам и пластам» и «на целине» при сплошном осветлении, с превышением первого над вторым в 6,4 раза. Различия достоверны.

Таблицы хода роста фитомассы как результаты последовательного табулирования системы уравнений составлены отдельно по двум вариантам (сплошной и узкокоридорный способы осветления) с выделением в каждом трех подвариантов посадки: 1) «на целине (контроль)», 2) «по пластам» и 3) «по химической обработке почвы». Результаты показывают, что до 10 лет культуры ели растут во всех вариантах и подвариантах по V классу бонитета. Это свидетельствует о том, что на этом этапе роста варианты и подварианты формирования культур не оказывают влияния на продуктивность их. Наиболее низкой продуктивностью характеризуется подвариант «на целине» узкокоридорного способа осветления. В отличие от подварианта «на целине», в подвариантах «с обработкой почвы» на секции узкокоридорного способа осветления культуры ели ускоряют рост и к концу II класса возраста достигают III класса бонитета; на секции сплошного осветления в подварианте «на целине» – III или II, а в подвариантах «с механической обработкой почвы» – даже I класса бонитета.

8.3. Структура первичной продукции культур ели I класса возраста и ее особенности

Исследования биологической продуктивности культур хвойных пород в связи с различной агротехникой создания и приемами выращивания

Электронный архив УГЛТУ

в лесоводственной литературе крайне редки (Мерзленко, Шестакова, 1992; Бабич, Мерзленко, 1998; Маркова, Шестакова, 2001).

Для изучения первичной продукции (годового прироста) фитомассы культур ели, использована регрессионная модель, структура которой принята (8.6) по аналогии с уравнением 8.2 и имеет вид

$$\ln Z_i = a_0 + a_1 \ln H + a_2 \ln D + a_3 \ln H \ln D, \quad (8.6)$$

где Z_i – первичная продукция фракции дерева в абсолютно сухом состоянии: ствол в коре (Z_{st}), кора ствола (Z_b), ветви (Z_{br}), хвоя (Z_f), надземная часть (Z_{abo}), корни (Z_r), общая (Z_{tot}), кг.

На основе предварительного сравнительного анализа фактических значений первичной продукции деревьев ели в связи с массообразующими параметрами выделено два варианта попарного сравнения уравнений (8.6), характеризующих способы выращивания культур ели соответственно при разных способах осветления: сплошной и узкокоридорный. В пределах каждого выделены пары подвариантов и каждая пара закодирована бинарной переменной X_j , где $j = 1, 2, 3, \dots, 7$ по аналогии с показателями фитомассы. Для первой составляющей названной пары бинарная переменная X_j принята равной 1, а для второй – равна нулю. При расчете уравнений (8.6) по названным семи вариантам бинарная переменная X_j поочередно вводилась в уравнения в качестве независимой переменной, и значимость константы при ней, по Стьюденту, характеризовала наличие или отсутствие достоверности различий сравниваемых попарно уравнений.

Установлено, что наиболее достоверные различия первичной продукции по большинству фракций имеют место между вариантами выращивания. Показатели первичной продукции при сплошном способе осветления существенно больше (на 20 %), чем при узкокоридорном способе. Это означает, что таблицы для подеревной оценки первичной продукции необходимо составлять отдельно в зависимости от режима выращивания. Среди подвариантов лучшие показатели первичной годичной продукции – у ели сибирской на свежих, периодически влажных почвах по микроповышениям – гряды и пласты при сплошном способе осветления с варьированием от 5 до 8 т/га, что выше (на 20 %) аналогичного показателя – 5,8 т/га культур ели европейской в Украинских Карпатах (Колосок, 2001).

Для реализации продукционного потенциала на начальном этапе формирования культур ели существенную роль играют эдафические условия. На свежих, периодически влажных почвах культуры ели наибольшую массу и объем накапливают по микроповышениям вследствие лучшего дренажа, по сравнению с другими вариантами посадочных мест, которые не влияют на уровень верховодки. Запасы надземной и подземной фитомассы 16-летних культур в ельнике разнотравно-зеленомошниковом через 7 лет после сплошного способа осветления в 2 – 8 раз больше, чем после

Электронный архив УГЛТУ

узкокоридорного способа осветления. Отношение подземной и надземной фитомассы варьирует от 0,16 до 0,31 в первом случае, а во втором – на 5 – 40 % ниже, то есть из-за конкуренции с листовыми породами фитомасса корней во втором варианте имеет меньшую величину.

Унифицированные одно-двухходовые уравнения (со входом – высота и диаметр, возраст и высота) фитомассы деревьев, основанные на теориях фракталов и пайп-модели, имеют принципиальное значение, так как они могут быть применимы на региональном уровне для расчета фитомассы древостоев конкретной породы в любом возрасте и любых условиях произрастания. Такое направление в настоящее время активно развивается зарубежными исследователями.

Различные способы обработки почвы на статистически достоверном уровне определяют биопродуктивность культур ели сибирской. Показатели первичной годичной продукции, впервые полученные для 20-летних культур ели на Урале, дифференцируются по режимам выращивания. Впервые в условиях Урала составленные таблицы хода роста фитомассы молодых культур ели дифференцируются как по режимам выращивания, так и по способам обработки почвы. Показатели биологической продуктивности культур ели европейской на Урале на 15 – 45 % ниже, чем в европейской части (Беларусь), но аналогичны соответствующим показателям ели сибирской в культурах на Урале.

Глава 9. ЗАТРАТЫ НА СОЗДАНИЕ КУЛЬТУР ЕЛИ И ПРИБЫЛЬ ОТ ЛЕСОПОЛЬЗОВАНИЯ В НИХ

Материалы наших исследований, полученные на ОПУ, позволяют рекомендовать производству на зонально-типологической основе перспективные ресурсосберегающие технологические схемы создания и выращивания культур ели. В рекомендуемых технологических схемах, по сравнению с традиционными, в одних и тех же условиях значительно уменьшаются трудозатраты (рис. 11), а стоимость создания и выращивания культур ели ниже в среднем на 7 – 18 %. За счет высокого уровня механизации лесокультурных работ на старых вырубках доля зарплаты в рекомендуемых схемах составляет 26 % от общих затрат, в традиционных схемах с низким уровнем механизации – 42 – 58 %, трудозатраты, соответственно, 4,5 – 9 и 19 – 29 человеко-дней на 1 га создания и выращивания культур ели.

Стоимость создания культур ели на вырубках со свежими, периодически влажными почвами по сравнению со свежими, периодически сухими почвами в рекомендуемых технологических схемах больше на 8 – 10 %, в традиционных – на 20 – 25 %. Создание культур ели 3-летними сеянцами во всех схемах дороже на 14 – 29 % по сравнению с саженцами.

При изреживании 15 – 20-летних культур ели на ОПУ вырубается 1,3 – 2,4 тыс. деревьев на 1 га. Проведение этого вида работ в декабре дает

Электронный архив УГЛТУ

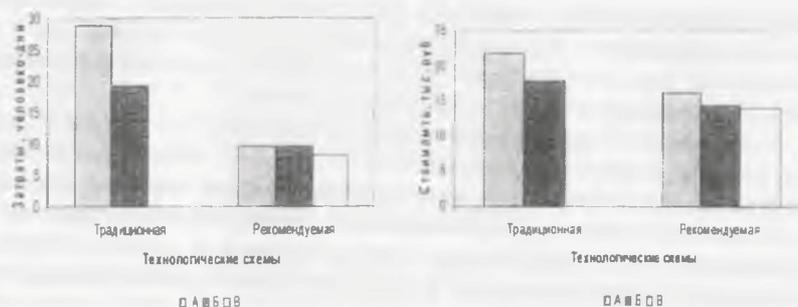


Рисунок 11 – Прямые затраты труда и средств на создание и выращивание 1 га культур ели до 10 лет на свежих, периодически влажных почвах: А – культуры из 3-летних сеянцев, Б – 4-летних сеянцев, В – 4 – 5-летних саженцев

новогоднюю продукцию: товарные деревья – новогодняя ель и нетоварные деревья – охвоенные еловые ветви для праздничных композиций. Доля товарных деревьев составляет в среднем 16 %, планируемая прибыль от их реализации – до 32 тыс. руб./га, от реализации только охвоенных еловых ветвей – 27 – 56, а еловых композиций – 79 – 164 тыс. руб./га. Общая прибыль от реализации новогодней продукции в культурах ели I класса возраста окупает все затраты, связанные с созданием и выращиванием (уходы) их, в 3,5 – 13 раз. Стоимость древесины при рубках ухода в культурах ели еще больше увеличит размер прибыли в них.

Культуры ели повышают эффективность использования лесных земель, которую следует рассматривать многосторонне. Ущерб от перевода лесных земель, занятых культурами ели любого возраста, в нелесные земли, а также от распада либо гибели их в результате антропогенного воздействия, должен учитывать всё, включая эколого-экономическую оценку (Терехов, 1996). Величина платы (П) при этом составит:

$$П = Z + Q_d + Q_c + Q_{пп} + Э_{ср} + Э_{сг} + Э_{уд}, \quad (9.1)$$

где Z – затраты на создание и выращивание культур ели в современных ценах (руб./га); Q_d – стоимость потенциального запаса древесины от всех видов рубок, включая спелые насаждения (руб./га); Q_c – стоимость продуктивности семян за каждый год, начиная с момента отвода земель до возраста рубки; $Q_{пп}$ – стоимость побочного лесопользования, в том числе новогодней продукции; $Э_{ср}$ – стоимость средозащитной роли леса (водоохранной, почвозащитной); $Э_{сг}$ – стоимость санитарно-гигиенической роли леса (кислородопroduцирующей, очистки загрязненного воздуха, рекреации); $Э_{уд}$ – стоимость углерододепонирующей роли леса.

Электронный архив УГЛТУ

Определение суммарного эффекта от еловых культурценозов осуществляется путем дисконтирования – процесс приведения экономических показателей настоящего и будущего эффектов лесов к сопоставимому виду с помощью коэффициентов (нормативов) эффективности капитальных вложений (Шустер, 1969; Туркевич, 1979; Кожухов, 1988; Лебедев, 2011).

Стоимость и трудозатраты при создании и выращивании культур ели на сплошных старых вырубках значительно меньше, чем на свежих. Выращивание культур ели может быть высоко rentabelным мероприятием, если рубки ухода в них проводить в предновогодний период с последующей реализацией полученной от промежуточного лесопользования продукции.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ

Лесохозяйственному производству на зонально-типологической основе предложены рекомендации по созданию и выращиванию культур ели на сплошных вырубках в темнохвойных лесах Урала. Для формирования устойчивых продуктивных культур ели в этих условиях необходимо следующее:

1. Подготовку посадочных мест (расчистка вырубок технологическими полосами, обработка почвы по ним) следует начинать на вырубках давностью 4 – 5 лет (за год до посадки).

2. Расстояние между осями технологических полос должно отвечать требованиям ОСТ 56-99-93 для культур I и II классов качества. Направление полос – поперек склона дискретное, зигзагообразное с отклонением от горизонтальных линий не более 30°, глубина полос – минимальная с сохранением плодородного слоя. На свежих, устойчиво сухих почвах при высоком качестве технологических полос обработка почвы по ним микропонижениями исключается; на свежих, периодически влажных почвах напахивают пласты или гряды, для механизированной посадки – двойным проходом.

3. Посадку растений ели проводят сажалками. Культуры ели сибирской по грядам и дну борозд создают 3- или 4-летними сеянцами либо 4 – 5-летними саженцами, по пластам – 4-летними сеянцами или саженцами; шаг посадки 3-летних сеянцев – 0,5 м, 4-летних сеянцев – 0,75 м, саженцев – 0,75 – 1 м. Культуры ели европейской создают на сплошных старых вырубках, прежде всего, в ягодниковой, липняковой и разнотравной группах типов темнохвойных горных лесов Урала посадкой 4-летних сеянцев или 4 – 5-летних саженцев с размещением растений, как у ели сибирской.

4. Агротехнические уходы за культурами обоих видов ели по пластам проводят ручными инструментами, по оси полос – культиваторами.

Электронный архив УГЛТУ

5. Первый прием рубок ухода (осветление) в культурах ели по пластам – с 5 – 7-лет, по центру полос – с 8 – 10-лет узкокоридорным способом (шириной 1,5 – 3 м).

6. Второй прием рубок ухода (прочистка молодняков лиственных пород и изреживание деревьев ели в рядах) в культурах по пластам – через 7 – 9 лет, по центру полос – через 9 – 11 лет после осветления. В ягодниково- и липняковой группах типов леса рубку лиственных пород в культурах проводят сплошным способом, в разнотравной – сплошным, широко- или среднекоридорным в зависимости от высоты елового древостоя при изреживании, в травяно-зеленомошной – среднекоридорным способом.

7. Изреживание деревьев ели в рядах с целью получения прибыли выполняется в предновогодние праздники, при коридорном способе прочистки – до рубки лиственных пород, при сплошном способе – после неё.

Для оценки углерододепонирующей емкости культур ели I и II классов возраста нами впервые на Урале составлены таблицы хода роста по фитомассе, имеющие два входа: 1) по диаметру и высоте ствола и 2) по диаметру ствола и возрасту дерева.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изучение производственного лесокультурного опыта в горных темнохвойных лесах Урала показало, что больше всего нестандартных культур ели сибирской, созданных на сплошных неочищенных вырубках давностью до 4 лет, особенно после заготовки древесины многооперационной техникой. На них в большинстве случаев формируются посадочные места, пригодные лишь для ручной посадки культур, а обычно используемые 3-летние сеянцы ели характеризуются невысокой приживаемостью, медленно растут и многократно повреждаются заморозками.

Научной основой создания и выращивания устойчивых продуктивных искусственных еловых древостоев в горных темнохвойных лесах Урала служит учение о лесных биогеоценозах (Сукачев, 1955, 1964). Наши многочисленные экспериментальные материалы, характеризующие морфологическое состояние ствола, рост и продуктивность ели в культурах в разных условиях произрастания и с учетом эколого-биологической особенности ели – ее теневыносливости, позволяют заключить, что в темнохвойных горных лесах Урала работы по созданию культур ели необходимо начинать на сплошных вырубках давностью 4 – 5 лет со сформировавшимися молодняками лиственных пород. К этому времени пни и древесные остатки достигают высокой степени деструкции и снижают сопротивляемость орудиям; технологические полосы получают высокого качества, а посадочные места по ним обладают благоприятными экологическими условиями для культур. Укрупненный посадочный материал 4 – 5-летнего возраста исключает либо сокращает до минимума разрыв во времени меж-

Электронный архив УГЛТУ

ду рубкой древостоя и лесовосстановлением. В условиях старых вырубок «отепляющий эффект» полога лиственных молодняков для культур ели наступает раньше, чем на свежих вырубках.

На сплошных вырубках в основных группах типов леса темнохвойных лесов Урала нами определена высота приземного слоя воздуха, где вероятны поздневесенние заморозки. Это необходимо для выбора эффективных способов рубок ухода в культурах I и II классов возраста, в результате которых изменяется морфоструктура древостоя, улучшаются экологические условия в зоне обитания деревьев ели, стимулируется рост надземной части и корневой системы их, ускоряется выход культур в первый ярус, начало их семеношения и образование новой генерации ели. За счет самовозобновления формируются разновозрастные устойчивые продуктивные еловые древостои и создается предпосылка для «натурализации» культур ели и органичного включения их в динамику естественных лесных экосистем (Шварц, 1974).

Впервые на Урале нами установлены закономерности вертикально-фракционного распределения корневой системы деревьев ели и лиственных пород по разным микроэкологическим условиям выращивания культур. Получены статистически достоверные различия продуктивности культур ели (фитомасса) по разным технологиям создания и способам выращивания. Выявлены закономерности накопления фитомассы надземной части и корневой системы деревьев ели в культурах I и II классов возраста, составлены таблицы хода роста их фитомассы, что может служить основой для установления объемов депонирования углерода искусственными молодняками на Урале. Определены показатели годичной продукции для 20-летних культур ели сибирской и ели европейской.

Разработанная нами агротехника культур ели сибирской и ели европейской на сплошных старых вырубках в темнохвойных и смешанных низкогорных лесах Урала с сухими, свежими и периодически влажными почвами позволяет выращивать устойчивые продуктивные еловые древостои с высокими средообразующими и биосферными функциями.

СПИСОК ОСНОВНЫХ РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи в изданиях, рекомендованных ВАК РФ:

1. Лесоводственные требования к выращиванию ели сибирской на Среднем Урале / И.А. Фрейберг, Г.Г. Терехов, И.В. Сурнин, А.М. Никитин // Лесное хозяйство. 1986. № 1. С. 39 – 41.
2. Терехов Г.Г. Восстановление еловых лесов на Среднем Урале в современных условиях / Г.Г. Терехов // Вестник Московского государственного университета леса - Лесной вестник. 2003. № 1. С. 27 – 31.

Электронный архив УГЛТУ

3. Оценка углероддепонирующей емкости лесных экосистем Урала в связи с ожидаемым глобальным потеплением / В.А. Усольцев, **Г.Г. Терехов**, А. В. Филиппов [и др.] // Вестник Белгородского государственного технического университета им. В.Г. Шухова. 2004. № 8. Часть 1. С. 42 – 44.
4. **Терехов Г.Г.** Запас углерода в 20-летних еловых культурах на Среднем Урале в связи со способом их выращивания / Г.Г. Терехов, В.А. Сопига // Естественные и технические науки. 2005. № 4. С. 146 – 147.
5. Сравнительный анализ надземной фитомассы культур сосны Урала и Западной Сибири / В.А. Усольцев, ... **Г.Г. Терехов** [и др.] // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2005. № 3. С. 34 – 42.
6. Биологическая продуктивность лесных культур на бореальном экотоне / В.А. Усольцев, **Г.Г. Терехов** [и др.] // Хвойные бореальной зоны, 2007. Т. XXIV. № 1. С. 42 – 54.
7. **Терехов Г.Г.** Лесоводственная оценка самосева ели сибирской в еловых культурах Среднего Урала / Г.Г. Терехов, В.А. Усольцев, А.М. Бирюкова // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2007. № 180. с. 20 – 30.
8. Луганский Н.А. Влияние микроэкотопов лесокультурного участка на естественное восстановление ели сибирской / Н.А. Луганский, **Г.Г. Терехов** // Вестник Московского государственного университета леса - Лесной вестник. 2007. № 8. С. 40 – 45.
9. Биологическая продуктивность культур ели и сосны в Урало-Тургайском районе / В.А. Усольцев, **Г.Г. Терехов** [и др.] // Вестник Московского государственного университета леса - Лесной вестник. 2007. № 8. С. 75 – 79.
10. Усольцев В.А. Депонирование углерода лесами Уральского федерального округа / В.А. Усольцев, **Г.Г. Терехов**, О.В. Канунникова // Сибирский экологический журнал. 2008. Т. 15. № 3. С. 371 – 380.
11. **Терехов Г.Г.** Структура фитомассы и конкурентные отношения культур ели и лиственного молодняка / Г.Г. Терехов, В.А. Усольцев, А.С. Касаткин // Хвойные бореальные зоны. 2008. Т. XXV. № 4. С. 223 – 238.
12. **Терехов Г.Г.** Соотношение массы корней культур ели сибирской и вторичного лиственного древостоя как характеристика их конкурентных отношений в связи с рубками ухода на Урале / Г.Г. Терехов, В.А. Усольцев, А.И. Колтунова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2008. № 18-1. Т. 2. С. 45 – 50.
13. Влияние лесоводственных мероприятий на экологические условия в еловых культурах Урала / **Г.Г. Терехов**, В.А. Усольцев, Н.А. Кряжевских, А.А. Маленко // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2009. № 8. С. 41 – 48.
14. **Терехов Г.Г.** Влияние микроэкотопов лесокультурного участка на морфогенез корневой системы самосева ели сибирской / Г.Г. Терехов, Н.А.

Электронный архив УГЛТУ

Луганский // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2010. № 190. С. 4 – 15.

15. **Терехов Г.Г.** Влияние прочистки на динамику и структуру нижних ярусов растительности в еловых культурценозах на Среднем Урале / Г.Г. Терехов, Н.А. Луганский // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2010. № 5. С. 43 – 52.

16. **Терехов Г.Г.** Морфоструктура насаждений и корнено насыщенность ризосферы культур ели сибирской и вторичного лиственного древостоя на Среднем Урале как характеристика их конкурентных отношений / Г.Г. Терехов, В.А. Усольцев // Хвойные бореальной зоны. 2010. Т. XXVIII. № 3 – 4. С. 1 – 7.

Монографии:

17. **Терехов Г.Г.** Формирование и биопродуктивность культур ели на Урале / Г.Г. Терехов, В.А. Усольцев. Екатеринбург, 2006. 141 с. Деп. в ВИНТИ 25.09.2006. № 1168-В 2006.

18. **Терехов Г.Г.** Формирование, рост и биопродуктивность опытных культур ели сибирской на Урале. Исследование системы связей и закономерностей / Г.Г. Терехов, В.А. Усольцев. Екатеринбург: УрО РАН, 2008. 215 с.

Рекомендации:

19. Макаров В.А. Методические рекомендации по агротехнике создания культур хвойных пород на злаковых вырубках на основе комплексной механизации и химизации работ с использованием укрупненного посадочного материала / В.А. Макаров, Г.Г. Терехов. Свердловск: Свердловское областное правление НТО лесной промышленности и лесного хозяйства, 1981. 27 с.

20. Суворов В.И. Расчетно-технологические карты для выращивания посадочного материала и производства культур хвойных пород на основе промышленных методов на вырубках в лесной зоне РСФСР (для опытно-производственной проверки) / В.И. Суворов, ..., Г.Г. Терехов // Труды ВНИИЛМ Гослесхоза СССР. М., 1986. 49 с.

21. Рекомендации по проектированию лесокультурных комплексов в лесной зоне Свердловской области / Г.Г. Терехов. Свердловск: Свердловское областное правление Всесоюзного лесного научно-технического общества, 1988. 29 с.

22. Рекомендации по лесовосстановлению и лесоразведению на Урале / В.Н. Данилик, Р.П. Исаева, Г.Г. Терехов [и др.]. Екатеринбург: Уральская государственная лесотехническая академия, 2001. 117 с.

Статьи в центральных журналах и сборниках научных работ:

V

A - 1720
Электронный архив УГЛТУ

23. **Терехов Г.Г.** Обработка почвы под лесные культуры / Г.Г. Терехов, В.Н. Кораблев, А.Н. Тишечкин // Лесная промышленность. 1991. № 9. С. 19 – 20.

24. Фитомасса 20-летних еловых культур на Среднем Урале в связи со способами их выращивания / В.А. Усольцев, Г.Г. **Терехов**, А.М. Бирюкова, В.А. Сопига // Лесная таксация и лесоустройство. 2004. № 1(33). С. 58 – 60.

25. **Терехов Г.Г.** Экологическая оценка вырубок после заготовки древесины агрегатной техникой / Г.Г. Терехов, В.Н. Кораблев // Экологические проблемы охраны живой природы: тез. докл. Всесоюзн. конф. М., 1990. Часть 2. С. 56 – 57.

26. **Терехов Г.Г.** Лесные культуры как способ повышения эффективности использования лесных земель / Г.Г. Терехов // Формирование лесного кадастра, системы плат за лесопользование и аренды лесов Урала. Научное издание. Екатеринбург, 1996. С. 62 – 66.

27. Фрейберг И.А. Эколого-агротехнические основы воспроизводства лесов Урала / И.А. Фрейберг, Г.Г. **Терехов** // Леса Урала и хозяйство в них. Екатеринбург: УГЛТА, 1998. Вып. 20. С.152 – 159.

28. **Терехов Г.Г.** Формирование еловых культурценозов в травяно-зеленомошной группе типов леса на Урале / Г.Г. Терехов // Структурно-функциональная организация и динамика лесов: Материалы Всероссийской конференции. Красноярск: Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, 2004. С. 363 – 365.

29. Усольцев В.А. Биологическая продуктивность культур ели на Среднем Урале / В.А. Усольцев, Г.Г. **Терехов** // Леса Урала и хозяйство в них. Екатеринбург: УГЛТУ, 2006. Вып. 27. С. 189 – 201.

Отзывы на автореферат просим направлять в трех экземплярах с заверенными печатью подписями по адресу: 620100, г. Екатеринбург, Сибирский тракт, 37, ФГБОУ ВПО «УГЛТУ», ученому секретарю диссертационного совета Бачуриной А.В. Факс: (343) 254-62-25; e-mail: dissovet.usfeu@mail.ru.

Подписано в печать 24.05.2012. Объем 2 п.л. Заказ № 750. Тираж 100.

620100 Екатеринбург, Сибирский тракт, 37. ФГБОУ ВПО «Уральский государственный лесотехнический университет». Отдел оперативной полиграфии.