

A  
A35

## Электронный архив УГЛТУ

На правах рукописи



Азарёнок Василий Андреевич

### ЭКОЛОГИЗИРОВАННЫЕ РУБКИ СПЕЛЫХ И ПЕРЕСТОЙНЫХ НАСАЖДЕНИЙ В РЕАЛИЗАЦИИ КОНЦЕПЦИИ СОХРАНЕНИЯ ЛЕСОРАСТИТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ (НА ПРИМЕРЕ СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ)

Специальность 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 Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Уральский государственный лесотехнический университет»

- Научный консультант: доктор сельскохозяйственных наук, профессор Луганский Николай Алексеевич, ФГБОУ ВПО «Уральский государственный лесотехнический университет», кафедра лесоводства, профессор
- Официальные оппоненты: доктор биологических наук, профессор Шиятов Степан Григорьевич, ФГБУН УрО РАН Институт экологии растений и животных, ведущий научный сотрудник;  
доктор сельскохозяйственных наук, профессор Габдрахимов Камиль Махмутович, ФГБОУ ВПО «Башкирский государственный аграрный университет», кафедра лесоводства и ландшафтного дизайна, профессор;  
доктор сельскохозяйственных наук, профессор Касимов Апдулбар Касимович, ФГБОУ ВПО «Ижевская государственная сельскохозяйственная академия», кафедра лесоводства и лесных культур, профессор
- Ведущая организация: ФГБОУ ВПО «Оренбургский государственный аграрный университет»

Защита состоится "29" ноября 2012 года в 10-00 час. на заседании диссертационного совета Д 212.281.01 при ФГБОУ ВПО «Уральский государственный лесотехнический университет» по адресу: 620100, г.Екатеринбург, Сибирский тракт, 37, УЛК-1, ауд. 401.

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

Автореферат разослан "\_\_\_" октября 2012 года.

Ученый секретарь  
диссертационного совета



Бачурина Анна  
Владимировна

# Электронный архив УГЛТУ

## Введение

**Актуальность темы.** Современная цивилизация, оказывая ощутимое влияние на биосферу Земли, может спровоцировать скачкообразное изменение климата. Основной причиной такого изменения климата может послужить накопление углеродосодержащих газов (CO<sub>2</sub>) в атмосфере Земли. Результаты его могут быть катастрофическими.

Основные стабилизирующие и депонирующие функции в регулировании газовой структуры атмосферы выполняют леса Российской Федерации, на долю которых приходится 22% от всех лесов Земли.

В Российской Федерации, в том числе и в Свердловской области, в больших масштабах велись и ведутся рубки леса в основном (более 90%) сплошнолесосечными способами, причем технологии этих и других способов рубок не всегда отвечают экологическим и лесоводственным требованиям. Однако без рубок нет хозяйства в лесу. Поэтому рубки спелых и перестойных насаждений должны повсеместно выполняться экологизированными способами и технологиями, обеспечивающими сохранение лесорастительной среды.

Диссертационная работа направлена на решение важной народно-хозяйственной проблемы – повышение экологической, лесоводственной и экономической эффективности рубок спелых и перестойных насаждений путем широкого внедрения экологизированных рубок и совершенствования технологий лесосечных работ.

Исследования проведены в рамках Федеральной целевой программы (ФЦП) «Государственная поддержка интеграции образования и фундаментальной науки на 1997-2001 годы», Межотраслевой программы сотрудничества Министерства образования РФ и Министерства природных ресурсов РФ по теме «Исследование и обоснование основных эколого-технологических параметров рубок, обеспечивающих комплексное использование природных ресурсов и сохранение биосферных функций леса в условиях устойчивого управления» (Приказ Министерства образования РФ от 06.06.2001 г. № 2299) и грантов РФФИ № 01-04-96424 (2001-2003 гг.) «Оценка запасов углерода и углеродно-кислородного бюджета в лесных экосистемах Уральского региона» и № 04-05-96083 (2004-2007 гг.) «Картирование углерододепонирующей емкости лесных экосистем Уральского региона». Таким образом, тема диссертации актуальна.

**Цель и задачи исследования.** Цель диссертационной работы – исследование и обоснование способов и технологий экологизированных рубок спелых и перестойных насаждений в реализации концепции сохранения лесорастительной среды, устойчивого развития и рационального лесопользования (на примере Свердловской области).

В соответствии с поставленной целью сформулированы следующие задачи исследований:

– заложить серию опытно-производственных стационаров в различных природно-географических условиях Свердловской области по изучению и

## Электронный архив УГЛТУ

обоснованию способов и технологий экологизированных рубок в спелых и перестойных насаждениях;

- изучить влияние опытных рубок на изменение лесорастительной среды и послерубочную динамику древостоев и особенности лесовозобновительного процесса;

- выявить и обосновать основные эколого-лесоводственные и технологические условия и параметры рубок;

- исследовать приходную часть углеродного цикла в лесных насаждениях в связи с равномерно-постепенными рубками как наиболее перспективными.

### **На защиту диссертации выносятся следующие положения**

- концепция, вызывающая необходимость рассматривать ресурсно-сырьевую и биосферно-стабилизирующие функции лесов в единстве и взаимосвязи;

- изменение лесорастительной среды, динамика древостоев и состояние естественного лесовозобновления под влиянием различных способов и технологий рубок;

- масштабы и пути углерододепонирующей функции лесов Свердловской области в связи с равномерно-постепенными рубками;

- перспективные как традиционные технологии лесосечных работ (хлыстовая), так и сортиментные технологии на базе комплекса машин «харвестер - форвардер» в различных зонально (подзонально) типологических условиях, максимально обеспечивающих сохранение лесорастительной среды.

### **Научная новизна**

- впервые заложена научная база для долговременных исследований эколого-лесоводственных последствий рубок спелых и перестойных насаждений в виде серии опытно-производственных стационаров в разнообразных природно-географических условиях Свердловской области с применением различных технологий лесосечных работ;

- сравнительно и комплексно исследованы последствия различных способов и технологий рубок спелых и перестойных насаждений, выполненных на постоянных опытно-производственных стационарах (за период до 30 лет);

- из набора способов рубок обоснован и определен на перспективу равномерно-постепенный способ, сочетающий интересы лесного хозяйства и лесозаготовителей. Этот способ ранее почти не применялся;

- выполнены комплексные исследования послерубочной динамики древостоев: таксационные показатели, прирост деревьев, механические повреждения остающихся на доращивание деревьев и их санитарное состояние, наличие ветровала;

- оценены особенности естественного лесовозобновления;

- установлены или уточнены основные эколого-лесоводственные и технологические условия и параметры равномерно-постепенного способа рубок;

- предложены технологические схемы сортиментной заготовки древесины на основе машин «харвестер – форвардер», обеспечивающие минимизацию

## Электронный архив УГЛТУ

цию экологического ущерба, наносимого природной среде, а также значительное снижение себестоимости заготовки древесины и повышение производительности труда;

– определены количественные показатели углерододепонирующей функции лесов Свердловской области в связи с равномерно-постепенными рубками.

**Практическая значимость работы.** Основные результаты исследований вошли в различные регламентирующие документы (см. список работ автора), применяемые на практике. Материалы диссертации являются также исходной базой для расчета углерододепонирующей способности лесов Свердловской области и основных количественных параметров депонирования углерода в них в связи с постепенными рубками. Опытные-производственные участки с серией постоянных пробных площадей на них служат природной учебной и научной базой для студентов лесоинженерного и лесохозяйственного факультетов УГЛТУ. Эти участки используются студентами для дипломного проектирования, а аспиранты в порядке мониторинга продолжают их исследовать.

**Обоснованность выводов и предложений.** Многолетние исследования последствий равномерно-постепенных рубок на опытно-производственных стационарах, заложенных в разных природно-географических условиях Свердловской области, обширный экспериментальный материал, полученный в ходе этих исследований, использование современных методов математического моделирования и статистического анализа, системный подход при анализе фактических материалов и интерпретации полученных результатов, использование современной вычислительной техники определяют обоснованность приведенных в диссертации выводов и предложений.

**Личное участие автора.** Все виды работ по теме диссертации от разработки программно-методической части и сбора экспериментального материала до анализа и обработки полученных результатов осуществлены автором при непосредственном участии в качестве руководителя работ и исполнителя.

**Объем выполненных работ.** В 3 основных лесорастительных подзонах Свердловской области, 3 лесных формациях и 4 типах леса заложены 5 опытно-производственных участка (ОПУ) по исследованию экологизированных способов и технологий рубок. Общая площадь стационаров составляет 699,8 га. Применены сплошнолесосечный и равномерно-постепенный способы рубки.

На всех рабочих и контрольных частях участков ОПУ заложено 65 постоянных пробных площадей (ППП) с набором всех необходимых работ по экологическим, лесоводственным, таксационным и технологическим направлениям исследований как до рубок, так и после них.

**Апробация работы.** Основные результаты исследований изложены на Международной научно-технической конференции «Перспективы развития лесного и строительного комплексов, подготовки инженерных и научных кадров на пороге XXI века», Брянск, 2000; Международной научно-технической

## Электронный архив УГЛТУ

конференции «Социально-экономические и экологические проблемы лесного комплекса», Екатеринбург, 2001; Научной конференции «Таксация леса на рубеже XXI века: Достижения и перспективы развития», С.-Петербург, 2001; Международной научно-практической конференции «Аэрокосмические методы в лесном комплексе», С.-Петербург, 2002; Международной научно-практической конференции «География и регион», Пермь, 2002; Всероссийской научно-технической конференции «Актуальные проблемы развития лесного комплекса», Вологда, 2004; «Международном лесной форуме», С.-Петербург, 2007; Научно-практической конференции «Экологическая безопасность государств-членов Шанхайской организации сотрудничества», Екатеринбург, 2008; Научно-практической конференции «Региональные проблемы природопользования и охраны окружающей среды», Курган, 2008; Международной научной конференции «Резервуары и потоки углерода в лесных и болотных экосистемах бореальной зоны», Сыктывкар, 2011.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация изложена на 231 стр. текста, включает 8 глав, заключение, библиографический список из 160 названий, в т.ч. 19 из них иностранных; иллюстрирована 60 таблицами и 25 рисунками.

**Публикации.** Основные положения диссертации изложены в 36 печатных работах, в том числе 15 из них в изданиях по списку ВАК.

### **Глава 1. Значение леса в реализации концепции устойчивого развития и экологической безопасности**

В главе приведен анализ современного уровня знаний о природе лесных экосистем и их многообразных функциях. Способность леса поддерживать экологический баланс территорий в перспективе может иметь ценность большую, чем сырьевой баланс. Поэтому акценты современного лесоводства и природопользования в целом смещаются в экологическую сторону (Онучин и др., 2007; Протопопов, 1975; Швиденко и др., 2003; Онучин, Соколов, 2005; Исаев и др., 1995; Курбанов, 2002; Кондратьев, 2004; Голуб, 2005; Федоров, 2006; Тарко, 2005; Израэль и др., 2002).

Леса по сравнению с другими растительными сообществами обладают особой, биосферной, ролью. Для России, располагающей 22% площади лесов планеты, после ратификации Киотского протокола открылись новые перспективы и возможности получения существенных экологических и экономических выгод. Увеличение запаса углерода в лесных экосистемах имеет существенное денежное выражение, однако экологические рынки находятся еще в начальной стадии развития. Рассмотрены также роль лесного сектора в бюджете углерода как основного компонента в биосфере и экосистемные аспекты рубок (Соловьев, Николаев, 2004; Бузыкян, Иванов, 2007; Онучин и др., 2007).

Транснациональный характер проблемы углеродного баланса лесов является стимулом для структурных изменений в лесном секторе России. При этом раскрыта значимость лесов как поглотителей CO<sub>2</sub>, что обеспечивает смягчение изменения климата и предотвращение негативных природных по-

## Электронный архив УГЛТУ

следствий (Киотский протокол, 1998; Коровин и др., 2006; Израэль и др., 2002; Исаев и др., 1995; Назаров и др., 2002; Филипчук, Моисеев, 2003).

Используемые в нашей стране методы оценки поглощения парниковых газов в лесном секторе в целом согласуются с международными методологиями, принятыми для целей отчетности согласно Рамочной конвенции ООН об изменении климата (РКИК) и Киотскому протоколу (КП). Однако предстоит разработать дополнительные критерии и системы пространственного учета динамики запасов фитомассы в молодняках, а также создать базу данных углеродного бюджета лесного фонда страны.

### Глава 2. Природные условия района работ

Во второй главе описаны природные условия района работ, а также дана характеристика природных условий Урала и Свердловской области.

Значительную роль в формировании климата Урала, в том числе и по Свердловской области, играет холодный воздух, поступающий с Северного Ледовитого океана вдоль Уральского хребта. Влияют на климат Свердловской области и тёплые массы воздуха, проникающие из Казахстана, и в зимнее время прохладные (холодные) массы из Сибири (Агроклиматический справочник, 1962 и 1966).

Рельеф Свердловской области, как и Урала в целом, представлен весьма разнообразными формами. Однако он характеризуется как низкогорный (Архипова, 1958; Ястребов, 1958; Колесников, 1973). Все хребты простираются с севера на юг или по близким к нему направлениям. Хотя склоны имеют небольшую крутизну (90% из них не превышают  $10^0$ ), однако они, как правило, длинные до нескольких километров, что после сплошных рубок провоцирует эрозионные процессы. Эту особенность необходимо учитывать при назначении способов и технологий рубок.

Почвы на территории Свердловской области весьма разнообразны, что обусловлено высокой дифференциацией климата, рельефа и почвообразующих пород (Иванова, 1947, 1949, 1954; Фирсова, 1969, 1977, 1979; Каменский, 1955, 1957). Их диапазон охватывает почвы от мелких (фрагментарных) до подзолистых и дерново-подзолистых. Почти 1/3 лесов Свердловской области характеризуется с мелкими и слабопрочными почвами (28% от лесопокрытой площади), что также требует выполнения экологизированных рубок.

Свердловская область – один из наиболее облесенных субъектов РФ (лесистость около 65%). Соотношение хвойных и мягколиственных лесов – 60/40%. Общий запас древесины составляет 2,1 млрд м<sup>3</sup>, в том числе хвойных пород – 1,3 млрд м<sup>3</sup>, или 62%. Спелых и перестойных насаждений по отношению ко всей лесопокрытой площади около 29%, что близко к нормальной возрастной структуре лесов. Однако эта группа насаждений под напором сплошнолесосечных рубок спелых и перестойных насаждений сокращается высокими темпами. В 1961 г. она составляла 60%, а к текущему времени сократилась вдвое.

## Электронный архив УГЛТУ

Средний возраст хвойных древостоев 121 год, мягколиственных – 99 лет. Средний класс бонитета насаждений III,6, варьирует от II,8 в подзоне предлесостепных сосново-березовых лесов до IV,6 в северной подзоне тайги. Средняя полнота древостоев около 0,7.

Интенсивные лесозаготовки в прошлом привели к тому, что снизилась доля эксплуатационных лесов и их производительность (поскольку вырубались в первую очередь высокобонитетные древостои), основные эксплуатационные запасы древесины оказались теперь в менее доступных местах. Однако перспективные для рубки спелые и перестойные насаждения на территории Свердловской области сохраняются. Об этом свидетельствует современная их доля (29,9%), а также годичный прирост в лесах Государственного лесного фонда (ГЛФ) 23,3 млн м<sup>3</sup> при среднегодовом приросте в расчете на 1 га 2,1 м<sup>3</sup>.

Разнообразие природных условий Свердловской области (как и всего Урала) обусловило формирование широкого спектра типов леса.

Согласно Правилам рубок... (1994) в первой группе типов лесов (нагорная, лишайниковая) в силу мелких слабопрочных почв и в связи со слабой устойчивостью их древостоев рубки спелых и перестойных насаждений допускаться не должны. Во второй группе типов лесов (брусничная) такие рубки допустимы, но без использования тяжелой техники. Причем более желательный сезон года для лесосечных работ – при наличии снегового покрова. Группы леса 5-я и 6-я (крупнотравно-приручьевая, долгомошная, мшисто-хвощевая) переувлажнены. Поэтому в них целесообразно проведение рубок спелых и перестойных насаждений зимой при условии промерзания почвы и наличия снегового покрова. Лесные насаждения 7-й группы (сфагновая, травяно-болотная) на Урале пока не эксплуатируются в основном из-за низких запасов в расчете на 1 га. Естественно, основная нагрузка по рубкам спелых и перестойных насаждений в Свердловской области приходится на вторую (брусничную), третью и четвертую (ягодниковую, липняковую, разнотравную и кисличную) и частично пятую и шестую группы типов леса.

В Свердловской области в сосновой формации, которая доминирует в ГЛФ, абсолютно преобладают (80% от лесопокрытой площади) группы типов леса, спелые и перестойные насаждения которых доступны для рубки современными технологиями. Однако расчетная лесосека в последние годы по хвойному хозяйству используется недостаточно, менее 50%.

### **Глава 3. Способы и технологии рубок спелых и перестойных насаждений и изменения лесорастительной среды под их влиянием**

В главе рассмотрен имеющийся научно-производственный опыт при проведении рубок леса и последующего лесовосстановления.

Урал – край лесной (кроме юго-западной и юго-восточной его частей). Массивные рубки леса в промышленных целях на Урале прежде были связаны с солеварением (начало второй половины XVI века) и с металлургией (XVIII – XIX века). К концу XVIII века для горнозаводских лесов Урала были сформу-

## Электронный архив УГЛТУ

лированы основные положения по правилам рубок, где были использованы не только зарубежные принципы лесоводства (в основном из Германии), но и отечественные.

Вся история лесоводства на Урале, касаясь в основном рубки леса и лесовосстановления, Н.И. Териновым (1968) подразделена на три периода.

Первый период – с середины XVI века по середину XIX века, второй период – с середины XIX века по 30 гг. XX века, третий период – с 30 гг. XX века по настоящее время.

В последние десятилетия в связи с признанием главными функциями лесов экологические, по крайней мере с начала XXI века, настал четвертый период в развитии лесоводства (разумеется, не только на Урале). Он обуславливает необходимость перевода всего хозяйства в лесах на экологические основы и в первую очередь рубок спелых и перестойных насаждений (главных рубок).

Известных способов рубок огромное множество. По данным Н.М. Горшенина и А.И. Швиденко (1977), их более 100. В нашей стране они для системного их понимания и восприятия сведены в определенные классификационные схемы. Известны классификации Н.М. Горшенина и А.И. Швиденко (1977). И.С. Мелехова (1989), А.В. Побединского (1980) и др. Принципиально в них все способы рубок объединены в три системы – сплошнолесосечную, постепенную и выборочную. В классификации Н.М. Горшенина и А.И. Швиденко (1977) указана еще одна система – комбинированных рубок. Условно в обиходе все способы рубок подразделяются на сплошные и несплошные (хотя последний термин оспаривается). На наш взгляд, наиболее удачна классификация А.В. Побединского (1980).

Положив в основу классификацию главных рубок А.В. Побединского (1980), мы предложили несколько иной вариант. В нашем варианте отсутствует условно-сплошной способ рубки, как и в варианте А.В. Побединского. Этот способ не должен иметь места в практике лесоводства как способ, не отвечающий лесоводственно-экологическим требованиям. Нет в нашем варианте и приискового способа. Чересполосно-постепенный способ отнесен к группе сплошнолесосечных рубок.

Наибольшие негативные последствия на лесосеках формируются после сплошных рубок. Это положение показано в течение длительного времени в различных географических районах и категориях земель для всех лесных формаций, типов леса и структурных особенностей лесных насаждений в зависимости от сезона лесосечных работ многими исследователями (Рутковский, 1948; Ткаченко, 1955; Мелехов, 1966, 1989 и др.; Протопопов, 1975; Побединский, 1980, 1986; Тихонов, Зябченко, 1990, Луганский и др., 1996; Сеннов, 1999, Обьдёнников, 2003; Чибисов, 2006; Обьдёнников и др., 2007). Обобщенно отмечается, что на сплошных лесосеках резко изменяется в худшую сторону микроклимат. При рубках полностью или частично уничтожаются подрост, подлесок, живой напочвенный покров, лесная подстилка, что резко снижает экологические функции остающихся экосистем и природные потен-

## Электронный архив УГЛТУ

ции к естественному лесовосстановлению; проявляются и другие негативные последствия.

Назначение способа рубки спелых и перестойных насаждений – ответственной профессиональное мероприятие. От способа рубки зависят многие аспекты ее последствий. Именно при назначении способов рубки необходимо учитывать как лесоводственно-экологические требования, так и интересы лесозаготовителей, обеспечивая максимально результативный эффект.

Применяемые способы рубок на Урале допустимы в следующих группах типов леса:

- сплошнолесосечный – во всех группах, кроме нагорной и лишайниковой;
- равномерно-постепенный и длительно-постепенный – в брусничной, ягодниковой, липняковой, разнотравной, кисличной;
- группово-выборочный – во всех группах, кроме сфагновой и долгомошной;
- добровольно-выборочный – везде.

Наиболее разрушительными способами рубок, как показано выше, для экологии леса являются сплошнолесосечные. Они, абсолютно преобладающие в настоящее время, должны активно замещаться несплошными рубками как наиболее отвечающими экологическим требованиям. Поэтому перспективу должны иметь в основном равномерно-постепенный, длительно-постепенный и в определенной мере, чересполосно-постепенный и добровольно-выборочный способы.

Полагая, что не все лесоводственные параметры равномерно-постепенного способа отработаны и обоснованы, а технологии рубок, в том числе сортиментные, с экологической и экономической точек зрения требуют совершенствования, особенно с учетом региональной специфики лесов, мы сочли необходимым выполнить соответствующие исследования.

### Глава 4. Характеристика экспериментальных объектов

Описаны экспериментальные объекты, в которых выполнены опытные рубки.

В соответствии с программой исследований нами были подобраны в основном участки спелых сосновых насаждений, в которых заложены опытно-производственные стационары по изучению сравнительной лесоводственной эффективности равномерно-постепенных и сплошнолесосечных рубок.

Всего в ходе исследований было заложено пять опытно-производственных стационаров: «Тугулымский», «Североуральский», «Полевской», «Уральский» и «Алапаевский».

**«Тугулымский» стационар** был заложен в 1978 г. сотрудниками отраслевой лаборатории Уральского лесотехнического института (УЛТИ) и объединения «Тугулымлес» Свердловской области. В соответствии со схемой лесорастительного районирования Б.П. Колесникова и др. (1973) территория Тугулымского лесничества относится к округу предлесостепных сосново-

## Электронный архив УГЛТУ

березовых лесов Зауральской равнинной провинции Западно-Сибирской лесорастительной области (подзона предлесостепных сосново-березовых лесов).

В квартале 43 Луговского лесничества была подготовлена лесосека площадью около 30 га. В качестве объектов исследования были использованы сосновые насаждения двух типов леса: сосняка ягодникового и сосняка черничного.

Первый прием опытно-производственных равномерно-постепенных рубок был выполнен в летний период 1978 г. на общей площади 28 га.

Опытная лесосека имеет прямоугольную форму с размерами 638х459х638х421 м и вытянута с севера на юг. Лесосека была разбита на шесть опытных участков, различавшихся по способу рубки.

Очистка стволов от сучьев осуществлялась бензопилой «Тайга-214». После обрезки порубочные остатки укладывались на пасечный волок для последующего измельчения их при трелевке хлыстов трактором ТТ-4.

Поскольку в условиях ягодникового типа леса в Луговском лесничестве произрастают как сосняки, так и ельники, то для равномерно-постепенных трехприемных рубок были подобраны два насаждения – участки В и С. Насаждение на участке В до первого приема рубок представляло собой сосновый древостой с составом 7С1Е2Б. Класс возраста – VII, класс бонитета – II, полнота древостоя – 0,96, запас – 346 м<sup>3</sup>/га. Интенсивность первого приема рубки на данном участке составила 44%. Ширина пасек 30 м.

Насаждение на участке С на момент первого приема рубок представляло собой еловый древостой с составом 5Е2С2Б1Ос. Класс возраста – VII, класс бонитета – II. Полнота насаждения 0,91, запас – 327 м<sup>3</sup>/га. Интенсивность первого приема рубки составила 27%, ширина пасек 40 м.

В насаждениях сосняка черничного была предусмотрена равномерно-постепенная двухприемная рубка на участках В<sub>1</sub> и В<sub>2</sub>.

Древостой на участке В<sub>1</sub> на момент проведения первого приема имел состав 5С1Е3Б1Ос. Класс возраста – VII, класс бонитета – II, полнота – 0,88. Интенсивность первого приема составила 38%. Запас древесины 317,0 м<sup>3</sup>/га. Ширина пасеки 30 м.

На участке В<sub>2</sub> перед первым приемом рубки состав древостоя включал 5С3Ос2Б+Е. Класс возраста – VII, класс бонитета – II, полнота насаждения – 0,88. Интенсивность изреживания составляла 33%. Запас древесины – 318 м<sup>3</sup>/га. Ширина пасек 30 м.

В ходе проведения опытно-промышленных рубок, помимо двух- и трехприемных постепенных рубок, также планировалось проведение сплошнолесосечных рубок. На отведенной в рубку опытной лесосеке в условиях типа леса сосняк ягодниковый под сплошнолесосечную рубку было отведено два участка: А<sub>1</sub> и А.

Участок со сплошной рубкой на участке А<sub>1</sub> в момент проведения рубки характеризовался как чисто сосновое насаждение с составом 10С+Б. Класс возраста – VII, класс бонитета – II. Полнота насаждения составляла 0,84, а запас древесины на участке – 302,0 м<sup>3</sup>/га. С целью изучения влияния повреждае-

## Электронный архив УГЛТУ

мости хлыстов при трелевке на данном участке решено было проводить сплошную рубку в два приема. Второй прием проводился сразу же после окончания первого. При первом приеме сплошной рубки интенсивность изреживания составляла 35% от общего запаса.

Второй участок А со сплошной рубкой был представлен лиственным насаждением с преобладанием деревьев березы. Состав древостоя на данном участке в момент проведения рубки 5Б1Ос4С. Как и на всех предыдущих участках, класс возраста – VII, класс бонитета – II. Запас древесины – 272,0 м<sup>3</sup>/га.

В качестве объекта контроля был подобран участок, максимально подходящий по основным лесоводственным показателям к объектам исследования: составу древостоя 5С4Ос1Б, класс бонитета III, полнота 0,7, запас на 1 га 290 м<sup>3</sup>/га. Класс возраста VI.

**«Североуральский» стационар** заложен сотрудниками отраслевой лаборатории УЛТИ в 1975 г. в 44 квартале Черемуховского лесничества Североуральского лесхоза.

В соответствии со схемой лесорастительного районирования Б.П. Колесникова, Р.С. Зубаревой и Е.П. Смолоногова (1973) территория Североуральского лесхоза, относится к среднетаежному округу Зауральской холмисто-предгорной провинции Западно-Сибирской равнинной лесорастительной области (средняя подзона тайги).

Для проведения опытно-промышленных рубок в условиях сосняка ягодникового было отведено два участка равномерно-постепенных рубок различной интенсивности, участок сплошной рубки и участок контроля (без рубки). На опытной лесосеке были приняты следующие обозначения: участок А – сплошная рубка, участок В – равномерно-постепенная рубка интенсивностью 32-33%, участок С – равномерно-постепенная рубка интенсивностью 42% и участок К<sub>1</sub> – контроль, без рубки. Площадь лесосеки 10,7 га (в том числе эксплуатационной площади 9,8 га). Ширина пазок варьировала в зависимости от технологии лесосечных работ и составляла 25, 30 и 35 м. Погрузочная площадка размещалась на участке сплошной рубки. Краткая таксационная характеристика древостоя представлена в табл. 1.

Таблица 1 – Таксационная характеристика древостоев на стационаре «Североуральский»

Состав	Тип леса	Полнота	Средние		Класс возраста	Класс бонитета	Запас, м <sup>3</sup> /га	Количество подроста, тыс.шт./га
			высота, м	диаметр, см				
Квартал 44								
9С1Лц+Б	Сяг.	0,88	25,0	35,0	VII	III	320,0	40,0
Участок контроля								
9С1Лц+Б	Сяг.	0,90	25,0	38,0	VII	III	330,0	38,0

**«Полевской» стационар** заложен в 1973 г. сотрудниками отраслевой лаборатории УЛТИ на территории Полевского лесхоза (Свердловская область) и в соответствии со схемой лесорастительного районирования Б.П. Колесникова, Р.С. Зубаревой и Е.П. Смолоногова (1973) располагается в южно-

## Электронный архив УГЛТУ

таежном округе Зауральской холмисто-предгорной провинции Западно-Сибирской равнинной лесорастительной области (южная подзона тайги).

Опытно-производственный стационар расположен в 62-м и 63-м кварталах Полевского лесничества на общей площади 79 га и представляет собой опытные рубки сосняка разнотравного. Опытный объект представлен двумя разобщенными между собой деланками (табл. 2).

Таблица 2 - Таксационная характеристика древостоев на стационаре «Полевской»

Состав	Тип леса	Полно-га	Средние		Класс возраста	Класс бонитета	Запас, м <sup>3</sup> /га	Количество подростов, тыс.шт./га
			высота, м	диаметр, см				
Кв. 62								
5СЗБ1Е1Ос	С.ртр.	0,80	25,0	40,0	VI	III	260	1,75
Кв. 62								
6СЗБ1Е	С.ртр.	0,80	25,0	39,7	VI	III	270	1,60
Участок контроля								
7С1Е2Б	С.ртр.	0,85	20,0	24,2	VI	III	291	1,70

На части одного из опытных участков (квартал 62) была проведена двухприемная равномерно-постепенная рубка (второй прием выполнен в 1980 г.). На остальной площади (кварталы 62-63) проводили трехприемную равномерно-постепенную рубку со вторым приемом в 1981 г.

Дополнительно нами были проведены хронометражные наблюдения на лесосечных работах в условиях Полевского лесхоза на участках проведения равномерно-постепенных рубок в сосняке разнотравном. Лесосека 1988 г. располагалась в 71-м квартале Полевского лесничества, имела общую площадь 15,2 га. Опытный участок прямоугольной формы и вытянут с севера на юг.

В сосняке разнотравном на опытных участках в среднем для первого приема была назначена интенсивность изреживания 30% от запаса на деланке.

Все деланки, предназначенные для равномерно-постепенных рубок, были разбиты на пасаки шириной 50 м. Кроме того, по аналогичной технологии проводился первый прием равномерно-постепенной рубки в 1988 г. в 71-м квартале Полевского лесничества в сосняке разнотравном.

«Уральский» стационар расположен на территории Уральского учебно-опытного лесхоза Уральского государственного лесотехнического университета (УУОЛ УГЛТУ) и так же, как стационар «Полевской», относится к южно-таежному округу Зауральской холмисто-предгорной провинции Западно-Сибирской равнинной лесорастительной области (южная подзона тайги).

«Уральский» стационар включает серию опытных лесосек в типе леса сосняк ягодниковый и брусничный. Одна из них заложена в 1975 г. в квартале 1 Верх-Исетского лесничества УУОЛ сотрудниками отраслевой лаборатории УЛТИ на общей площади 5,4 га. Древостой участка контроля, где не проводились рубки, имели близкие лесоводственно-таксационные показатели с древостоями на участке равномерно-постепенных рубок. Интенсивность первого

## Электронный архив УГЛТУ

приёма рубок составляла 28 и 33% с шириной пасаки соответственно 25, 30 и 35 м.

В 1970 г. также была заложена в 19-м квартале лесосека на общей площади 17,0 га для проведения равномерно-постепенных рубок (участок В) и сплошных рубок (участок А) в древостоях ягодникового типа леса. Интенсивность рубки составляла 35-40%, а ширина пасек была принята 25 и 35 м.

Третьим объектом опытно-производственного стационара «Уральский» являлся участок, расположенный в кварталах 56 (8,2 га) и 61 (8,9 га) Паркового лесничества УУОЛ, где в 1978 г. был проведен первый прием равномерно-постепенных рубок (табл. 3). В этих кварталах ширина пасек при равномерно-постепенных рубках варьировала от 40 до 250 м. При этом пасаки шириной 40-50 м разрабатывались продольно-ленточным способом, шириной 100 м – веерным способом по методу «зарубов», а шириной 250 м – веерным способом по методу «коридоров» (Первухин, 1982).

Таблица 3 – Таксационная характеристика древостоев на стационаре «Уральский»

Состав	Тип леса	Полнота	Средние		Класс возраста	Класс бонитета	Запас, м <sup>3</sup> /га	Количество подраста, тыс.шт./га
			высота, м	диаметр, см				
Квартал 1								
7С3Лц+Б	Сяг.	0,84	25,0	38,0	VII	III	369,0	6,8
Квартал 19 (участок А)								
9С1Лц+Б	Сяг.	0,80	26,0	31,0	VII	II	340,0	10,0
Квартал 19 (участок В)								
8С2Лц+Б	Сяг.	0,82	23,2	34,0	VII	II	321,0	10,5
Участок контроля								
10С+ЛцБ	Сяг.	0,75	26,0	34,0	VII	II	296,0	10,0
Квартал 56								
8С2Б	Сбр.	0,80	22,5	21,6	VI	II	357,0	9,4
Квартал 61								
8С1Лц1Б	Сяг.	0,85	23,6	23,2	VI	II	407,0	8,7

«Алапаевский» стационар расположен в южно-таежном округе Зауральской равнинной провинции Западно-Сибирской равнинной лесорастительной области (южная подзона тайги). Он заложен в 2004 г. на участке, где проводились рубки переформирования. Рубка переформирования – это рубка ухода, имеет целью изменение возрастной структуры древостоев, их состава и строения. ЗАО «Фанком» проводило рубки в спелых и перестойных мягколиственных насаждениях с участием в древостоях и подросте хвойных пород, т.е. рубкой преследовалось переформирование мягколиственных насаждений в хвойные. Поэтому рубка переформирования в данном варианте есть не что иное как равномерно-постепенная рубка.

Рубки проведены в 77-м и 109-м кварталах Ясашинского лесничества Алапаевского лесхоза Свердловской области на площади 142,7 га в летне-осенний сезон в 2004 г с применением механизированной системы машин

## Электронный архив УГЛТУ

(бензомоторные пилы и трелевочные трактора ТТ-4) и традиционной пасечной технологии (ширина пасеки 30 м) с трелевкой хлыстов за вершину (табл. 4). Участки рубок относились к разнотравному типу леса, а интенсивность рубок составляла 25 % от имеющегося запаса древостоя (табл. 4). Принятая интенсивность первого приема позволила освоить на лесосеках трелевочные волокна и часть материнского древостоя. В первую очередь выбирались деревья лиственных пород.

С целью выявления лесоводственных результатов первого приема рубки по традиционной технологии в 2007 г. на лесосеках ЗАО «Фанком» были заложены пробные площади. Полевые работы и последующая обработка полученных данных производились согласно общепринятым методикам.

Таблица 4 – Таксационные характеристики древостоя на стационаре «Алапаевский»

Состав	Тип леса	Полнота	Средние		Класс возраста		Класс бонитета	Запас, м <sup>3</sup> /га	Количество подраста, тыс. шт./га
			высота, м	диаметр, см	С	Б			
Квартал 77									
2С6Б2Ос	Сртр	0,75	24	30	V	X	III	250	0,95
Квартал 109									
3С2Е5Б+Ос	Сртр	0,80	25	40	V	X	III	330	1,80

Кроме того, в 2007 г. на лесосеках ЗАО «Фанком» были проведены равномерно-постепенные рубки на площади 385 га с использованием системы машин харвестер и форвардер. В процессе разработки лесосек применялась сортиментная технология (варианты 5, 7, 8, 10; гл.8), что позволило оценить их лесоводственно-экономическую эффективность. Рубке подвергались в первую очередь деревья лиственных пород. Интенсивность изреживания не превышала 30%.

Таким образом, в ходе исследований заложено пять опытно-производственных стационаров общей площадью 699,8 га по изучению лесоводственной эффективности различных способов рубок и они представлены преимущественно сосновыми древостоями разнотравного, ягодникового, брусничного и черничного типов леса, произрастающие в трех лесорастительных подзонах. Опытные рубки включают как законченные варианты (по числу приемов), так и варианты, находящиеся в стадии эксперимента. Значительный срок проведения экспериментальных исследований и количество заложенных в процессе последних пробных площадей позволяют надеяться на получение объективных репрезентативных данных о лесоводственной эффективности различных способов рубок.

## Электронный архив УГЛТУ

### Глава 5. Влияние опытных рубок на древостой

В процессе проведения лесосечных работ происходит повреждение деревьев, преимущественно при направленной валке деревьев и трелёвке хлыстов. Важно минимизировать количество поврежденных деревьев из числа оставляемых на доращивание при проведении постепенных и выборочных рубок.

**На стационаре «Полевской»** при равномерно-постепенной рубке по традиционной технологии лесосечных работ в сосняке разнотравном ширина пасеки равнялась 50 м. Обследование пасек после операций валки и обрезки сучьев показало, что расположение хлыстов было в большинстве пасек однотипным. Основной показатель – доля неправильно поваленных деревьев к объему и числу деревьев, отведенных в рубку, достигает 30%. Значение этого показателя предопределяется прежде всего принятой шириной пасеки. При ширине пасеки 50 м обеспечить направленный повал деревьев затруднительно. Поэтому средняя часть пасек шириной 15-20 м оставалась частично не пройденной рубкой. Попытки освоить пасеки первым приемом равномерно-постепенной рубки на всей их ширине (50 м) приводило к снижению сохранности подроста и производительности труда на трелёвке до 25%;

Таким образом, наличие деревьев, поваленных с отклонением от правил, влияет как на сохранение лесной среды, так и на производительность лесозаготовительных работ.

Обследование опытного участка с незаконченной трехприемной равномерно-постепенной рубкой в сосняке разнотравном (первый прием на стационаре «Полевской» в 1973, второй – в 1981 г.) показало, что и здесь крупные деревья частично располагаются в срединной части пасеки. То есть назначение ширины пасеки в 50 м привело к частичному недоиспользованию отведенной в рубку древесины.

В ходе проведения исследований было установлено количество поврежденных деревьев из числа оставленных на доращивание после первого приема равномерно-постепенной рубки. Больше всего повреждается оставляемый древостой при валке клейменных деревьев. На долю этой категории приходится 80% от общего количества, или 65% от запаса поврежденных деревьев. К наиболее часто встречающимся повреждениям относится категория сломанных в результате неточной валки деревьев. Эта категория повреждений занимает по объему и количеству поврежденных деревьев соответственно 33 и 42%. Повреждения кроны и обдир ствола наблюдались у 30% деревьев от общего количества поврежденных (21% по запасу). На долю деревьев, пострадавших при трелёвке хлыстов, приходится 35% от запаса и 20% от количества поврежденных. Из повреждений при трелёвке хлыстов преобладает обдир ствола (20% по запасу и 12% по количеству). Другие категории повреждений составляют незначительную долю в общем числе.

В целом можно отметить, что повреждаемость оставляемых для дальнейшего роста деревьев при проведении первого приема равномерно-постепенной рубки с применением бензиномоторных пил и трелёвочных трак-

## Электронный архив УГЛТУ

торов ТТ-4 невысокая. Удельный вес поврежденных деревьев к объему и числу оставленных деревьев составил 3,2 и 3,9% соответственно. Согласно Лесоводственным требованиям ... (1993) количество деревьев, поврежденных при равномерно-постепенных рубках, не должно превышать 5%.

Произошли изменения и в динамике таксационных показателей древостоев после проведения равномерно-постепенной рубки.

**Стационар «Тугулымский»** – подзона предлесостепных сосново-березовых лесов.

Через 29 лет после первого приема равномерно-постепенной трехприемной рубки в ягодниковом типе леса на двух экспериментальных участках В и С сформировался двухъярусный древостой. Первый ярус на участке В состоит из оставшейся части материнского древостоя и имеет вид 9С1Е+Б (159). Класс возраста первого яруса достиг VIII, полнота 0,34, а запас – 128 м<sup>3</sup>/га. Второй ярус состоит преимущественно из деревьев ели – 8Е2С+Б. Относительная полнота второго яруса древостоя составила 0,56, а запас – 96 м<sup>3</sup>/га, что свидетельствует о непрекращающемся процессе накопления запаса молодым поколением древостоя. При любых вариантах рубки деревья мягколиственных пород должны быть вырублены при первом приеме, поскольку по причине значительного возраста они характеризуются пониженной устойчивостью.

Состав первого яруса участка С имеет вид 8С1Е1Б+Ос. Полнота – 0,37. Запас древесины – 125 м<sup>3</sup>/га. Второй ярус, как и на предыдущем участке, еловый 7Е3Б (60). Здесь стоит отметить, что смены пород на мягколиственные не произошло. Однако произошла смена сосны на ель, так как под пологом сосны доминировал подрост ели.

На данных участках также необходимо проводить заключительный (третий) прием равномерно-постепенной рубки.

Лесоводственная эффективность двухприемной равномерно-постепенной рубки изучалась нами на участках В<sub>1</sub> и В<sub>2</sub> в насаждениях сосняка черничного.

В результате проведения двухприемных рубок в сосняке черничном произошло изменение состава древостоя. На месте соснового насаждения с единичным присутствием ели сформировалось березовое насаждение.

На участках В<sub>1</sub> и В<sub>2</sub> в сосняке черничном через 23 года после удаления материнского древостоя на месте соснового насаждения с незначительной примесью ели и сосны сформировалось березовое насаждение. Смена пород на данном участке прежде всего объясняется тем, что в ходе рубки вырубались преимущественно наиболее крупные деревья сосны. Кроме того, при очень коротком периоде между приемами рубки не были проведены меры содействия естественному возобновлению сосны. Состав подроста после первого приема рубок был на 80% из лиственных пород с преобладанием осины – 6Ос2Б1С1Е. После второго приема он составил 4Ос2Б3С1Е.

Спустя 23 года после завершающего приема рубки доля березы увеличилась прежде всего за счет сокращения доли сосны, которая не могла конкурировать с подростом осины и березы вегетативного происхождения. Кроме

## Электронный архив УГЛТУ

того, после завершающего приема рубки отмечалось усиление порослевого возобновления березой от пней, что и привело к формированию мягколиственного насаждения. О том, что в формировании существующего молодняка значительная роль принадлежит подросту последующей генерации, свидетельствует и класс возраста древостоя.

На наш взгляд, лесоводственный эффект при проведении данных рубок может быть достигнут только при условии неукоснительного соблюдения лесоводственных принципов назначения деревьев в рубку при проведении первого приема, проведении мер содействия естественному возобновлению сосны.

### **Стационар «Североуральский»** – подзона средней тайги

Объектом исследований влияния первого приема двухприемной равномерно-постепенных рубок на древостой сосны в подзоне средней тайги служили сосняки опытно-производственного стационара «Североуральский».

По результатам исследований после первого приема равномерно-постепенной рубки интенсивностью 32-33% по запасу снизились значения среднего диаметра, высоты и относительной полноты древостоя. За 7 лет после проведения первого приема равномерно-постепенной рубки прирост по запасу составил 16,6 м<sup>3</sup>/га при 12,6 м<sup>3</sup>/га в контрольном древостое. То есть, несмотря на удаление 146 м<sup>3</sup>/га, оставшаяся часть древостоя не только компенсировала прирост вырубленных деревьев, но и улучшила прирост в 1,37 раза по сравнению с таковым на контроле.

Проведение первого приема равномерно-постепенной рубки интенсивностью 42% по запасу оказало более существенное влияние на древостой.

В первые 7 лет после рубки оставленная на доразращивание часть древостоя обеспечила ежегодный прирост в размере 2,6 м<sup>3</sup>/га при величине аналогичного показателя в контрольном древостое 1,8 м<sup>3</sup>/га.

Таким образом, проведение двухприемных равномерно-постепенных рубок в сосняках средней подзоны тайги Свердловской области с интенсивностью первого приема 32-42% вполне оправдано. При этом оставшаяся часть древостоя не только не теряет устойчивость, но и увеличивает свой прирост в 1,2-1,5 раза.

### **Стационары «Полевской» и «Уральский»** – подзона южной тайги

Условия произрастания древостоев в подзоне южной тайги существенно отличаются от таковых в подзоне средней тайги и предлесостепных сосново-березовых лесов, что позволяет предположить различие в лесоводственной эффективности равномерно-постепенных рубок.

#### **Стационар «Полевской»**

Анализ полученных данных свидетельствует о том, что в разнотравном типе леса после двух приемов трехприемной равномерно-постепенной рубки изменился состав древостоя. Постепенно снижается доля участия сосны в составе и увеличивается доля ели. Это объясняется тем, что в первые два приема назначались в рубку крупные старые деревья сосны, а еловый древостой отно-

## Электронный архив УГЛТУ

сился к более молодому поколению, которое обладает более быстрыми темпами роста. Через 26 лет после первого приема равномерно-постепенной рубки прирост по запасу на контроле составил  $49 \text{ м}^3/\text{га}$ , а на опытных участках –  $71-141 \text{ м}^3/\text{га}$ , т.е. прирост на опытных участках превышает таковой на контроле в 1,5-3 раза. Кроме того, после двух приемов равномерно-постепенной рубки снизились средние значения диаметра и высоты древостоя. Последнее объясняется верховым методом отбора деревьев в рубку, т.е. удалением из древостоя прежде всего наиболее крупных старых деревьев.

На участке с завершенной двухприемной постепенной рубкой через 19 лет после удаления материнского древостоя запас молодого древостоя достиг  $111 \text{ м}^3/\text{га}$ . В результате проведения двухприемных рубок произошло изменение состава древостоя. На месте соснового насаждения с незначительной примесью березы и ели сформировалось еловое насаждение, доля лиственных пород в котором достигает 60%. Другими словами, если при проведении равномерно-постепенных рубок в условиях сосняка разнотравного минерализация почвы не проводится, то восстановление площади сосной становится практически невозможным. В то же время при условии последующего проведения рубок ухода можно сформировать еловый древостой с незначительной примесью лиственных пород.

### Стационар «Уральский»

Через 22 года после первого приема равномерно-постепенной рубки в сосняке брусничном средние высота и диаметр древостоев превышают таковые до рубки. На контроле эти показатели изменились в меньшей степени. В частности, на контроле средняя высота увеличилась на 1,2 м, а на опытном участке – на 1,7 м (в 1,4 раза больше контрольного значения). Увеличение среднего диаметра древостоя на контроле и на опытном участке составило соответственно 1,2 и 5,6 см.

В результате проведения первого приема рубки в сосняке брусничном запас на 1 га на контроле увеличился на  $55 \text{ м}^3$ , а на опытном участке – на  $64 \text{ м}^3$ . То есть прирост по запасу на опытном участке на  $9 \text{ м}^3/\text{га}$  (в 1,2 раза) превысил таковой на контроле.

Через 22 года после проведения первого приема равномерно-постепенной рубки в сосняке ягодниковом доля мягколиственных пород не увеличилась, что объясняется конкуренцией со стороны хвойных пород. За период после первого приема рубки средний диаметр древостоев на контроле увеличился на 2,3 см, а на опытных участках увеличение составило от 2,7 до 9,0 см, что по сравнению с контрольным значением равно 117-391%. Средняя высота древостоя увеличилась на контроле на 1,6 м, а на опытных участках – на 2,3-4,0 м, т.е. составила 144-250% от величины прироста на контроле. Прирост по запасу за 22 года на контроле равен  $66 \text{ м}^3/\text{га}$  при величине данного показателя на опытных участках  $61-76 \text{ м}^3/\text{га}$ . Все это объясняется тем, что в первый прием равномерно-постепенной рубки были убраны старые деревья с пониженным приростом, а более молодая часть материнского древостоя оказалась в лучших условиях произрастания.

## Электронный архив УГЛТУ

В целом в условиях сосняков разнотравного, брусничного и ягодникового типов леса южной подзоны тайги можно отметить более высокие темпы прироста деревьев после проведения равномерно-постепенных рубок по сравнению с таковыми в контрольных древостоях. Кроме того, в этих условиях сохраняется сосна как эдификатор.

**Ветроустойчивость древостоев** исследовалась после двух приемов равномерно-постепенных рубок.

Для изучения влияния первого приема равномерно-постепенной рубки на ветроустойчивость оставшейся части древостоев разнотравного типа леса в 1980 г. было проведено обследование лесосек на стационаре «Полевской». При обследовании учитывались порода дерева, диаметр на высоте груди 1,3 м и высота ствола, протяженность крон и прочие показатели. На территории, где расположены участки рубок, преобладающими ветрами являются западные, которые составляют 56%, более половины из которых – юго-западные. По времени суток наибольшая скорость ветра отмечается в полдень, наименьшая – утром. Губительные ветры наблюдаются редко, но влияние их огромно. Было установлено, что ветровальность на участке обусловлена неблагоприятными условиями 1973 г. Ветровал на участке за 7 лет невелик, он составил 4,5% от запаса, оставшегося после первого приема рубки. На всем участке рубок были в наибольшей степени подвержены ветровалу крупномерные (более 20 см) деревья сосны и березы. Около 2% вываленных деревьев представлены сосной и 10% – деревьями березы, т.е. в целом ветровала березы было больше, чем сосны. Но если ветровал березы приходится в основном на ступени толщины 16-28 см, то среди деревьев сосны оказались деревья размером 20-36 см, т.е. более крупные.

Причиной, снизившей устойчивость деревьев к ветру, с одной стороны, явилось изреживание древостоев рубкой, с другой – ураганные ветры 1973 г. (Исследование и разработка ..., 1980). При этом в целом объем ветровала после первого приема равномерно-постепенной рубки был невелик, а после второго приема стал незначительным. Следует отметить, что опытные участки были недостаточно защищены ветрозащитными полосами не только по периметру, но и со стороны действия господствующих ветров.

В процессе исследований влияния *равномерно-постепенных рубок на санитарное состояние* оставляемой на доращивание части древостоев нами выполнено обследование санитарного состояния древостоев, пройденных первыми приемами постепенных рубок в условиях южной подзоны тайги Урала (стационар «Полевской»). При этом оценка состояния всех деревьев по категориям санитарного состояния сделана согласно Санитарным правилам ... (1998).

Анализируя санитарное состояние древостоя в условиях сосняка брусничного можно отметить, что после проведения равномерно-постепенных рубок деревьев без признаков ослабления на 27,5% больше, чем на контроле. Ос-

## Электронный архив УГЛТУ

лабленных деревьев на участке рубок меньше на 16,1% по сравнению с контролем, доля сильно ослабленных деревьев меньше на 5,6%.

Санитарное состояние древостоев в сосняке ягодниково-пройденных первым приемом равномерно-постепенной рубки, также значительно лучше, чем на контроле. Так, количество здоровых деревьев на контроле составляет только 35,4%, а на опытных участках этот показатель варьирует от 59,5 до 80,4%, что в 1,6-2,3 раза больше контрольного. Количество ослабленных деревьев на участках рубок меньше, чем на контроле в 1,9-3,1 раза. Сильно ослабленных деревьев на всех опытных участках также меньше, чем на контроле.

Согласно шкале оценки санитарного состояния древостоев по показателю средневзвешенной категории состояния 1-1,5 (Ковалев, 1993) древостои почти всех опытных рубок можно классифицировать как здоровые.

Таким образом, лесоводственная эффективность равномерно-постепенных рубок в сосняках подзоны средней тайги Свердловской области оказалась достаточно высокой. При выборке в первый прием 32-42% запаса оставшаяся часть древостоя не только не теряет устойчивость, но и увеличивает свой прирост в 1,2-1,5 раза по сравнению с контрольным древостоем.

В условиях южной подзоны тайги проведение равномерно-постепенных рубок в сосняках разнотравного, ягодникового и брусничного типов леса обеспечивает более высокие темпы увеличения таксационных показателей по сравнению с таковыми в контрольных древостоях. Однако в сосняках разнотравных может наблюдаться смена пород.

### **Глава 6. Естественное лесовозобновление вырубок**

Научной основой проведения постепенных и выборочных рубок является общеизвестный факт необходимости накопления жизнеспособного подроста под пологом изреженных древостоев за счет сопутствующего лесовозобновления.

Поэтому наши комплексные исследования, направленные на выявление преимуществ и недостатков различных способов рубок и технологий лесосечных работ, констатировали, что по признаку естественного лесовозобновления наиболее эффективны равномерно-постепенные 2-3-приемные рубки, в том числе на основе сортиментной технологии лесосечных работ с использованием машин харвестер и форвардер. Равномерно-постепенные рубки в лесах Урала в большинстве случаев позволяют обеспечить формирование высокопродуктивных хвойных насаждений без проведения мер искусственного лесовосстановления.

В процессе проведения равномерно-постепенных рубок в наибольшей степени повреждается крупный подрост. Для обеспечения накопления необходимого количества подроста предварительной генерации в типах леса с ослабленными потенциями к естественному лесовозобновлению за 3-5 лет до первого приема равномерно-постепенной рубки необходимо проведение мер содействия естественному возобновлению в основном в виде механической об-

## Электронный архив УГЛТУ

работки почвы. Проведение рубок ухода (прореживания и проходных рубок) также способствует формированию жизнеспособного подроста.

В процессе первого приема рубки желательна вырубка подроста лиственных пород, а в отдельных случаях также ели и пихты. Второй прием рубки следует назначать при наличии достаточного количества жизнеспособного подроста сосны через 3-4 года после первого, а третий – через 5 лет после второго. При сохранении в процессе рубок подроста ели предварительной генерации на месте сосняков обычно формируются ельники, что чаще представляет собой негативное явление.

Древостои, сформировавшиеся на месте спелых насаждений, характеризуются повышенными темпами роста, достаточно высокой устойчивостью и чаще смешанным составом.

Исследования выполнены в трех лесорастительных подзонах лесной зоны: средней и южной подзонах тайги и в подзоне предлесостепных сосново-березовых лесов. Леса первых двух подзон характеризуются достаточно высокими потенциальными к естественному лесовозобновлению без мер содействия как под пологом насаждений, так и на местах рубок, в частности, в типах леса сосняков брусничного, ягодникового и черничного. Равномерно-постепенные рубки в насаждениях сосняка разнотравного с несколько ослабленными лесовозобновительными потенциальными необходимо сопровождать мерами содействия естественному лесовозобновлению в виде механической обработки почвы.

Для примера в табл. 5 приведены данные о структуре молодняков спустя 21 год после первого приема равномерно-постепенной рубки интенсивностью 32-33% в условиях сосняка ягодникового.

Таблица 5 – Строение молодняков после первого приема равномерно-постепенной рубки на участке «В» стационара «Североуральский» (подзона средней тайги)

Ширина пасеки, м	Состав	Полнота	Средние		Запас, м <sup>3</sup> /га
			высота, м	диаметр, см	
25	3С1Е6Б+Лц,Ос	0,65	10,4	9,8	64,0
30	2С1Е7Б+Лц, ед.Ос	0,75	10,9	10,0	73,3
35	3С1Е5Б1Ос, ед.Лц	0,7	10,7	9,6	67,6
Контроль	7С1Лц2Б	0,9	25,4	40,2	375,6

Из табл. 5 видно, что сформировавшиеся высокополнотные молодняки (III класс возраста) из подроста предварительной и последующей генераций потенциально хвойные. Поэтому они нуждаются в рубках ухода, а материнский древостой в возрасте 130 лет нуждается во втором приеме равномерно-постепенной рубки.

Весьма успешно протекает естественное лесовозобновление в условиях сосняка брусничного южной подзоны тайги (табл. 6).

## Электронный архив УГЛТУ

Таблица 6 – Количество благонадежного подроста по группам высот в сосняке брусничном через 22 года после первого приема равномерно-постепенной рубки интенсивностью 35%, стационар «Уральский» (подзона южной тайги), тыс. экз./га

Древесная порода	Группы высот, м			Всего	Состав подроста
	до 0,5	0,5-1,5	свыше 1,5		
<b>Опытный участок</b>					
Сосна	0,95	2,22	1,11	4,28	8С2Б, едЛпЕ
Лиственница	-	-	0,08	0,08	
Ель	0,08	0,08	-	0,16	
Береза	0,24	0,16	0,32	0,72	
Итого	1,27	2,46	1,51	5,24	
<b>Контроль (1999 г.)</b>					
Сосна	7,13	0,30	-	7,43	10С

В подзоне предлесостепных сосново-березовых лесов естественные лесовозобновительные процессы ослаблены. Под пологом насаждений преобладает подрост мягколиственных пород и ели. Сопутствующее лесовозобновление сосной слабое. Поэтому в большинстве случаев необходимо содействие естественному лесовозобновлению преимущественно в виде механической обработки почвы за 5-7 лет до первого приема рубки. Период между приемами равномерно-постепенных рубок составляет 5-7 лет. В этой подзоне сосновые и еловые насаждения близки по производительности, поэтому допустимо в результате равномерно-постепенных рубок формирование как сосняков, так и ельников. Предпочтение должно, безусловно, отдаваться сосне как более ценной древесной породе. В этой связи необходимо применение рубок ухода в молодняках после завершения рубок.

В условиях стационара «Алапаевский» в связи с приуроченностью его к равнинному Зауралью естественные лесовозобновительные процессы идут, как правило, со сменой пород, особенно в насаждениях разнотравного типа леса. Сопутствующее возобновление сосной при равномерно-постепенных рубках идет слабо. Поэтому в природных условиях, где расположен стационар «Алапаевский», нужно выполнять все возможные мероприятия по содействию естественному лесовозобновлению, включая создание лесных культур.

Из изученного диапазона ширины пазек при равномерно-постепенной рубке наиболее эффективна для обеспечения естественного лесовозобновления ширина 30 м.

### Глава 7. Роль равномерно-постепенных рубок в депонировании лесными насаждениями CO<sub>2</sub>

Концепция устойчивого развития включает в качестве составных элементов проблему стабилизации углеродного баланса путем облесения территорий, введения системы природоохраняющих (экологизированных) способов и технологий рубок и замены ископаемого топлива возобновляемой лесной фитомассой. В этой связи правомерен интерес к процессам накопления фитомассы в тех древостоях, где проводятся экологизированные постепенные рубки.

## Электронный архив УГЛТУ

Закономерности изменения линейных характеристик прироста древостоя и подроста, изменения текущего объемного прироста изучены достаточно полно (Безгина, 2001; Куликов и др., 2008 и др.), то же следует отметить и о взаимосвязях текущего прироста запаса и полноты древостоев (Науменко и др., 1956, Хлюстов, 1986). Однако динамика среднепериодического текущего изменения фитомассы древостоев в связи с колебаниями полноты последних пока еще не исследована в полной мере (Усольцев, 1988). Что же касается исследований динамики текущего изменения фитомассы по фракциям после проведения рубок древостоя, то такие исследования являются пионерными.

Расчёт приходной части углеродного баланса лесонасаждений при проведении равномерно-постепенных рубок осуществлён по материалам пробных площадей на основе таблиц биологической продуктивности (Усольцев, 2002), разработанных с использованием традиционных таблиц хода роста древостоев (ТХР).

Исследований, посвященных оценке влияния несплошных рубок на биологическую продуктивность и углероддепонирующую способность лесных экосистем, очень мало. Например, в условиях Карелии А.А. Иванчиковым (1986) изучена биологическая продуктивность сосновых насаждений, пройденных длительно-постепенными рубками в 1967 г., равномерно-постепенной рубкой – в 1961 г. и проходной рубкой – в 1970 г.

Возраст рубки хвойных насаждений в наших расчетах принят по VI классу возраста древостоев (110 лет), лиственных – VII классу (70 лет). Расчет прироста фракций фитомассы и запасов депонированного углерода проведён для равномерно-постепенных рубок с выборкой 20, 30 и 50% запаса.

Величину текущего изменения фракций фитомассы и депонированного углерода после проведения рубок возможно определить на основе следующего уравнения, которое наиболее полно отражает взаимосвязь соотношений запаса и приростов:

$$Z_{pi} / Z_{p \text{ исх}} = (M_i / M_{\text{исх}})^u, \quad (1)$$

где  $Z_{pi}$  – текущее изменение (прирост) фракций фитомассы после рубки, т/га в год;  $Z_{p \text{ исх}}$  – текущее изменение (прирост) фракций фитомассы до рубки, т.е. в исходном возрасте, т/га в год;  $M_i$  – запас древостоя после рубки, м<sup>3</sup>/га;  $M_{\text{исх}}$  – запас древостоя до рубки, м<sup>3</sup>/га;  $u$  – показатель, который наиболее тесно коррелирует с процентной величиной выборки запаса при рубке.

Установлено, что изменение запасов фитомассы по фракциям зависит от породы, а общей закономерностью следует считать снижение среднепериодического текущего изменения фитомассы ствола и ветвей в VII и VIII классах возраста.

Что касается среднепериодического текущего изменения хвои (листвы) и нижних ярусов, здесь представлены разнонаправленные тенденции, которые могут быть обусловлены как влиянием эдафических условий, так и статистическими особенностями исходных таблиц хода роста (ТХР).

## Электронный архив УГЛТУ

В реализуемой прогнозной модели заложено возрастание темпов сред-непериодического текущего изменения фракций фитомассы после проведения рубок на основе экспертных оценок данных пробных площадей и материалов базы данных по фитомассе лесов основных лесообразующих пород Северной Евразии (Усольцев, 2001). Пределы увеличения прироста фитомассы в зависимости от величины выборки в исходных данных прогнозной модели приняты следующими: для массы стволовой древесины – от 8 до 14%, массы ветвей – от 6 до 13%, массы хвои (листвы) – от 12 до 22%, среднепериодическое текущее изменение массы нижних ярусов после рубок возрастает в пределах 20-30% преимущественно за счет подроста.

Если сравнивать данные прогноза прироста после рубок с контрольными в возрасте прогноза, то превышение достигает 50% и более в зависимости от фракций фитомассы и породы. Так, по сосне увеличение темпов изменения массы ствола составляет при выборке запаса от 20 до 50% (соответственно на 39-40%), массы ветвей – 27-30%, массы хвои – 34-38%, массы нижних ярусов – 12-16%. У ели возрастание прироста массы ствола близко к сосне – 38-39%, однако остальные фракции после проведения рубок резко активизируют прирост. Так, ветви – от 45 до 47%, хвоя – 42-45%, нижний ярус – 48-50%. Аналогичные тенденции изменения среднепериодического прироста и у других пород.

Наибольший темп увеличения массы ствола и ветвей у пихты (58 и 71%), наименьший – у осины (24 и 25%). Нижние ярусы – по темпам лидирует осина, в аутсайдерах – сосна.

Анализ полученных данных позволяет констатировать, что в возрасте 130 лет сосновые насаждения после выборки 20% запаса в 110 лет накопили 85,5% углерода по сравнению с контрольными насаждениями, при выборке 30% запаса – 76,8%, при выборке 50% – 59,4%.

Увеличение общей надземной фитомассы в сосняках в течение 20 лет после рубки составляет +5,5; +6,8; +9,4% от контроля с учетом снижения фитомассы на величину выборки. Это превышение по другим породам достигает соответственно: по ели - +5,3; 6,4; 8,6%; по пихте - + 5,8; 6,3; 7,0%; по березе - + 10,8; 12,7; 16,3%; по осине - +5,0; 6,3; 8,8%.

Наиболее значительные показатели возрастания общей фитомассы в березняках после рубок следует объяснить тенденциями изменений показателей соответствующих ТХР, а также, возможно, биологическими особенностями породы.

В целом можно констатировать, что предложенная модель расчета приходной части углеродного баланса после проведения первого приема равномерно-постепенных рубок при условии снижения относительной полноты древостоя не ниже 0,5 обеспечивает достаточную надежность прогноза с шагом 20 лет.

Таким образом, равномерно-постепенные рубки за счет усиления приростов остающихся на доращивание древостоев усиливают их депонирующую

## Электронный архив УГЛТУ

роль до 9% (в зависимости от интенсивности рубки), что отвечает задачам повышения экологической емкости лесов и сохранения лесорастительной среды.

### **Глава 8. Экологизированные технологии лесосечных работ при равномерно-постепенных рубках спелых и перестойных древостоев**

Проведенные исследования убедительно свидетельствуют, что замена сплошнолесосечных рубок равномерно-постепенными рубками позволяет отказаться от дорогостоящего и далеко не всегда эффективного искусственного лесовосстановления. Сохранение второго яруса, подроста и молодняка хозяйственно ценных пород исключает нежелательную смену пород на вырубках, а также минимизирует снижение выполняемых насаждениями защитных функций. Для этого необходимо соблюдение адаптированных для конкретных лесорастительных условий технологий лесосечных работ.

Однако в настоящее время наметилась четкая тенденция перехода от хлыстовой к сортиментной технологии лесосечных работ. Последнее вызывает необходимость анализа существующих и разработку новых сортиментных технологий, адаптированных к региональным природным условиям.

Все многообразие технологий лесосечных работ с использованием многооперационных машин харвестер-форвардер можно условно разделить на следующие варианты, или схемы.

*Вариант 1.* Технология разработки лесосеки с использованием бензомоторных пил на валке и раскряжевке деревьев с подвозкой сортиментов форвардером.

Разработка лесосек по варианту 1 может быть применена во всех лесорастительных условиях и при проведении как сплошнолесосечных, так и равномерно-постепенных и добровольно-выборочных рубок.

*Вариант 2.* Технология разработки лесосеки методом узких пасек с подкладочным деревом.

Данный способ разработки лесосек облегчает обрубку сучьев, перемещение ствола в пределах волока и последующую его раскряжёвку. Он наиболее приемлем при сплошных рубках древостоев с объёмом ствола 0,3 м<sup>3</sup> в сырых и мокрых лесорастительных условиях. Концентрация порубочных остатков на волоке обеспечивает не только высокую проходимость лесозаготовительной техники, но и создает условия для последующего лесовосстановления на вырубке. Ширина пасеки при этом не превышает 20 м.

*Вариант 3.* Технология разработки лесосеки методом средних пасек с использованием на валке и раскряжевке бензиномоторной пилы, а на подвозке сортиментов – форвардера.

Этот способ наиболее приемлем в сырых и мокрых лесорастительных условиях, а также при глубоком снежном покрове, поскольку позволяет значительно повысить несущую способность грунтов за счет укрепления волока порубочными остатками. Предлагаемая технология может быть рекомендована как при сплошнолесосечных, так и равномерно-постепенных и добровольно-выборочных рубках, поскольку позволяет обеспечить сохранение подроста

## Электронный архив УГЛТУ

предварительной генерации в количестве, предусмотренном лесоводственными требованиями. Ширина пасеки может достигать 40 м.

*Вариант 4.* Технология разработки лесосеки с размещением волока по границе пасеки и использованием на валке и раскряжке харвестера, а на подвозке сортиментов – форвардера.

Технология разработки пасеки с размещением волока по границе пасеки (рис.1) применяется для проведения сплошных рубок при отсутствии под пологом насаждения хвойного подроста или второго яруса, а также при хорошей несущей способности грунтов.

Разработка пасеки ведется одновременно с разрубкой волока. Деревья валят на стену леса в направлении, перпендикулярном волоку, выпиливаемые сортименты пакетируют на площади, вырубленной с предыдущего волока. Наличие свободной площади для укладки сортиментов упрощает работу оператора харвестера при валке и сокращает затраты времени на выбор места для формирования пакетов. Сучья укладываются на волок.

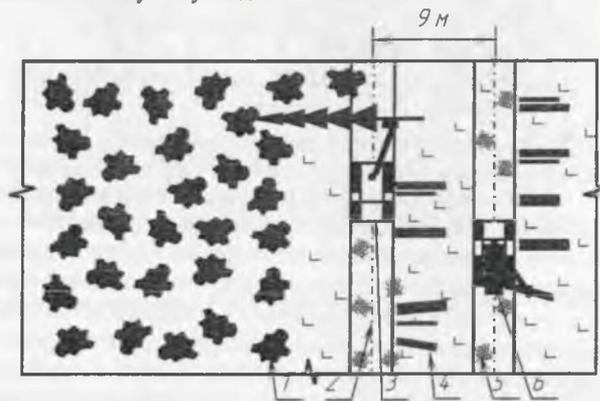


Рис. 1. Схема разработки пасеки харвестером при размещении волока по ее границе (вариант 4): 1 – растущие деревья; 2 – волок; 3 – харвестер; 4 – пакеты сортиментов; 5 – порубочные остатки; 6 – форвардер

Технология лесосечных работ по варианту 4 применима при проведении сплошнолесосечных рубок с ориентацией на последующее естественное или искусственное лесовосстановление.

Данная технология может быть рекомендована в насаждениях брусничной, ягодниковой и разнотравно-липняковой групп типов леса.

*Вариант 5.* Технология разработки лесосеки с размещением волока по середине пасеки и использованием на валке и раскряжке харвестера, а на подвозке сортиментов – форвардера.

Технология разработки пасек с размещением волока на ее середине применяется при проведении рубок с сохранением подроста или на участках, где требуется увеличить несущую способность волока укладкой на него большого количества порубочных остатков (рис.2). Разработка пасеки осуществляется

## Электронный архив УГЛТУ

следующим образом: обе полупасеки разрабатываются одновременно с волоком. Направление валки деревьев может быть как перпендикулярно волоку (вершиной от волока), так и вдоль волока вершиной от себя.

На участках с групповым размещением подроста и молодняка ценных пород деревья спиливают и валят перпендикулярно волоку. Порубочные остатки укладываются непосредственно под колеса харвестера на формируемый волок.

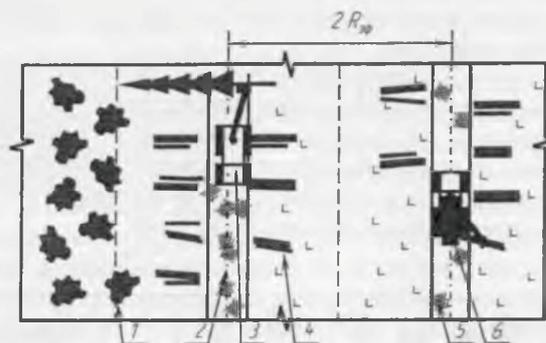


Рис. 2. Схема разработки пасеки харвестером при размещении волока посередине пасеки с групповым подростом (вариант 5): 1 – растущие деревья; 2 – волок; 3 – харвестер; 4 – пакеты сортиментов; 5 – порубочные остатки; 6 – форвардер

На участках с равномерно распределенным подростом валка деревьев осуществляется вперед вершиной на стену леса с последующей укладкой выпиленных сортиментов вдоль волока, что позволяет максимально сузить ленты, на которых укладываются сортименты и соответственно увеличить долю площади пасеки, на которой сохраняется подрост.

При работе по этой технологии ширина разрабатываемой ленты составляет два эффективных вылета манипулятора. Под эффективным вылетом в данном случае понимается использование максимального вылета манипулятора.

*Вариант б.* Технология разработки лесосеки без рубки прямолинейных волоков с использованием на валке и раскряжевке харвестера, а на подвозке сортиментов – форвардера.

Харвестер на каждой пасеке выполняет работы по полному циклу: валка, обрезка сучьев, раскряжевка, пакетирование. Ширина пасеки равна удвоенному эффективному вылету манипулятора харвестера. Непрямолинейные волоки вследствие огибания харвестером подроста, одиночных деревьев молодняка хозяйственно ценных пород и других объектов увеличивают их сохранность и позволяют избежать значительного возрастания ветровых нагрузок в сформированном насаждении. Вариант технологии может быть рекомендован для реализации в сосновых и особенно елово-пихтовых древостоях при проведении равномерно-постепенных рубок.

## Электронный архив УГЛТУ

*Вариант 7.* Технология разработки лесосеки с заездом харвестера на полупасеки.

Технология с заездами харвестера на полупасеки рассматривается как вариант технологии с волоком посередине пасеки, с увеличением ширины пасеки до  $3,5-4,0 R_{зф}$  (рис. 3). Технология может быть использована при сплошных рубках с групповым подростом или равномерно-постепенных и добровольно-выборочных рубках с неравномерным распределением вырубаемой части древостоя. Шаг примыкания заездов к волоку с каждой его стороны составляет около  $4 R_{зф}$  при равномерном изреживании по площади. При неравномерном размещении деревьев, отведенных в рубку, заезды выполняются в зоне их расположения. Заезды при этом выполняются по дуге, что обеспечивает плавное примыкание их к волоку.

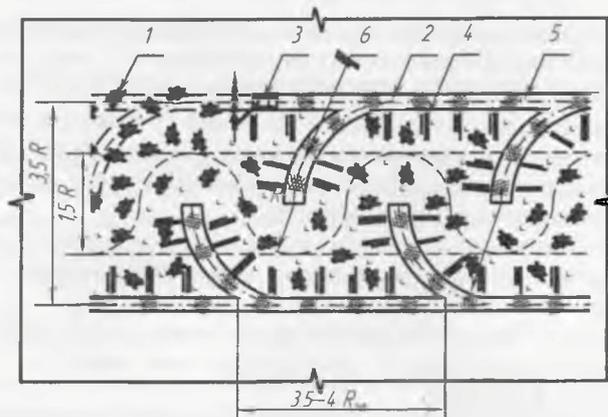


Рис. 3. Схема работы харвестера с заездами на полупасеки (вариант 7): 1 – растущие деревья; 2 – волок; 3 – харвестер; 4 – пакет сортиментов; 5 – порубочные остатки; 6 – заезд на полупасеку

Технология проведения лесосечных работ по варианту 7 может быть рекомендована при достаточно высокой несущей способности грунтов (насаждения лишайниковой, брусничной, ягодниковой и разнотравно-липняковой групп типов леса).

*Вариант 8.* Технология разработки лесосеки со вспомогательным технологическим коридором и применением на валке и раскряжке деревьев харвестера, а на подвозке сортиментов – форвардера.

Вариант со вспомогательным коридором (рис.4), на котором работает только харвестер, позволяет уменьшить общую длину пасечных волоков на лесосеке. Форвардер работает лишь на волоках, удаленных друг от друга на расстояние 30 метров.

## Электронный архив УГЛТУ

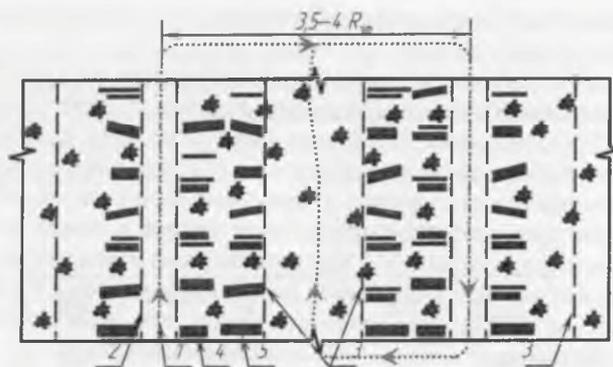


Рис. 4. Схема разработки пасеки со вспомогательным коридором (вариант 8): 1 – путь движения харвестера; 2 – границы волока; 3 – границы ленты; 4 – пакеты сортиментов на центральной ленте; 5 – пакеты сортиментов на вспомогательной ленте

Технология может быть использована для реализации системы равномерно-постепенных и добровольно-выборочных рубок средней и высокой интенсивности. При работе харвестера во вспомогательном коридоре, как и на волоке, выполняется весь цикл операций.

Технология разработки лесосек по варианту 8 может быть рекомендована также и на лесосеках сплошной рубки с подростом предварительной генерации.

**Вариант 9.** Технология разработки лесосеки с двумя вспомогательными коридорами и применением на валке и раскряжке харвестера, а на подвозке сортиментов – форвардера.

Рассматриваемая технология разработки лесосек обеспечивает возможность проведения равномерно-постепенных и добровольно-выборочных рубок спелых и перестойных насаждений, не прибегая к комбинированным технологиям и ручной валке деревьев. Вариант применим практически во всех лесорастительных условиях, за исключением насаждений сфагновой группы типов леса.

**Вариант 10.** Технология разработки лесосеки при работе харвестера в трех режимах и форвардера на подвозке сортиментов.

В основе этой технологии лежит возможность использования харвестера при работе по неполному циклу (рис. 5). Сначала разрубаются смежные пасечные волокна, отстоящие друг от друга на расстоянии до 40 м и прилегающие ленты, достигаемые для манипулятора харвестера. Работа при этом ведется по полному циклу. Затем харвестер переходит для работ на оставленную между волоками ленту леса. Перемещаясь по центру этой полосы таким образом, чтобы нанести минимальный ущерб насаждению, харвестер валит деревья под прямым углом к волоку вершиной в направлении ближайшего волока.

## Электронный архив УГЛТУ

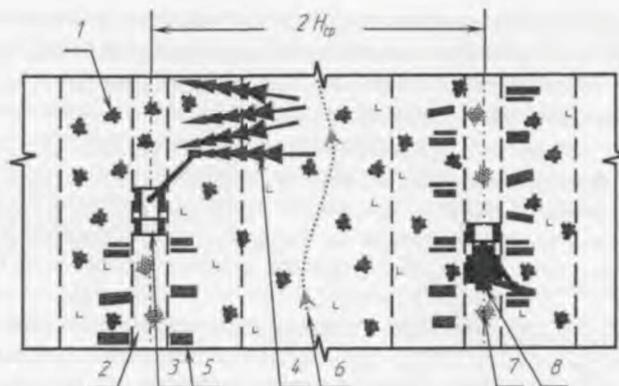


Рис. 5. Схема разработки пасеки харвестером в трех режимах (вариант 10):  
1 – растущие деревья; 2 – волок; 3 – харвестер; 4 – поваленные деревья; 5 – пакет;  
6 – движение харвестера при работе в режиме «валка»; 7 – порубочные остатки;  
8 – форвардер

Обрезка сучьев и раскряжевка поваленных деревьев осуществляются во время следующего прохода харвестера по разрубленным волокам. Обрезка сучьев производится способом «за вершину», а раскряжевка хлыста после перехвата его харвестерным агрегатом – «за комель».

Описанная технология работы является предпочтительной на грунтах с недостаточной несущей способностью при проведении равномерно-постепенных и добровольно-выборочных рубок.

*Вариант 11.* Комбинированная технология разработки лесосеки с использованием на валке деревьев бензомоторных пил и харвестера, а на подвозке сортиментов – форвардера.

При комбинированной технологии лесосечных работ сначала харвестером разрубается трелевочное волокно и вырубается (при сплошнолесосечной рубке) или изреживаются (при равномерно-постепенных и добровольно-выборочных рубках) полосы справа и слева от трелевочного волокна на ширину эффективного вылета стрелы манипулятора. После выполнения данной работы производится валка деревьев в средней части пасеки бензиномоторной пилой под прямым углом к трелевочному волоку.

Разработка лесосек по варианту 11 позволяет обеспечить проведение равномерно-постепенных и добровольно-выборочных рубок, а также сохранение подроста предварительной генерации при сплошнолесосечных рубках.

Приведенные варианты технологий лесосечных работ наиболее целесообразны к применению по следующим способам рубок.

### **Равномерно-постепенный и добровольно-выборочный способы**

Могут быть использованы технологии с размещением волокна по середине пасеки (вариант 5) и без разрубки прямолинейных волоков (вариант 6). Вариант 6 технологии предпочтительнее, поскольку позволяет харвестеру и

## Электронный архив УГЛТУ

форвардере обходить куртины подроста и оставляемые на доращивание деревья. Кроме того, прокладка непрямолинейных волоков ограничивает ветровые нагрузки в оставляемой на доращивание части древостоя.

Применима также технология разработки лесосеки с заездом харвестера на полупасеки (вариант 7), что может рассматриваться как вариант технологии с волоком посередине пасеки (вариант 5) с шириной пасеки до 30 м. Шаг примыкания заездов к волоку с каждой его стороны составляет 30 м. Заезды на смежных полупасаках смещены на половину шага примыкания (15 м), что обеспечивает досягаемость всех деревьев, подлежащих рубке на смежных полупасаках.

Эффективными технологиями являются также варианты 8-11, которые позволяют уменьшить общую длину пасечных волоков на лесосеке и увеличить ширину пасеки до 30-45 м, а также обеспечить условия для сохранения имеющегося подроста.

### **Сплошные рубки с предварительным лесовозобновлением**

При проведении сплошных рубок спелых и перестойных насаждений с наличием подроста предварительной генерации целесообразно применение технологии разработки лесосеки с размещением волока посередине пасеки (вариант 5). Данная технология заслуживает внимания не только возможностью сохранения значительной части подроста, но и тем, что она обеспечивает концентрацию порубочных остатков на волоках, что важно при слабой несущей способности почвогрунтов.

### **Сплошные рубки с последующим лесовозобновлением**

Такие рубки планируются при отсутствии на лесосеке подроста хозяйственно-ценных пород предварительной генерации либо при недостаточном его количестве для последующего лесовозобновления (при условии сохранения в процессе лесозаготовок). Наиболее приемлемые технологии для данных рубок предусматривают размещение волока по границе пасеки (вариант 4).

При использовании на валке деревьев бензиномоторной пилы, а на подвозке сортиментов форвардере при проведении сплошных рубок в спелых и перестойных насаждениях может найти применение технология разработки лесосек по варианту 2. Однако эта технология более трудоемка по сравнению с использованием на валке деревьев и раскряжевке хлыстов харвестера.

На лесосеках со слабой несущей способностью почвогрунтов в сырых и мокрых типах леса доминирующим способом очистки мест рубок в летний период является укладка порубочных остатков на волоках. При проведении рубок в зимний период при промёрзшем грунте порубочные остатки оставляют на перегнивание на месте срезания.

Предлагаемые сортиментные технологии позволяют значительно повысить лесоводственно-экологическую и экономическую эффективность лесосечных работ. Технологии (варианты 5, 7, 8 и 10) прошли широкую апробацию при проведении равномерно-постепенных рубок на 10 лесосеках общей площадью 385 га в ЗАО «Фанком», 2007 г. (стационар «Алапаевский»).

## Электронный архив УГЛТУ

Вместе с тем предлагаемые технологии отличаются не только возможностью сохранения лесорастительной среды, но и различной производительностью ( $\Pi$ ,  $\text{м}^3$ ) харвестера, которая рассчитывается по классической формуле

$$\Pi = (T_{см} - t_p) V_x / t_{ц} \quad (2)$$

где  $T_{см}$  – продолжительность рабочей смены, с;  
 $t_p$  – регламентированные простои (тех. обслуживание, отдых), с;  
 $V_x$  – средний объем ствола,  $\text{м}^3$ ;  
 $t_{ц}$  – продолжительность цикла, с.

Выполняя основные технологические операции по заготовке сортиментов в зоне действия манипулятора, харвестер находится на рабочей позиции. Производительность при работе по различным технологиям определяется изменением времени цикла за счет изменения сочетания различных операций (при работе по полному и неполному циклам), а также различных вариантов выполнения самих операций.

Приведенные ниже результаты расчетов производительности харвестера (табл.7) получены с использованием затрат времени на выполнение элементов цикла, установленных нами при выполнении хронометражных наблюдений за работой машин в ЗАО «Фанком» по различным технологическим схемам. Выделение элементов цикла в процесс фотохронометражных наблюдений позволило синтезировать циклы работ харвестера на лесосеке.

Таблица 7 – Производительность харвестера при работе по различным технологиям (вариантам),  $\text{м}^3$  за смену

Средний объем ствола, $\text{м}^3$	Волок посередине ленты (вар.5)	С заездами на полупасеки (вар.7)	С технологическим коридором (вар.8)	Работа харвестера в трех режимах (вар.10)
0,20	98,8	75,6	88,4	79,2
0,25	116,2	91,5	104,8	96,4
0,30	137,5	104,6	119,4	110,8
0,35	157,2	121,2	138,6	123,5
0,40	172,5	132,4	152,5	138,6

Очевидно, что работа по технологиям с меньшими производительностями может быть оправдана только ограничениями лесоводственно-технологического характера при невозможности их выполнения более производительными технологиями, либо по социальным критериям.

Опыт применения равномерных-постепенных рубок с использованием рекомендованных нами сортиментных технологий показал, что имеется незначительная доля повреждённых деревьев оставшихся на доращивание. Встречаются отдельные экземпляры подроста, которые или получили повреждение, или погибли. На слабopочных почвах образуются колеи, что, безусловно, является негативным фактором как из-за образования очагов эрозии и накопления в них воды, так и перерезания корневых систем остающихся древостоев.

## Электронный архив УГЛТУ

В данных условиях следует применять только машины на гусеничном ходу в весенне-осенний период.

В хозяйственно-экологическом отношении примененные варианты рубок по сортиментным технологиям позволили констатировать:

– диапазон применения сортиментных технологий природными условиями не ограничен;

– производительность труда в расчете на одного рабочего по сравнению со сплошнолесосечными рубками, выполненными по традиционной технологии, в 2,5 раза выше, а себестоимость 1 м<sup>3</sup> заготовленной древесины снижается примерно на 100 руб. (в современных ценах);

– производные разновозрастные березовые насаждения с участием хвойных пород в составе древостоев, молодняке и в подросте получили тенденции к трансформации в лиственно-хвойные или хвойные насаждения.

### Заключение

В последние десятилетия как на земном шаре в целом, так и на территории Российской Федерации в частности, наблюдается деградация лесов. Это объясняется целым рядом причин, одной из которых является доминирование сплошнолесосечной системы рубок спелых и перестойных насаждений. К сожалению, вызываемые сплошнолесосечными рубками негативные изменения лесорастительных условий затрудняют естественное лесовосстановление вырубок и снижают продуктивность новых поколений, даже не компенсируются проведением мероприятий по искусственному лесовосстановлению, что, в свою очередь, приводит к массовой смене коренных хвойных насаждений на производные мягколиственные. Положение может быть изменено заменой сплошнолесосечных рубок на более экологизированные постепенные рубки с применением как механизированных технологий, так и сортиментных. Однако опыт проведения данных рубок, в том числе и в условиях Свердловской области, не обобщен, а отдельные публикации не позволяют получить целостной картины об их лесоводственно-экономической эффективности.

Следует также учесть, что исследования по постепенным рубкам (да и другим выборочным способам) проводились по различным методикам и касались они не комплексной их эффективности, а отдельных её компонентов. В широкой практике постепенные рубки не применяются, оставаясь в стадии исследований. Эти обстоятельства и определили направление и объём наших исследований.

Анализ лесоводственной эффективности различных способов рубок выполнен на основе длительных (до 30 лет) стационарных исследований на пяти опытно-производственных стационарах.

Стационар «Тугулымский» заложен в подзоне предлесостепных сосново-березовых лесов, стационар «Североуральский» – в средней подзоне тайги, стационары «Полевской», «Уральский» и «Алапаевский» – в южной подзоне тайги.

## Электронный архив УГЛТУ

Насаждения опытно-производственных стационаров представлены сосняками разнотравного, ягодникового, брусничного и черничного типов леса и производными разновозрастными березовыми насаждениями с участием хвойных пород. В целом можно отметить, что опытно-производственные стационары достаточно репрезентативно представляют леса региона исследований.

На стационарах для сравнительного анализа применены равномерно-постепенный и сплошнолесосечный способы рубок. В качестве базового принят равномерно-постепенный как наиболее перспективный. Лесосечные работы выполнены как с применением традиционных технологий (стационары «Тугулымский», «Североуральский», «Полевской», «Уральский» и «Алапаевский»), так и сортиментных технологий с использованием машин харвестер и форвардер (стационар «Алапаевский»).

Из полученных результатов исследований вытекают следующие основные выводы.

1. Из исследованных способов рубок наиболее перспективен равномерно-постепенный. Этот способ в большей мере отвечает природе леса (в Уральском регионе в силу проведения в прошлом на большей части его территории 3-4 оборотов сплошных рубок сформированы в основном насаждения с разновозрастными древостоями) и интересам лесного хозяйства.

2. Равномерно-постепенный способ рубки обеспечивает повышение комплексной эффективности лесовыращивания при максимальном сохранении лесорастительной среды.

3. Древостои на равномерно-постепенную рубку реагируют активным повышением текущих приростов. По высоте, и по диаметру превышение приростов после рубок увеличивается в 1,2-1,5 раза по сравнению с контрольными (без рубок) древостоями.

4. Равномерно-постепенная рубка различной интенсивности в насаждениях изученных типов леса не вызывает чрезмерную ветровальность деревьев – она не превышает 4,5% от общего запаса деревьев, оставленных на доращивание.

5. Равномерно-постепенный способ рубки существенно улучшает санитарное состояние древостоев. На опытных участках доля ослабленных деревьев, оставленных на доращивание, в 2-3 раза меньше, чем в контрольных древостоях.

6. Доля поврежденных деревьев, оставленных на доращивание, ниже допустимой нормы (5% от общего числа деревьев); чем выше интенсивность рубки, тем меньше доля поврежденных деревьев.

7. В условиях средней и южной подзон тайги все опытные участки равномерно-постепенной рубки были обеспечены подростом предварительной и сопутствующей генераций. Однако в условиях сосняка разнотравного целесообразно проведение как до рубки, так и после неё мероприятий по содействию естественному лесовозобновлению в виде механической обработки почвы и вырубки мягколиственного подроста, а в отдельных случаях – ели и пихты.

## Электронный архив УГЛТУ

8. В подзоне предлесостепных сосново-березовых лесов естественные процессы лесовозобновления ослаблены. Сосняки сменяются на ель и мягколиственные породы. Поэтому в насаждениях, предназначенных к равномерно-постепенной рубке, где нет подроста предварительной генерации, обязательен набор мероприятий по содействию естественному лесовозобновлению. В данной подзоне и сосновые, и еловые насаждения по производительности близки, поэтому допустимо лесовозобновление как сосной, так и елью.

9. Наиболее ослаблены процессы естественного лесовозобновления в районе стационара «Алапаевский» (равнинное Зауралье). Здесь повсеместно наблюдается на местах рубок смена пород. Для обеспечения эффективной демутации насаждений необходимо выполнение полного набора мер содействия и в значительной части создание лесных культур.

10. Равномерно-постепенная рубка, вызывая увеличение прироста деревьев, повышает углероддепонирующую роль древостоев в зависимости от интенсивности рубки до 9% по отношению к контрольным участкам.

11. В подзонах средней и южной тайги лучший лесоводственный эффект достигается двухприемными, а в подзоне предлесостепных сосново-березовых лесов – трехприемными равномерно-постепенными рубками в сочетании в необходимых случаях с проведением мер содействия естественному сопутствующему лесовозобновлению.

12. Лесоводственная эффективность равномерно-постепенных рубок зависит главным образом от лесорастительной подзоны и типа леса. Чем выше ветровальность деревьев, слабее естественные потенции к лесовосстановлению и активнее процессы нежелательных смен древесных пород, тем осторожнее следует назначать интенсивность вырубki деревьев в каждый прием, повторяемость и общее число приемов. В процессе первого приема рубки желательнее удаление подроста лиственных пород и в отдельных случаях ели. Второй прием рубки следует назначать при наличии достаточного количества жизнеспособного подроста сосны через 3-4 года после первого приёма, а третий – через 5 лет после второго.

13. Наибольшую эколого-лесоводственную и хозяйственно-экономическую эффективность равномерно-постепенного способа рубки обеспечивают экологизированные сортиментные технологии лесосечных работ на базе машин харвестер и форвардер.

14. Исследованы и предложены производству 11 схем сортиментных технологий лесосечных работ, адаптированных к природным условиям Свердловской области.

15. Предложенные варианты сортиментных технологий наиболее приемлемы в группах типов лесов с устойчивыми почвами (брусничная, ягодниковая, разнотравная, липняковая и кисличная). В условиях переувлажнения (травяно-зеленомошная, крупнотравяно-приручьевая, долгомошно-хвощевая) целесообразно применение в весенне-осенний период технологий, обеспечивающих укрепление пасечных волоков порубочными остатками, а также ком-

## Электронный архив УГЛТУ

бинированных технологий, предусматривающих валку деревьев бензиномоторными пилами, а трелевку сортиментов форвардерами.

16. Набор экологизированных сортиментных технологий лесосечных работ позволяет выбрать тот вариант, который обеспечивает минимизацию экологического ущерба, наносимого природной среде, а также значительное снижение себестоимости заготовки обезличенного кубометра древесины и повышение производительности труда.

17. Предприятия, использующие равномерно-постепенный способ рубки спелых и перестойных насаждений с применением сортиментных технологий на базе машин харвестер и форвардер, обладают более высокой конкурентоспособностью и рентабельностью с сохранением лесорастительной среды в местах рубки. Так, внедрение предложенных рекомендаций рубок спелых и перестойных насаждений в ЗАО «Фанком» на площади 385 га полностью подтверждают положительные результаты исследований. В среднем себестоимость 1 м<sup>3</sup> заготовленной древесины уменьшилась на 100 руб. по сравнению с себестоимостью хлыстовых технологий лесосечных работ, а комплексная выработка на одного рабочего увеличилась в 4 раза. Производительность труда при этом выросла в 2,5 раза.

Таким образом, выполненные исследования и предложенные производству рекомендации по применению равномерно-постепенного способа рубки при придании соответствующих установок технической политике сырьевого лесопользования позволяют решить важную государственную задачу по повышению эффективности ведения лесного хозяйства.

**Основные результаты исследований изложены в следующих работах.**

### *Статьи в изданиях, рекомендованных ВАК:*

1. К вопросу о целесообразности применения операции подтрелевки при несплошных рубках / Э. Ф. Герц, В. А. Азаренок, Н. В. Лившиц [и др.] // Известия вузов. Лесной журнал. - 2002. - № 3. - С. 45-48.
2. Расчет ширины ленты, разрабатываемой манипуляторной полноповоротной лесозаготовительной машиной с учетом досягаемости деревьев / Э. Ф. Герц, В. А. Азаренок, Н. В. Лившиц [и др.] // Известия вузов. Лесной журнал. - 2002. - № 5. - С. 47-52.
3. Возрастная структура и строение березовых древостоев Среднего Урала / Л. А. Лысов, В. А. Азаренок, Ю. Н. Безгина [и др.] // Лесное хозяйство. - 2004. - № 4. - С. 14-15.
4. Азарёнок В. А. Природооадающие технологии в условиях интенсификации лесного комплекса / В. А. Азарёнок, Э. Ф. Герц, А. В. Мехренцев // Известия вузов. Лесной журнал. - 2005. - № 3. - С. 64-68.
5. Азарёнок В. А. Динамика поздней древесины хвойных пород после проведения несплошных рубок / В. А. Азарёнок, В. С. Яроцук, Ю. Н. Безгина. // Лесной вестник. - 2007. - № 8. - С. 103-107.

## Электронный архив УГЛТУ

6. Азарёнок В. А. Территориальное распределение углерода в лесных насаждениях России в свете обязательств по Протоколу Киото / В. А. Азарёнок, В. А. Усольцев // Лесной вестник. - 2008. - № 3 (60). - С. 5-7.
7. Азарёнок В. А. Система таксационных таблиц для подервного определения углерода в насаждениях лесообразующих пород Урала и Сибири / В. А. Азарёнок, В. А. Усольцев // Лесной вестник. - 2008. - № 3 (60). - С. 8-12.
8. Колтунова А. И. Расчет приходной части углеродного баланса при постепенных рубках древостоев основных лесообразующих пород / А. И. Колтунова, В. А. Азарёнок, В. А. Усольцев // Известия ОГАУ. - 2010. - № 3 (27). - С. 30-33.
9. Азарёнок В. А. Экологизированные технологии лесосечных работ / В. А. Азарёнок, С. В. Залесов // Лесной вестник. - 2011. - № 5. - С. 43-46.
10. Азарёнок В. А. Депонирование углерода при экологизированных рубках: совмещение ресурсной и биосферной функций лесов / В. А. Азарёнок, А. И. Колтунова, В. А. Усольцев // Аграрный вестник Урала. - 2011. - №4. - С. 53-54.
11. Азарёнок В. А. Алгоритм выбора технологии и системы машин для выполнения рубок / В. А. Азарёнок, Э. Ф. Герц, Ю. Д. Силуков // Аграрный вестник Урала. - 2012. - № 1. - С. 35-36.
12. Азарёнок В. А. Эффективность равномерно-постепенных рубок спелых и перестойных лесонасаждений / В. А. Азарёнок, Ю. Н. Безгина, С. В. Залесов. // Аграрный вестник Урала. - 2012. - № 8. - С. 58-61.
13. Азарёнок В. А. Сортиментная технология лесосечных работ при равномерно-постепенных рубках / В. А. Азарёнок, Э. Ф. Герц, С. В. Залесов [и др.] // Аграрный вестник Урала. - 2012.- № 8. - С. 51-54.
14. Азарёнок В. А. Сохранение лесорастительной среды при равномерно-постепенных рубках / В. А. Азаренко // Аграрный вестник Урала. - 2012. - № 9. - С. 37-38.
15. Азарёнок В. А. Экологизированные рубки спелых и перестойных насаждений в реализации концепции повышения защитных функций лесов / В. А. Азаренко // Аграрный вестник Урала. - 2012. - № 9. - С. 57-58.

### **Монографии:**

16. Азарёнок В. А. Экологизированные рубки леса: учеб. пособие / В. А. Азарёнок. - Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. акад., 1998. - 99 с. - ISBN 5-230-25637-0.
17. Азарёнок В. А. Сортиментная заготовка леса: учеб. пособие / В. А. Азарёнок, Э. Ф. Герц, А. В. Мехренцев. - Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. акад., 2000. - 130 с. - ISBN 5-230-25652-4.
18. Луганский Н. А. Лесоводство: учебник / Н. А. Луганский, С. В. Залесов, В. А. Азарёнок. - Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. акад., 2001. - 320 с. - ISBN 5-230-25678-8.

## Электронный архив УГЛТУ

19. Современные лесозаготовки. Техника и технологии: учеб. пособие / А. В. Жуков, А. С. Федоренчик, В. А. Азаренок [и др.] - Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2004. - 114 с.

### *Рекомендации производству:*

20. Временные рекомендации по рубкам главного и промежуточного пользования с применением многооперационных колесных машин и сортиментной технологии (для опытно-производственной проверки) / В. А. Азарёнок, Э. Ф. Герц, Г. А. Годовалов [и др.]. - Свердловск: УГЛТА, 1993. - 46 с.

21. Рекомендации по рубкам главного и промежуточного пользования в лесах Урала и Западной Сибири с заготовкой сортиментов многооперационными машинами / В. А. Азарёнок, Э. Ф. Герц, Г. А. Годовалов [и др.]. - Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. акад., 2000. - 32 с.

22. Рекомендации по рубкам главного и промежуточного пользования (в развитие и дополнение действующих Наставлений) / В. А. Азарёнок, Э. Ф. Герц, С. В. Залесов [и др.]. - Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2002. - 41 с.

23. Справочник сортиментных технологий заготовки древесины на базе многооперационных машин на территории Ханты-Мансийского автономного округа - Югры / С. В. Залесов, В. А. Азаренок, Э. Ф. Герц [и др.]. - Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2009. - 88 с.

24. Особенности рубок ухода на территории УрФО: метод. указ. / В. А. Азарёнок, С. В. Залесов, Е. П. Платонов [и др.]. - Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2009. - 44 с.

25. Лесоводственные требования к проведению рубок в спелых и перестойных насаждениях: метод. указ. / В. А. Азарёнок, В. В. Александров, Е. П. Платонов [и др.]. - Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2009. - 28 с.

26. Рекомендации по сортиментной заготовке древесины многооперационными машинами на территории Свердловской области / В. А. Азарёнок, С. В. Залесов, Э. Ф. Герц [и др.]. - Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2010. - 67 с.

### *Материалы конференций:*

27. Азарёнок В. А. Влияние равномерно-постепенных рубок в сосняках на ветроустойчивость и характер возобновления / В. А. Азарёнок, Ю. Н. Безгина, С. В. Залесов // Перспективы развития лесного и строительного комплексов подготовки инженерных и научных кадров на пороге XXI века: материалы междунар. научно-техн. конф. Ч 1. - Брянск: БГИТА, 2000. - С. 35-36.

28. Азарёнок В. А. Состояние естественного возобновления после несплошных видов рубок / В. А. Азарёнок, Ю. Н. Безгина, М. Р. Вафин // Леса Урала и хозяйство в них: сб. научн. тр. - Вып. 23. - Екатеринбург: УГЛТУ, 2003. - С. 162-165.

29. Результаты рубок главного пользования в предлесостепных сосново-березовых лесах Урала / В. В. Солодов, В. С. Ярошук, В. А. Азарёнок [и др.] // Материалы III всеросс. науч.-техн. конф. Ч. 2. - Екатеринбург: УГЛТУ, 2007. - С. 167-170.

## Электронный архив УГЛТУ

30. Результаты постепенных рубок в ельниках среднетаежной зоны / В. В. Солодов, В. С. Ярошук, **В. А. Азарёнок** [и др.] // Материалы III всеросс. науч.-техн. конф. Ч. 2. - Екатеринбург: УГЛТУ, 2007. - С.170-173.
31. Деponирование углерода в фитомассе лесопокрытых площадей Уральского региона / **В. А. Азарёнок**, В. А. Усольцев, Ю. В. Норицина [и др.] // Актуальные проблемы лесного комплекса. - Вып. 21. - Брянск: БГИТА, 2008. - С. 3-6.
32. Азарёнок В. А. Леса как главный компонент экологической безопасности РФ / В. А. Азарёнок, В. А. Усольцев // Материалы науч.-практ. конф. «Экологическая безопасность государств-членов Шанхайской Организации Сотрудничества» и X междунар. симпозиума и выставки «Чистая вода России». - Екатеринбург, 2008. - С. 9-16.
33. Азарёнок В. А. Экосистемные аспекты разных способов рубок и приходящая часть углеродного баланса в березовых древостоях / **В. А. Азарёнок** // Региональные проблемы природопользования и охраны окружающей среды: материалы науч.-практ. конф. - Курган, 2008. - С. 52-54.

### *Авторские свидетельства и патенты:*

34. А. с. 1821091. Способ разработки лесосеки при несплошных рубках / **В. А. Азарёнок**, Н. В. Лившиц, Э. Ф. Герц [и др.]. - опубл. 1993, Бюл. № 22.
35. Пат. 32357. Орудие для ухода за лесными культурами / **В. А. Азарёнок**, Г. М. Куликов, В. М. Шамрай [и др.]. - пат. на полезную модель; зарегистрирован в Гос. реестре полезных моделей РФ. 20.09.2003.
36. Пат. 33838. Орудие для ухода за лесными культурами / **В. А. Азарёнок**, В. М. Шамрай, Н. А. Стародубцев [и др.]. - пат. на полезную модель; зарегистрирован в Гос. реестре полезных моделей РФ. 20.11.2003.

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 № 835 Тираж 100.

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

A-1721