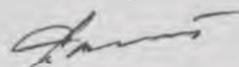


A
M18

Электронный архив УГЛТУ

На правах рукописи



Маленко Александр Анатольевич

**РОСТ И ПРОДУКТИВНОСТЬ ИСКУССТВЕННЫХ
НАСАЖДЕНИЙ В ЛЕНТОЧНЫХ БОРАХ
ЗАПАДНОЙ СИБИРИ**

06.03.02 – Лесоведение, лесоводство, лесоустройство
и лесная таксация

АВТОРЕФЕРАТ
на соискание ученой степени
доктора сельскохозяйственных наук

Екатеринбург – 2012

Электронный архив УГЛТУ

Работа выполнена в ФГБОУ ВПО «Уральский государственный
лесотехнический университет»

Научный консультант: доктор сельскохозяйственных наук,
профессор Залесов Сергей
Вениаминович

Официальные оппоненты: доктор сельскохозяйственных наук,
профессор Нагимов Зуфар
Ягфарович

доктор сельскохозяйственных наук
Чижов Борис Ефимович

доктор сельскохозяйственных наук,
профессор Хайретдинов Альфат
Фазлутдинович

Ведущая организация: ФГБОУ ВПО «Оренбургский госу-
дарственный аграрный университет»

Защита диссертации состоит 24 мая 2012 г. в 10⁰⁰ часов на заседа-
нии диссертационного совета Д 212.281.01 ФГБОУ ВПО «Уральский
государственный лесотехнический университет» по адресу: 620100,
Россия, г. Екатеринбург, Сибирский тракт, 36, УЛК-2, ауд. 320.

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

Автореферат разослан « ____ » _____ 2012 г.

Ученый секретарь диссертационного совета,

канд. с.-х. наук

А.В. Бачурина

Электронный архив УГЛТУ

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы. Одной из важнейших задач современного развития лесного хозяйства является своевременное и качественное воспроизводство лесов, сохранение их ресурсного, социального, экологического и биологического разнообразия. Решение поставленных задач возможно на основе внедрения научно-обоснованных региональных систем ведения лесного хозяйства, разработанных на принципах неистощительного и рационального лесопользования, улучшения качественного состава насаждений и повышения их продуктивности.

Реализация отмеченной проблемы особенно остро стоит для ленточных боров Западной Сибири, южная часть которых является границей естественного произрастания сосны обыкновенной и отнесена к зоне «сухого лесоводства».

Ленточные боры выполняют защитную роль в качестве природного форпоста на пути суховея из пустынь Средней Азии, смягчая климат прилегающих территорий, и служат важной сырьевой базой для малолесных районов степной Кулунды. Однако площадь этих уникальных лесов снижается, главным образом по причине лесных пожаров, периодически приобретающих катастрофические масштабы.

В целях предотвращения экологических последствий от крупных лесных пожаров необходимо провести скорейшее зарощивание гарей, применив наиболее рациональные приемы восстановления леса. Однако выращивание устойчивых высокопродуктивных искусственных насаждений должно базироваться на знании закономерностей их роста, поскольку только направленное вмешательство человека в жизнь леса может обеспечить выращивание нужных древостоев. Особенно актуально это для искусственных насаждений (Жуков, Бузыкин, 1977), отличающихся от естественных формирующихся древостоев целым рядом особенностей роста, обусловленных их происхождением.

Современная лесохозяйственная наука и практика располагает большим опытом по выращиванию лесных насаждений, в том числе с проведением рубок ухода. Однако ряд вопросов формирования устойчивых насаждений остается дискуссионным и требует дальнейшего изучения. Реализации этой задачи на примере искусственных насаждений ленточных боров Западной Сибири посвящена настоящая работа.

Цель и задачи исследования. Цель диссертационной работы – изучение роста и продуктивности чистых искусственных насаждений сосны, лиственницы и березы, а также в смешанных насаждениях этих пород в процессе естественного выращивания и под воздействием рубок ухода с разработкой на этой основе рекомендаций по формированию высокопродуктивных устойчивых насаждений в ленточных борях Западной Сибири.

В связи с поставленной целью конкретными задачами исследований были:



Электронный архив УГЛТУ

4

- исследовать процессы формирования, роста и структуры надземной фитомассы молодняков сосны;
- изучить рост и продуктивность искусственных насаждений сосны III-V классов возраста;
- исследовать рост, продуктивность и устойчивость лесных культур сосны, созданных посевом;
- изучить рост и продуктивность лесных культур различной густоты;
- изучить рост и продуктивность чистых по составу искусственных насаждений лиственницы, березы, тополя, а также в смешении их с сосной;
- исследовать влияние рубок ухода на экосистему сосновых молодняков, рост и продуктивность древостоев;
- разработать предложения по совершенствованию создания и выращивания искусственных насаждений в ленточных борах Западной Сибири с учетом подзонально-типологических особенностей;
- разработать рекомендации по проведению рубок ухода в культурах сосны обыкновенной.

Научная новизна. Впервые для ленточных боров Западной Сибири:

- обобщена информация о состоянии лесного фонда ленточных боров на всем их протяжении;
- изучены рост и формирование сосновых молодняков и разработаны нормативы по обоснованию срока проведения первого изреживания и назначения деревьев в рубку;
- произведена оценка фракционной структуры надземной фитомассы культур и естественных молодняков сосны на уровнях дерева и древостоя, а также составлены таблицы возрастной динамики первичной продукции культур и естественных древостоев для ленточных боров Прииртышья;
- установлены особенности роста и продуктивности искусственных насаждений сосны III-V классов возраста в условиях сухой, засушливой, умеренно-засушливой и колючей степи по способам (посадка, посев) и схемам посадки (рядовой, «квадратной» и гнездовой);
- изучены рост, строение, продуктивность и устойчивость разногустотных культур сосны рядовой и гнездовой посадки;
- изучены рост и продуктивность чистых по составу искусственных насаждений сосны, лиственницы, березы и тополя, а также в смешении этих пород с сосной на всем протяжении боров;
- получены новые данные по естественному возобновлению сосны под пологом хвойных и лиственных искусственных насаждений;
- изучено влияние двух приемов рубок ухода различной интенсивности на экосистему сосняков, прирост и производительность древостоев; разработаны нормативы по обоснованию нормы изреживания и повторяемости рубок ухода;
- исследовано влияние возраста и состояния культур сосны на живой напочвенный покров, в том числе под воздействием рубок ухода.

Электронный архив УГЛТУ

5

Практическая значимость работы. Итоги исследований могут рассматриваться как система лесоводственных мероприятий, направленных на повышение продуктивности лесных насаждений ленточных боров Западной Сибири.

Основные положения работы реализованы в нормативных документах по ведению лесного хозяйства в ленточных борах: «Рекомендации по технологии рубок ухода в равнинных лесах Казахской ССР» (1988), «Технические указания по проведению рубок ухода в культурах светлохвойных пород в ленточных борах» (2009).

Для ленточных боров Прииртышья разработаны и используются в лесохозяйственной практике и лесоустройстве: таблицы надземной фитомассы деревьев в естественных молодняках и культурах сосны; таблицы по динамике фитомассы для культур сосны и естественных молодняков ленточных боров (Нормативы для таксации лесов Казахстана, 1987). Данные по продуктивности сосновых молодняков включены в базу данных «Фитомасса лесов Северной Евразии» (Усольцев, 2001).

Основные положения диссертации отражены в опубликованном учебном пособии, а также включены в лекционные курсы ряда учебных дисциплин в области лесного дела.

Предмет защиты. На защиту выносятся:

- формирование, рост и структура надземной фитомассы сосновых молодняков;
- рост и продуктивность культур сосны III-V классов возраста в пределах природных зон, по способам (посадка, посев) и схемам создания (рядовая, «квадратная» и гнездовая);
- рост, строение, продуктивность и устойчивость разногустотных культур сосны рядовой и гнездовой посадки;
- рост и продуктивность чистых по составу искусственных насаждений сосны, лиственницы, березы и тополя, а также в смешении этих пород с сосной на всем протяжении боров;
- влияние рубок ухода на экосистему сосняков, прирост деревьев и древостоев, производительность древостоев.

Обоснованность выводов и предложений, сформулированных в диссертации. базируется на использовании обширного экспериментального материала и современных методов статистического анализа, системном подходе при содержательном анализе фактических материалов и интерпретации полученных результатов, реализации поставленных задач на уровне многофакторных регрессионных моделей.

Личное участие автора состоит в постановке проблемы, составлении программы и отработке методик исследований, организации и проведении работ от сбора экспериментального материала до анализа и обработки, обобщении и интерпретации полученных результатов, формулировке выводов и внедрении практических рекомендаций.

Электронный архив УГЛТУ

6

Апробация работы и публикации. Основные положения и результаты исследований представлялись и обсуждались на координационных совещаниях (Ивано-Франковск, 1987; Щучинск, 1991), международных (Барнаул, 2001, 2002, 2004, 2005, 2010; Щучинск, 2005, 2007; Саратов, 2007); всероссийских (Красноярск, 2005; Йошкар-Ола, 2008) конференциях и совещаниях.

Публикации. Основное содержание диссертации изложено в 45 публикациях, в том числе в 2 монографиях, 17 статьях в журналах из перечня ВАК.

Структура и объем диссертации. Диссертация изложена на 398 страницах машинописного текста, состоит из введения, 7 глав, общих выводов и рекомендаций производству и 23 приложений. Список использованной литературы включает 413 наименования, в том числе 27 иностранных. Текст иллюстрирован 86 таблицами и 54 рисунками.

Автор выражает искреннюю благодарность В.А. Усольцеву д.с.-х. н., профессору УГЛТУ за помощь в обработке материала по пятой главе.

1. ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ ЛЕНТОЧНЫХ БОРОВ

Ленточные боры Западной Сибири размещены на древних лощинах стока флювиогляциальных вод в степной части Обь-Иртышского междуречья. Общая площадь боров (на 01.01.2010) составляет 1905,4 тыс. га, из которых 53% расположены в Алтайском крае, 45,9% – в Республике Казахстан (ленточные боры Прииртышья) и 1,1% – в Новосибирской области.

Основной фон рельефа составляют повышенные бугристо-грядовые песчаные массивы, достигающие высоты 40 м, наиболее резко выраженные в юго-западной части боров. Гидрологическая сеть в борах развита слабо. Уровень грунтовых вод зависит от геоморфологических и рельефных особенностей и колеблется в пределах от 0,9 до 17 м и ниже (Гаель и др., 1962). В борах преобладают дерново-подзолистые почвы (Иванова, 1935; Адаменко, 1976; Карпачевский, 1981 и др.). Они имеют легкий механический состав, в котором преобладают фракции крупного и мелкого песка. Содержание илистой фракции – 8%, а гумуса не превышает 3% (Куприянов и др., 2003).

Боры на почти 400 км протяжении пересекают две природные зоны: сухую степь на каштановых почвах, степь и колочную степь на черноземах, а в пределах последней – две подзоны: засушливую и колочную степь (Александрова и др., 1958).

Климат окружающих боры степей резко континентальный. Средняя годовая температура воздуха колеблется от 3,3°C на юге боров до 0,1°C на севере. Амплитуда колебаний максимальных и минимальных температур в среднем составляет 37°C. Период со средней суточной температурой выше +5°C составляет в среднем 166 дней, а с температурой, превышающей +10°C – 132 дня.

Электронный архив УГЛТУ

7

Количество осадков является более изменчивой характеристикой климата ленточных боров, чем температура (Ревякин, Харламова, 2003), что оказывает непосредственное влияние на рост и продуктивность произрастающих лесов. Здесь выделяют две наиболее засушливые территории: юго-западные сухостепные районы (с годовым количеством осадков до 230 мм) и сухостепные районы Кулунды (осадков до 500 мм). Из годового количества осадков до 65% выпадает в течение вегетационного периода.

Средняя лесистость зоны ленточных боров Алтайского края составляет 18,3%. Она существенно колеблется по административным районам и уменьшается от юга к северу. Основной лесообразующей породой является сосна (87,6%), преобладают типы леса: сухой бор пологих всхолмлений (41,6%) и свежий бор (41,7%). Средний класс бонитета – II,5, полнота – 0,6, запас – 187 м³/га, прирост – 2,2 м³/га. Средние таксационные показатели насаждений по частям боров сильно различаются, а в целом повышаются с юга на север. Самые низкие таксационные показатели имеют боры Семипалатинского Прииртышья. Доля сосняков в площади насаждений этой части боров составляет 93,0%, из них сухих – 66,8%, класс бонитета – III,6, полнота – 0,5, запас – 129 м³/га, прирост – 1,7 м³/га.

Учитывая уникальность ленточных боров и большую их значимость как мощного средостабилизирующего и климаторегулирующего фактора на территории Западной Сибири, необходимо принять дополнительные меры не только по их сохранению, но и повышению устойчивости и продуктивности выращиваемых насаждений.

2. КРАТКИЙ ОЧЕРК ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА В ЛЕНТОЧНЫХ БОРАХ

Изучение ленточных боров Западной Сибири начинается со становления горнорудной промышленности. Однако развитие лесохозяйственной науки связано с открытием Лебяжинской ЛОС, результаты работы которой опубликованы в монографиях (1950, 1954, 1960, 1966 и др.). В последующем вопросами рационального ведения лесного хозяйства в борах занимались сотрудники Прииртышской ЛОС КазНИИЛХА.

История лесовосстановления в ленточных борах начинается с опытов академика К.Г. Лаксмана в 1766-1768 гг. по облесению вырубок и пустошей. В дореволюционный период отдельными лесничими энтузиастами было создано около 60 га лесных культур, незначительная часть которых сохранилась до настоящего времени. За период с 1938 по 1947 гг. в южной части ленточных боров Алтайского края, было заложено 7,3 тыс. га, а с 1959 по 2000 гг. – только в ленточных борах Алтайского края около 147 тыс. га лесных культур. В 80-е и последующие годы объемы работ по лесовосстановлению резко сокращаются, что обусловлено сокращением лесокультурного фонда. После крупных лесных пожаров 1997-1998 гг. в

Электронный архив УГЛТУ

8

Алтайском крае были проведены лесовосстановительные работы на площади 68,0 тыс. га.

История рубок ухода в ленточных борах Алтайского края получила свое развитие с 1934 г. и неразрывно связана с лесоустройством.

3. МЕТОДИКА, ОБЪЕКТЫ И ОБЪЕМ ИССЛЕДОВАНИЙ

Выполнение поставленных программой исследований задач осуществлялось стационарным и таксационно-статистическим методами. Закладка пробных площадей (ПП) и все работы по обмеру деревьев проводились в соответствии с общепринятыми в лесной таксации методиками (Третьяков и др., 1965; Захаров, 1967; Анучин, 1974; ОСТ 56-69-83) и дополнениями (Мошкалев, 1957; Макаренко, 1965, 1967, 1970).

Изучение роста и формирования молодняков проводилось на 7 специально заложенных ПП со сплошной рубкой 726 модельных деревьев. Дополнительно для различных целей было заложено 27 ПП и обмеряно 180 моделей. Динамика сомкнутости полога культур изучена на 16 ПП с определением координат и обмером радиуса кроны каждого дерева в 4-х направлениях с последующим построением планов проекций крон.

Для изучения структуры фитомассы и построения моделей ее возрастной динамики использованы данные 127 модельных деревьев с 14 ПП. Отбор и обработку модельных деревьев проводили по общепринятой методике (Молчанов, Смирнов, 1967). Динамика надземной фитомассы молодняков сосны ленточных боров Прииртышья составлена на основе таблиц хода роста сосняков региона (Справочник., 1980).

Исследования роста и продуктивности искусственных древостоев сосны III-V классов возраста, разной начальной густоты, схем и способов создания проведены на 120 ПП, с рубкой 250 моделей. Краевой эффект в гнездовых культурах разной начальной густоты изучен обследованием хорошо сохранившихся площадок с выраженным эффектом плотности и хорошо идентифицируемыми деревьями-лидерами.

Надземная фитомасса рядовых культур 69-73-летнего возраста с начальной густотой от 3,6 до 20,0 тыс. шт./га определена на 3 ПП по 21 модели, а в 59-летних культурах с начальной густотой от 4,0 до 40,0 тыс. шт./га – на 4 ПП (28 моделей).

Изучение роста и продуктивности чистых по составу искусственных насаждений лиственницы, березы и тополя и в смешении этих пород с сосной проводилось на 23 ПП, со взятием по 3 модели на породу.

Через экологический ряд сосново-лиственничных и сосново-тополевых культур проложен почвенно-геоморфологический профиль, на котором методом бурения (Роде, 1969) на 6 скважинах определена глубина залегания грунтовых вод и на 8 почвенных разрезах определены лесорастительные свойства почв. Объемный вес почвы определен на 14 разрезах (170 образцов почвы).

Электронный архив УГЛТУ

Рост и продуктивность древостоев сосны в режиме рубок ухода изучали на 19 ППП (67 секций), которые закладывались с учетом методических разработок Н.П. Георгиевского (1953), С.Н. Сеннова (1977), А.А. Кайрюкштиса, А.И. Юодвалькиса (1979), ОСТ 56-69-83. Через 10 лет после первого изреживания в древостоях проводили повторные рубки ухода, а через каждые 5 лет – повторные перечеты. Влияние интенсивности изреживания на прирост сосны по диаметру исследовалось по 1450 кернам. Запасы сосновых древостоев юго-западной и центральной частей боров рассчитывали по объемным таблицам ленточных боров Казахстана (Справочник..., 1980), а северо-восточной части боров – по объемным таблицам ленточных боров Алтайского края (1973).

Влияние рубок ухода на изменение экологических режимов под пологом древостоев проводили на 4 ППП (17 секций) в течение 5 лет. Произведены замеры: освещенности (Алексеев, 1963) более 15 тыс., температуры воздуха и почвы – 38 тыс., взято более 28 тыс. образцов почвы для определения влажности. Опад учитывали на 3 ППП (12 секций) в течение 4 лет (Сахаров, 1939), всего было взято более 3,3 тыс. образцов. Учет и описание живого напочвенного покрова (ЖНП) проводили стандартными геоботаническими методами (Понятовская, 1964; Воронов, 1983).

Исследования выполнялись в период с 1977 по 2010 гг. Большинство опытных объектов заложено в насаждениях, созданных в производственных условиях. Часть объектов представляет опытные варианты, заложенные в разные годы В.Е. Смирновым, Л.Н. Грибановым, В.В. Огиевским, а по рубкам ухода – А.А. Гурским.

Все собранные материалы обработаны математико-статистическими методами с использованием прикладных программ. Расчет показателей фитомассы на 1 га разнотравных культур выполнен регрессионным методом с использованием аллометрических уравнений с последующим расчетом ошибок определения запасов фитомассы.

4. ФОРМИРОВАНИЕ, РОСТ И НАДЗЕМНАЯ ФИТОМАССА СОСНОВЫХ МОЛОДНЯКОВ

Процесс формирования молодняков – важный этап становления древостоев, влияющий на внутри- и межвидовые отношения в ценозе, рост, развитие и в конечном итоге производительность древостоев и их хозяйственную ценность (Кузьмичев, 1979). В борах Прииртышья при наиболее распространенной схеме посадки 1,5×0,5-0,7 м полное смыкание крон в рядах наступает на 6-7-й год. В междурядьях кроны смыкаются на 9-10-й год при величине среднего диаметра кроны поперек ряда 1,46-1,58 м.

В культурах сосны с густотой 6-8 тыс. шт./га кульминация сомкнутости полога наступает в 10 лет, достигая величины 0,91. До 6-7-летнего возраста сомкнутость крон и сомкнутость полога имеют близкие значения. Интенсивное нарастание ветвей с возрастом приводит к резкому увеличе-

Электронный архив УГЛТУ

10

нию сомкнутости крон, достигающей максимума в 14 лет со значением 1,8 ед., приближаясь к естественным соснякам и лесным культурам Казахского мелкосопочника (Макаренко, Смирнов, 1973; Макаренко, 1978). Коэффициент перекрытия крон до 7 лет существенного влияния на формирование полога не оказывает. С возрастом он интенсивно увеличивается и достигает кульминации в 12 лет.

Одним из основных показателей, характеризующих рост дерева и древостоя, является прирост по высоте. Рассчитанные по уравнению (1) значения прироста свидетельствуют, об увеличении прироста по высоте (Zh) с возрастом культур (A) их высотой (H) и площадью крон деревьев (S):

$$Zh = a_0 + a_1A + a_2H - a_3A^2 - a_4S^2 + a_5AS - a_6HS \quad R = 0,905 \quad (1)$$

В сосновых молодняках I-II классов возраста прирост по высоте тесно связан с высотой дерева и протяженностью кроны. Рассчитанные по уравнениям (2-4) значения свидетельствуют, что, как правило, больший линейный прирост в молодняках I и II классов возраста имеют крупные деревья.

Для 14-летних культур сосны:

$$\ln zh_3 = a_0 + a_1 \ln D - a_2 \ln k_{кр} - a_3 \ln D \ln H + a_4 \ln H \ln k_{кр} \quad R = 0,924 \quad (2)$$

Для 31-летних культур сосны:

$$\ln zh_3 = a_0 + a_1 \ln D - a_2 \ln H - a_3 \ln k_{кр} + a_4 \ln^2 D - a_5 \ln D \ln H + a_6 \ln H \ln k_{кр} - a_7 \ln D \ln H \ln k_{кр} \quad R = 0,916; \quad (3)$$

Для 18-летних естественных сосняков:

$$\ln zh_3 = -a_0 - a_1 \ln D + a_2 \ln H - a_3 \ln k_{кр} - a_4 \ln H \ln k_{кр} + a_5 \ln D \ln H \ln k_{кр} \quad R = 0,907 \quad (4)$$

Кульминация прироста по высоте в культурах сосны I и II классов бонитета наступает в возрасте 10 лет (рис. 1). Варьирование возраста, в котором отмечен максимум прироста, составляет 13,6-24,5% (Маленко, 1993).

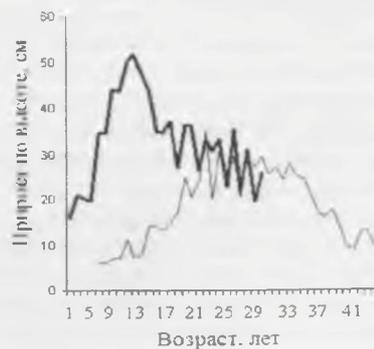


Рис. 1. Изменение текущего прироста сосны по высоте:
— лесные культуры;
— естественные древостои.

Электронный архив УГЛТУ

В естественных молодняках, кульминация прироста сосны в высоту наступает в 20 лет. В наиболее типичных лесорастительных условиях центральной части боров кульминация текущего прироста по высоте в культурах сосны наступает в 13 лет; в северо-восточной части боров – в 14-16 лет.

В сухих условиях боров Прииртышья в среднем 40% деревьев в культурах и 60% в естественных молодняках сохраняют ранг по высоте. Меняют ранг в культурах 25%, а в естественных насаждениях – 46% деревьев. Деревьев I и II классов роста не меняющих свой ранг в лесных культурах – 40%, повышающих ранг – 33% и снижающих его 12%, при соответствующих показателях в естественных молодняках (61, 10 и 10%). 34% деревьев III класса роста сохраняют свой ранг в культурах и 62% в естественных насаждениях.

Коэффициент дифференциации по высоте – vd (Макаренко, 1970) в лесных культурах 55,6-63,0% и естественных сосновых молодняках 55,8-110,5% наибольшего значения достигает в возрасте 3-4 года, затем снижается, достигая в культурах сосны умеренной величины (27%) после кульминации прироста (11 лет). В естественных сосняках период интенсивного роста деревьев в высоту более продолжителен, а vd достигает умеренной величины к 40 годам. В целом в борах Прииртышья дифференциация деревьев по высоте в молодом возрасте происходит вдвое интенсивнее в естественных насаждениях.

В сосновых культурах наибольшая масса хвои зафиксирована в возрасте 10 лет (14,4-16,8 т/га), в естественных молодняках – в возрасте 20-25 лет (18,4 т/га сырой массы). В этот период четко проявляется дифференциация деревьев по размерам и максимальный прирост по высоте. Удаление части деревьев в процессе рубок ухода в этот период позволяет преодолеть критическую фазу роста сосновых молодняков.

Данные по фракциям фитомассы деревьев аппроксимировались с применением уравнения (5) множественной регрессии общего вида:

$$\sqrt[3]{P} = a_0 + a_1d + a_2h + a_3d^2h + a_4hD^2 + a_5hD + a_6dD + a_7\frac{D^2}{h} + a_8H_{20} + a_9D$$

$$\lim d (1 - 22) \quad \lim h (1.6 - 16.8) \quad R > 0,96 \quad (5)$$

где P – фракции фитомассы, кг; d – диаметр дерева на высоте 1,3 м, см; h – высота дерева, м; D – средний диаметр древостоя, см; H_{20} – средняя высота древостоя в 20 лет, м.

Случайная ошибка определения фитомассы составила для хвои 11-13%, стволов – 4-6%, ветвей – 9-15% и отмерших сучьев – 7-12%.

Установлено, что в сосновых молодняках с увеличением диаметра деревьев масса ветвей и хвои возрастает и уменьшается при одинаковом диаметре с увеличением высоты. Продуктивность хвои возрастает с увеличением размера дерева. Масса хвои у деревьев одного размера в 10-15 лет

в культурах больше, чем в естественных сосняках, с возрастом эти различия сохраняются лишь у наиболее крупных экземпляров. При одинаковых средних высотах большая масса хвои, ветвей и отмерших сучьев отмечалась в древостоях высшей производительности. Доля стволов в общем балансе фитомассы с возрастом увеличивается, ветвей и хвои – уменьшается.

5. РОСТ И ПРОДУКТИВНОСТЬ ИСКУССТВЕННЫХ СОСНОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ СТАРШИХ ВОЗРАСТОВ

В условиях сухой степи наиболее благоприятные условия складываются в пологих понижениях свежего бора на черноземовидных почвах супесчаного механического состава с залеганием грунтовых вод (ГВ) на глубине 3-4 м, где формируются искусственные древостои Iа класса бонитета с запасами 500 м³/га в 70-летнем возрасте. Продуктивность сосны снижается до III класса бонитета с запасом до 270 м³/га на пологих всхолмлениях в сухих условиях на дерново-подзолистых почвах с залеганием ГВ на глубине 5-6 м (рис. 2).

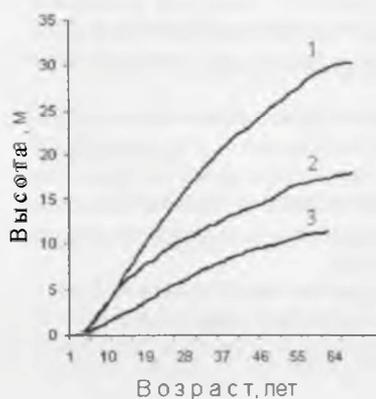


Рис. 2. Ход роста культур сосны в сухой степи:

- 1 – черноземовидные почвы, Iа кл. бонитета;
- 2 – дерново-подзолистые, III кл. бонитета;
- 3 – дерново-подзолистые, V кл. бонитета.

На высоких всхолмлениях и переходных к ним участках сухого бора рост культур сосны соответствует IV классу бонитета, с запасами 210 м³/га в 60-летнем возрасте. Самые жесткие условия складываются на вершинах высоких бугров и гряд, где культуры сосны формируются по V классу бонитета и в начале III класса возраста формируют запасы до 40 м³/га.

В зоне засушливой степи продуктивность лесных культур определяется прежде всего элементом рельефа на котором они созданы (табл. 1).

В условиях умеренно-засушливой и колочной степи на черноземовидных почвах в типе леса травяной бор, формируются сосновые древостои искусственного происхождения I-Iа классов бонитета с запасами 625 м³/га

Таблица 1 – Таксационная характеристика культур сосны в засушливой степи

№ ПП	Условия увлажнения	Элементы рельефа	Возраст, лет	Густота, тыс. шт./га	Средние		Класс бонитета	Полнота	Запас, м ³ /га	
					диаметр, см	высота, м			растущих деревьев	сухостоя
66	сухие	слабо всхолмлен.	75	2,8	17,5	22,8	I	1,66	696	45
60	сухие	вершина гривы	65	2,2	14,9	17,1	III	1,1	305	5
39	свежие	основание гривы	66	2,2	19,0	21,0	I	1,5	571	11

в 98-летнем возрасте. Культуры на дерново-подзолистых почвах в условиях сухого бора по полого всхолмленному рельефу формируются по II классу бонитета с запасами древесины 577 м³/га в 94-летнем возрасте.

Ряд исследователей (Векшегонов, 1953; Рубцов, 1956; Смирнов, 1958 и др.) считает «квадратные» посадки более совершенными, чем рядовые. Наши исследования показали, что уже в IV классе возраста различие по числу деревьев I и II классов роста по вариантам посадки сократилось до 1% (Маленко, 2009). Текущий прирост по высоте в «квадратных» посадках в начале III класса возраста стабилизировался, а в рядовых посадках резко увеличился (рис. 3). Другими словами, преимущества «квадратной» посадки оказались кратковременными.

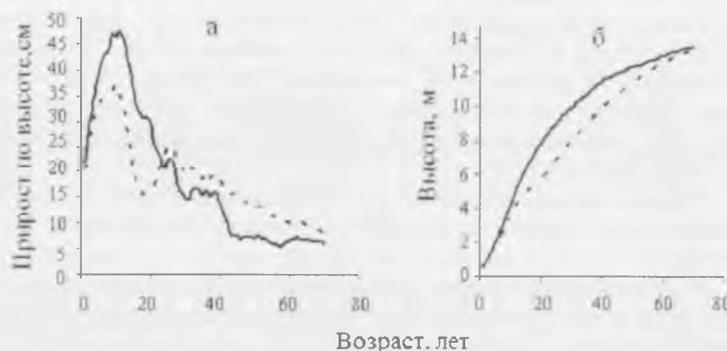


Рис. 3. Изменение текущих приростов (а) и ход роста по высоте (б) в культурах сосны при рядовой (ПП-98) и «квадратной» (ПП-97) схемах посадки:

— «квадратные» посадки; - - - - - рядовые посадки.

Электронный архив УГЛТУ

14

Вследствие сухости климата, бедности почвогрунтов и перегущенности культур «квадратной» посадки сосна в IV классе возраста сформировала тонкомерные стволы и снизила класс бонитета на две единицы (табл. 2). Существующее в 23-летнем возрасте различие (31%) в продуктивности культур «квадратной» и рядовой посадками (ПП-97 и ПП-98) сократилось до уровня точности определения запаса древесины (9 %) в 70-летнем возрасте.

Таблица 2 – Таксационная характеристика культур сосны рядовой и «квадратной» схем посадки (фрагмент)

№ ПП	Размещение посадочных мест	Возраст, лет	Густота, шт./га	Средние		Класс бонитета	Полнота	Запас, м ³ /га		Прирост, м ³ /га	
				диаметр, см	высота, м			растущих деревьев	сухостоя	средний	текущий
97	квадратное	23	7520	5,4	6,5	II	0,9	65	=	2,8	=
		70	5123	11,5	13,5	IV	1,7	362	13	5,1	6,3
98	рядовое	23	6740	4,9	4,9	III	0,75	45	=	2,0	=
		70	4542	11,6	13,6	IV	1,5	330	8	4,7	6,1

Примечание: в числителе – по данным В.Е. Смирнова, в знаменателе – по данным автора.

Создание лесных культур посевом в условиях сухой степи крайне сложно, поэтому большого внимания заслуживает опыт лесничего А.Л. Шанявского по созданию культур сосны с поливом. В 38-летнем возрасте посевы имели сохранность 5,4%, а продуктивность соответствовала II классу бонитета. В сложении древесного полога участвует 32% деревьев, в том числе 12% деревьев I и II классов роста по Крафту. Рост сосны характеризуется кульминацией прироста в возрасте 7 и 12 лет и последующим устойчивым снижением. При густоте 6,97 тыс. шт./га запас составил 292 м³/га (Маленко, 2008).

Прирост по высоте зависит от условий произрастания и способа создания культур, различаясь абсолютной величиной и сроками кульминации (рис. 4).

В целом культуры сосны, созданные посадкой имеют лучшие показатели роста и продуктивности, чем культуры сосны, созданные посевом (табл. 3).

В засушливой степи культуры сосны, созданные посевом, представлены опытами В.Е. Смирнова (1966), заложенными осенью 1934 г. В 23-летнем возрасте культуры характеризовались большой загущенностью (до 12-15 шт. на 1 пог. м) и преобладанием деревьев низших классов роста (65%). Ход роста по высоте характеризуется кульминацией прироста в

Электронный архив УГЛТУ

15

возрасте 14-15 лет (биологический) и отставанием от культур сосны, созданных посадкой в аналогичных условиях.

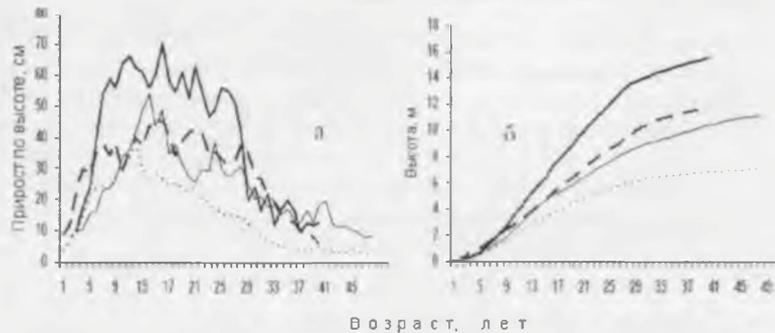


Рис. 4. Изменение текущих приростов (а) и ход роста по высоте (б) в культурах сосны:

сухие условия: – посев; ——— – посадка;
свежие условия: - - - - - – посев; ——— – посадка.

Таблица 3 – Таксационная характеристика культур сосны в сухой степи по способам создания

№ ПП	Условия роста	Способ создания	Возраст, лет	Густота, шт./га	Средние		Сумма площадей сечений, м ² /га	Класс бонитета	Полнота	Запас, м ³ /га	
					диаметр, см	высота, м				растущих деревьев	сухостоя
14	сухие	посев	48	16075	5,3	7,7	35,3	V	1,5	176	8
15		посадка	48	4664	11,0	12,4	44,7	III	1,4	282	12
44	свежие	посев	40	8454	7,3	12,6	35,8	II	1,2	247	8
45		посадка	40	1842	16,7	19,5	40,1	Ia	1,0	376	19

В 70-летнем возрасте культуры сосны, созданные посевом, имеют несколько лучшие средние показатели по диаметру и высоте, но уступают по продуктивности одновозрастным культурам сосны, созданным посадкой при меньшей густоте (табл. 4).

Культуры сосны в умеренно-засушливой и колочной степи представлены различными схемами посевов, которые были созданы в типе леса бор-зеленомошник (брусничник). Наибольший интерес представляют посевы сосны по 3 строчки в полосе, созданные по свежей гаре осенью 1937 г. Почва – темно-серая лесная с супесчаным механическим составом,

Электронный архив УГЛТУ

16

УГВ находится на глубине 2,8 м. Культуры в возрасте приспевания накопили довольно большие запасы (табл. 5).

Таблица 4 – Таксационная характеристика культур в засушливой степи по способам создания

№ ПП	Способ создания	Возраст, лет	Густота, шт./га	Средние		Сумма площ. сеч., м ² /га	Класс бонитета	Полнота	Запас, м ³ /га	
				диаметр, см	высота, м				растущих деревьев	сухостоя
62*	посев	23	15700	2,8	4,1	9,7	III	0,7	28	—
		70	1964	14,9	15,8	34,1	III,7	1,0	266	—
61**	посев	23	9470	3,9	5,2	11,3	III	0,6	35	—
		70	1411	14,8	15,7	24,3	III,7	0,7	188	0,2
33*	посадка	70	5347	11,8	14,8	58,2	IV	1,8	414	40
34**	посадка	70	3453	12,0	14,9	39,6	IV	1,2	300	9

Примечание: * – ширина междурядий 1 м; ** – ширина междурядий 2 м.

Таблица 5 – Таксационные показатели культур сосны в умеренно-засушливой степи

№ ПП	Способ создания	Условия роста	Возраст, лет	Густота, тыс. шт./га	Средние		Класс бонитета	Полнота	Запас, м ³ /га	
					диаметр, см	высота, м			растущих деревьев	сухостоя
20*	посев	Свежие	20	16,4	4,9	5,0	II	0,9	90	—
20			72	2,4	14,4	19,6	II	1,0	340	10
22	посадка	Сухие	70	4,0	14,3	19,2	II	1,7	558	13

Примечание: * – по данным В.Е. Смирнова

Вопрос густоты посадки лесных культур обсуждается с середины XVIII в. (Нартов, 1756 и др.) и до настоящего времени, остается одним из наиболее важных и в то же время неопределенных в лесоводстве.

Л.Н. Грибановым (1960) заложен уникальный алтайский густотный эксперимент в культурах сосны «местами» в сопоставлении с посадкой их рядами (табл. 6).

Таблица 6 – Характеристика густотного эксперимента, заложенного в 1948 г. Л.Н. Грибановым (по материалам Аскарлова, 1974)

№ варианта	Размер площадок, м	Число площадок, шт.		Число деревьев, шт.		Площадь участков по вариантам, га
		на участке	на 1 га	на 1 м ² площадки	на 1 га участка	
I	1×2	100	200	100	40000	1,7
II	1×2	90	200	50	20000	1,6
III	1×2	96	200	25	10000	1,6
IV	1×2	126	200	10	4000	2,1

Электронный архив УГЛТУ

17

Исследования показали (табл. 7), что наименее устойчивым в условиях сухой степи являются лесные культуры IV варианта. Специфика экологии сосны в этих условиях такова, что после засухи насаждения часто «возрождаются» путем восстановления вершины деревьев из наиболее развитой боковой ветви в мутовке (Нестеров, 1949; Чардымов, 1949 и др.).

Рядовые 56-летние культуры в условиях сухой степи продемонстрировали не только большую устойчивость, но и почти вдвое больший запас по сравнению с культурами местами.

Таблица 7 – Таксационная характеристика древостоев сосны в возрасте 21 и 56 лет по вариантам посадки

Таксационные показатели	Посадка местами по вариантам				Посадка рядами
	I (ПП-47)	II (ПП-48)	III (ПП-49)	IV (ПП-50)	
Начальная густота, экз./га	40000	20000	10000	4000	4000
Густота, экз./га	8440	6560	4088	1188	1464
	4270	3733	2883	1445	1370
Сохранность, %	21,2	32,8	40,8	29,7	36,6
	10,7	18,7	28,8	36,1	34,2
Средняя высота, м	5,1	5,1	5,9	6,4	5,5
	11,4	12,4	13,4	17,0	19,7
Средний диаметр, см	5,4	6,0	7,4	10,9	12,3
	9,1	9,8	11,2	16,7	22,0
Класс бонитета	III	III	III	III	III
	IV	IV	II	II	I
Площадь сечений, м ² /га	19,1	18,4	17,5	11,1	17,3
	27,85	27,94	28,4	31,5	54,04
Полнота	0,93	0,9	0,81	0,5	0,8
	0,96	0,94	0,91	0,89	1,41
Запас, м ³ /га	69	69	65	40	61
	194	199	210	256	469

Примечание: числитель – данные перечета в возрасте 21 года (Аскаров, 1974), знаменатель – данные перечета в возрасте 56 лет (автора).

Исследование краевого эффекта в гнездовых культурах сосны на первом этапе показало, что количество дефектных площадок увеличивается по мере снижения густоты посадки: от 6,2% при густоте 100 экз./м² до 31% при густоте 10 экз./м². Повышение сохранности деревьев по мере увеличения густоты посадки является в данном случае проявлением эффекта группы.

На втором этапе установлено, что независимо от густоты посадки лишь 8-12% лидирующих деревьев находятся внутри площадок, а в 88-92% случаев они размещены в периферийной части площадок, в том числе 38-50% – в крайнем ряду, 9-22% – в 30-сантиметровой периферийной полосе, 25-34% – по углам площадок (табл. 8).

A - WOT



Таблица 8 – Количественная характеристика хорошо сохранившихся площадок, включенных в анализ краевого эффекта

Варианты	Число обследованных площадок, шт.	Число лидирующих деревьев на площадках, экз./%	В том числе расположенных:			
			в крайних рядах	в 30-сантиметровой периферийной полосе	по углам площадок	внутри площадок
I	284	747/100	350/46,9	185/24,8	155/20,7	57/7,6
II	259	573/100	218/38,0	160/27,9	127/22,2	68/11,9
III	258	521/100	251/48,2	179/34,4	49/9,4	42/8,0
IV	187	469/100	236/50,3	123/26,2	58/12,4	52/11,1

В 56-летнем возрасте в гнездовых посадках сосны примерно в 90% случаев проявляется эффект плотности, когда межвидовая конкуренция уступает свою роль внутривидовой. Влияние межвидовой конкуренции в экотоне «биограмма – травяной ценоз», когда вертикальный профиль деревьев на площадке имеет выпуклую конфигурацию, проявляется лишь в 10% случаев. Выявленный феномен хорошо согласуется с одним из основных положений В.Н. Сукачева (1953, с. 41): «Внутривидовая конкуренция никогда не кончается уничтожением всех экземпляров данного вида на арене их взаимовлияний», и даже в условиях крайнего перегущения всегда выживают несколько «счастливых».

Исследование фитомассы рядовых разнототных культур (табл. 9) проводились по модельным деревьям, взятым в диапазоне ступеней толщины и пересчитанным впоследствии на абсолютно сухое состояние по уравнениям (6) и (7):

Таблица 9 – Таксационная характеристика культур сосны различной густоты

№ ПП	Возраст, лет	Густота, шт./га		Средние		Сумма площ. сечений, м ² /га	Полнота	Кл. бонитета	Запас, м ³ /га	
		начальная	текущая	диаметр, см	высота, м				живых деревьев	отмерших деревьев
33	73	20000	5343	11,8	15,3	58,5	1,7	IV	424,5	40,8
34	73	10000	3452	12,1	15,4	39,9	1,2	IV	309,4	8,9
32	69	3600	1371	17,2	16,8	31,9	0,9	III	259,4	2,4

$$\ln P_1 = a_0 + a_1 \ln D, \quad (6)$$

$$\ln P_{\text{Тот}} = -3,145 + 2,67 \ln D \quad (7)$$

Электронный архив УГЛТУ

19

где P_i – фитомасса i -й фракции (соответственно: P_F , P_{BR} , P_{ST} , P_{BAR} и P_{TOT} для хвои, ветвей, древесины ствола, коры ствола и общей надземной) в абсолютно сухом состоянии, кг; D – диаметр на высоте 1,3 м, см.

Далее в анализ констант уравнений (6 и 7) была включена густота древостоя N , экз./га:

$$\ln P_i = a_0 + a_1 \ln D + a_2 \ln N + a_3 \ln D \ln N, \quad (8)$$

Для оценки степени достоверности различия между тремя разногустотными древостоями были рассчитаны регрессионные уравнения двух видов:

$$H = -3,306 + 1,252X_1 + 1,378X_2 + 6,808 \ln D; \quad R^2 = 0,954; \quad (9)$$

$$H = -7,626 + 0,981X_1 + 1,213X_2 + 10,130 \ln D - 0,269D; \quad R^2 = 0,970; \quad (10)$$

где H – высота дерева, м; X_1 и X_2 – блок-фиктивные переменные (Дрейпер, 1973).

Из двух полученных уравнений (9) и (10) выбрано в качестве наиболее адекватного уравнение (11).

$$\ln P_i = a_0 + a_1 \ln D + a_2 H + a_3 H \ln D. \quad (11)$$

Результаты расчета фитомассы на 1 га по уравнениям (6), (7), (8) и (11) сведены в таблице 10.

Таблица 10 – Результат расчета фитомассы на 1 га по уравнениям (6), (7), (8) и (11) т/га

№ ПП	Густота древостоя, шт./га	P_F	P_{BR}	P_{ST}	P_{BAR}	P_{TOT}^*	P_{TOT}^{**}
Фитомасса, рассчитанная по уравнению (6)							
33	5343	10,4	10,2	157,0	12,5	190,1	191,5
34	3452	7,8	8,2	110,9	9,8	136,7	137,8
32	1371	7,9	9,3	96,6	8,2	122,0	122,2
Фитомасса, рассчитанная по уравнению (8)							
33	5343	10,5	10,3	156,5	12,7	190,0	190,4
34	3452	7,8	8,0	111,2	9,5	136,6	136,7
32	1371	8,0	9,3	96,5	8,3	122,1	121,6
Фитомасса, рассчитанная по уравнению (11)							
33	5343	10,1	9,9	163,4	13,4	196,8	198,3
34	3452	7,7	7,8	118,9	9,7	144,0	145,0
32	1371	7,3	7,8	96,1	7,5	118,7	119,0
Фитомасса, рассчитанная по уравнению (7)							
33	5343	–	–	–	–	–	171,4
34	3452	–	–	–	–	–	130,2
32	1371	–	–	–	–	–	128,6

Примечание: P_{TOT}^* и P_{TOT}^{**} – значения надземной фитомассы.

Ошибки значений фитомассы на 1 га (табл. 11), рассчитанных по уравнениям (7), (8) и (11) относительно таковых, рассчитанных по уравнению (6).

Электронный архив УГЛТУ

20

Таблица 11 – Ошибки значений фитомассы на 1 га, рассчитанных по уравнениям (7), (8) и (11) относительно таковых, рассчитанных по (6)

Ошибка определения, %	P_F , т/га	P_{BR} , т/га	P_{ST} , т/га	P_{BAR} , т/га	P_{TOT} , т/га
Ошибки расчетов, выполненных по уравнению (11) относительно таковых, выполненных по (9)					
Систематическая	+1,1	-0,73	-0,05	-0,1	-0,62
Случайная	0,22	2,4	0,30	2,6	0,16
Ошибки расчетов, выполненных по уравнению (7) относительно таковых, выполненных по (9)					
Систематическая	-5,2	-8,0	+3,6	-0,8	+2,1
Случайная	3,3	7,1	3,9	7,9	4,1
Ошибки расчетов, выполненных по уравнению (10) относительно таковых, выполненных по (9)					
Систематическая	-	-	-	-	-3,6
Случайная	-	-	-	-	8,0

Для расчета фитомассы групповых разнототных культур было использовано уравнение (8), как имеющее наименьшие смещения и случайные отклонения.

$$\ln P_i = a_0 + a_1 \ln D + a_2 \ln N + a_3 \ln D \ln N, \quad (8)$$

где N – текущая плотность древостоев культур, экз./га.

Результаты расчета фитомассы на 1 га по уравнениям (8) сведены в таблицу 12.

Таблица 12 – Результаты расчета фитомассы на 1 га древостоя по уравнениям (8) в возрасте 21 и 59 лет

№ варианта	Плотность древостоя, экз./га	Фитомасса, т/га					P_{TOT}^*	P_{TOT}^{**}
		P_F	P_{BR}	P_{ST}	P_B	P_{TOT}		
<i>Возраст 21 год</i>								
1	8440	3,47	4,15	15,7	3,36	26,7	26,8	
2	6560	3,44	4,20	15,6	3,42	26,7	26,8	
3	4080	3,40	4,24	15,3	3,53	26,4	26,5	
4	1188	2,19	2,85	9,42	2,65	17,1	17,1	
<i>Возраст 59 лет</i>								
1	4270	5,50	5,95	70,8	6,90	89,1	89,4	
2	3733	5,87	6,46	72,5	7,19	92,0	92,8	
3	2883	6,41	7,32	80,5	7,66	101,8	102,9	
4	1445	8,52	11,2	105,9	9,20	134,9	137,3	

Расчет ошибок определения запасов надземной фитомассы (табл. 13) показал «исчезающе» малые их величины, рассчитанные по обобщенному уравнению (8) относительно таковых, рассчитанных по уравнению (6).

В культурах сосны 40-48-летнего возраста в сухих и свежих условиях, созданных посевом, распределение деревьев по диаметру резко отлича-

Электронный архив УГЛТУ

21

ется от такового в культурах созданных посадкой. Максимальное количество деревьев приходится на ступень толщины меньше средней, ряды имеют положительную асимметрию, мода смещена влево от среднего дерева.

Таблица 13 – Ошибки значений фитомассы на 1 га, рассчитанных по уравнению (8) относительно таковых, рассчитанных по уравнению (6)

Ошибка определения, %	P_F	P_{BR}	P_{ST}	P_B	P_{TOT}
<i>Возраст 21 год</i>					
Систематическая	-0,01	0,17	-0,01	0,17	-0,004
Случайная	4,03	5,99	1,86	6,70	3,15
<i>Возраст 59 лет</i>					
Систематическая	-0,14	-0,95	0,04	0,04	0,002
Случайная	1,78	3,16	0,50	0,53	0,25

Противоположное в распределении деревьев по естественным ступеням толщины отмечается в культурах рядовой посадки такого же возраста. Здесь ряды распределения имеют положительную асимметрию, максимальное количество деревьев приходится на ступень среднего диаметра, а характер распределения деревьев по диаметру соответствует закону Гаусса.

В 70-летних культурах с густотой 1,4 тыс. шт./га отмечена отрицательная асимметрия. Максимальное число деревьев смещено на одну ступень в сторону толстомерных стволов, тогда как в культурах с густотой 3,4-5,3 тыс. шт./га оно сосредоточено в средних ступенях толщины. Характер распределения деревьев по ступеням толщины, приближенный к закону Гаусса сохраняется в посадках с меньшей густотой.

Местонахождение порядкового места среднего дерева в исследуемых культурах не подтверждает правило Вейзе для посевов и загущенных посадок в приспевающем возрасте. В культурах сосны «местами» распределение деревьев по диаметру имеет положительную асимметрию, максимальное количество деревьев приходится на ступень толщины меньше средней, мода смещена влево от среднего дерева.

Иной характер распределения деревьев по диаметру наблюдается в культурах гнездовой посадки наименьшей густоты (ПП-50) и рядовой посадки (ПП-51). В 56-летнем возрасте отрицательная асимметрия сохранилась в рядовых посадках. Здесь максимальное количество деревьев еще больше сместилось в сторону толстомерных стволов, тогда как в редких гнездовых посадках (ПП-50) максимум деревьев сосредоточено в средних ступенях толщины. Характер распределения деревьев по ступеням толщины, приближенный к закону Гаусса, сохранился лишь в рядовых посадках.

С целью статистической проверки предположения о влиянии конкуренции на точность оценки фитомассы нами в качестве третьего фактора в

регрессионное уравнение включено значение рассчитанного индекса конкуренции (CI).

$$\ln(Y) = a_0 + a_1 \ln D + a_2 \ln H + a_3 \ln CI, \quad (12)$$

где Y – надземная масса дерева (Pa), кг; ZG – годичный прирост площади сечения ствола, средний за последние 5 лет, мм^2 ; Zr – радиальный прирост ствола, мм.

Для каждой пробной площади рассчитано по 144 уравнений регрессии (3 зависимых переменных, 8 индексов конкуренции на 6 радиусах влияния), всего 2016, в том числе в культурах 1440 и в естественных сосняках 576 уравнений.

Составлены таблицы, в которых приведены диапазоны варьирования значений коэффициентов детерминации (R^2) и значимости переменной $\ln CI$ по критерию Стьюдента $t_{\text{факт}}$ в уравнениях (12). Установлено, что по мере удаления от центрального дерева по направлению радиуса влияния величины R^2 и $t_{\text{факт}}$ вначале увеличиваются, а достигнув максимального значения, снижаются, т.е. изменяются по колоколообразной кривой (рис. 5).

Эта связь описывается параболическими зависимостями:

$$R^2 = a_0 + a_1 Rinf + a_2 (Rinf)^2 + a_3 (Rinf)^3 \quad (13)$$

$$t_{\text{факт}} = a_0 + a_1 Rinf + a_2 (Rinf)^2 + a_3 (Rinf)^3 \quad (14)$$

Таким образом, величина оптимального значения радиуса конкурентного влияния на оценку точности каждого из трех исследованных продукционных показателей дерева составляет в естественных сосняках около 2 м и в культурах – около 3 м.

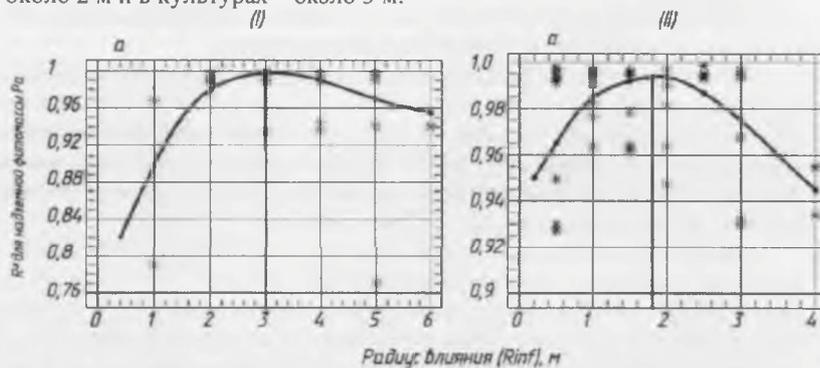


Рис. 5. Зависимость коэффициента детерминации уравнений (12) для надземной фитомассы (а), прироста площади сечения (б) и радиального прироста (в) деревьев от величины радиуса влияния в 20-летних культурах (I) и естественных сосняках (II) (фрагмент)

Исследования показали, что видовой состав ЖНП в наиболее старых посадках сосны (94-98 лет) в различных частях ленточных борах Западной Сибири значительно отличается. Ядро растительного покрова в культурах сосны Касмалинского бора в условиях травяного бора (Стрб) составляют три вида: коротконожка перистая (*Brachypodium pinnatum* (L.) Beauv.), чистотел большой (*Chelidonium majus* L.) и осока большехвостная (*Carex macroura* Meinsh.). Встречаемость остальных видов менее 30%. В Алеуском бору под пологом искусственного сосняка в типе леса сухой бор пологих всхолмлений (Сбп) преобладают два вида: брусника обыкновенная (*Vaccinium vitis-idaea* L.) и вейник наземный (*Calamagrostis epigeios* (L.) Roth). В очень жестких лесорастительных условиях боров Прииртышья, которые складываются на крупных дюнах и грядах (Сбв), под пологом сосновых культур преобладают два вида: осочка приземистая (*Carex supina* Willd. ex Wahlenb.) и полынь Маршалла (*Artemisia marschalliana* Spreng.). Обследованные участки отличаются параметрами ЖНП (табл. 14).

Таблица 14 – Параметры ЖНП в культурах сосны

Параметры структуры	Значение параметра по типам леса		
	Стрб	Сбп	Сбв
Проективное покрытие, %	60	10	5
Количество видов, шт.	18	8	8
Видовая насыщенность (число видов на 1 м ²), шт.	15,8	7,2	5,3
Ярусность (количество ярусов в травостое), шт.	3	1	1
Средняя высота, см	35	15	10

Различия в составе и структуре ЖНП объясняются как почвенно-грунтовыми условиями, так и влиянием древостоя. Более свежие и гумусированные почвы в Стрб в сочетании с низкой полнотой и значительной изреженностью древостоя благоприятствуют развитию ЖНП. Коэффициент флористического сходства Сьеренсена-Чекановского (Ks) между Стрб и Сбп имеет значение 0,2, а между Сбп и Сбв – 0,1, что свидетельствует о низкой степени сходства, т.к. пробные площади расположены в разных борных лентах ленточных боров и природных зонах.

ГЛАВА 6. РОСТ И ПРОДУКТИВНОСТЬ СМЕШАННЫХ ИСКУССТВЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ

Лиственница в условиях сухой степи на дерново-подзолистых и дерново-карбонатных выщелоченных почвах уступает в росте сосне обыкновенной и формирует менее продуктивные древостои (табл. 15).

Хорошим ростом характеризуется лиственница сибирская на малогумусных (южных) среднесуглинистых черноземах в условиях засушливой степи. В 55-летнем возрасте культуры имеют следующие

Электронный архив УГЛТУ

24

показатели: густота – 1,4 тыс. шт./га, средний диаметр – 22,0 см, средняя высота – 22,0 м, полнота – 1,3, класс бонитета – I-Ia, запас – 525 м³/га.

В Баевском отборке в условиях свежего бора 36-летние культуры лиственницы характеризуются следующими показателями: густота – 753 шт./га, средний диаметр – 16,4 см, средняя высота – 15,4 м, полнота – 0,5, запас – 128 м³/га, при показателях культур сосны: густота – 2,0 тыс. шт./га, средний диаметр – 15,3 см, средняя высота – 15,4 м, полнота – 1,1, запас – 293 м³/га.

Таблица 15 – Таксационные показатели культур лиственницы в сухой степи

Порода	Почвы	Возраст, лет	Густота, тыс. шт./га	Сохранность	Средние		Класс бонитета	Полнота	Запас, м ³ /га	
					диаметр, см	высота, м			растущих деревьев	сухостоя
Л	дерново-подзолистые	45	1,5	22	10,5	12,4	III	0,45	94	0,4
С		45	2,7	38	13,0	15,5	II	1,1	276	21
Л	дерново-карбонатная выщелоченная	46	4,1	31	9,0	11,3	III	0,9	155	–
С	дерново-подзолистые	47	4,9	52	13,4	16,0	II	1,9	521	–

Особый интерес представляют культуры лиственницы в Алеуской боровой ленте. В типе леса травяной бор по пологим понижениям на черноземах выщелоченных малогумусных лиственница рядовой посадки не уступает в росте сосне, формируя в 56-летнем возрасте менее продуктивное насаждение (табл. 16).

Таблица 16 – Таксационная характеристика 56-летних сосново-лиственничных культур

№ ПП	Порода	Сохранность, %	Густота, шт./га	Средние		Класс бонитета	Полнота	Запас, м ³ /га		Средний прирост, м/га
				диаметр, м	высота, м			растущих деревьев	сухостоя	
92	сосна	15,8	925	25,7	27,0	Ia	1,1	550	7,0	9,8
	л-ца	11,7	344	27,6	27,3	Ia	0,4	258	–	4,6
91	сосна	18,5	814	23,8	24,7	Ia	0,8	390	–	7,0
	л-ца	27,7	1218	13,6	16,6	II	0,5	131	I	2,4

Хорошим ростом обладает лиственница в культурах с порядным смешением с сосной и с березой в разнотравном типе леса на черноземах выщелоченных с погребенным гумусовым горизонтом на лессовидном

Электронный архив УГЛТУ

25

суглинке террасы Оби вблизи восточной границы Алеусского бора, однако при совместном произрастании сосна имеет преимущество в росте перед лиственницей (табл. 17). В березово-лиственничных культурах лиственница также уступает в росте березе, а ее запас составляет лишь 30% от общего.

Положительный опыт выращивания лиственницы посевом на темно-серых лесных среднесиловых легкосуглинистых почвах имеется в Барнаульском лесничестве. Культуры лиственницы, созданные ленточным посевом в возрасте 46 лет, представляют высокополнотное (1,9) насаждение с показателями: густота – 6,0 тыс. шт./га, средний диаметр – 11,4 см, средняя высота – 14,2 м, класс бонитета – II, запас – 396 м³/га.

Таблица 17 – Таксационная характеристика 47-летних культур

№ ПП	Порода	Густота, шт./га	Средние		Сумма площадей сечений,	Класс бонитета	Полнота	Запас, м ³ /га	
			диаметр, см	высота, м				растущих деревьев	сухостоя
102	сосна	741	26,4	22,3	40,4	Ia	1,0	388	–
	л-ца	551	19,2	19,4	16,0	I-Ia	0,4	140	24
	общее	1292					1,4	528	24
103	сосна	628	19,5	21,7	18,8	Ia	0,46	174	22
	л-ца	543	29,9	25,8	38,2	Ia	1,24	408	18
	общее	1171					1,7	582	40

В жестких лесорастительных условиях сухой степи на дерново-слабоподзолистых песчаных почвах сосна в культурах обладает устойчивым ростом, при среднем диаметре 12,3 см, средней высоте 13,3 м, в возрасте 46 лет имела запас 258 м³/га. В аналогичных условиях рост березы соответствует Va классу бонитета, при среднем диаметре 7,4 см и средней высоте 7,9 м запас составил 19 м³/га.

В подзоне засушливой степи, с более благоприятным режимом атмосферного увлажнения сохранность сосны снижается с повышением влажности почвы, а березы наоборот, увеличивается. Лучшая сохранность сосны (64%) отмечена на дерново-подзолистых почвах в сухих условиях, где береза отмирает, а сосна формирует древостой с запасом 186 м³/га в 52-летнем возрасте.

На дерново-подзолистых почвах в свежих условиях ПП-73, при близкой сохранности сосны и березы в 52-летнем возрасте (15 и 17%) береза уступает по высоте сосне на 2-2,5 м. В смешанном древостое с запасами 456 м³/га на долю сосны приходится 78% (табл. 18).

На черноземно-луговых почвах в свежих условиях береза имеет лучшие показатели в росте, чем сосна, но заметного влияния на сосну не оказывает. Здесь формируются высокопродуктивные древостой с запасами 432 м³/га и долей сосны 45%. В понижениях с избыточным почвенным увлажнением, вызванным более близким залеганием грунтовых вод, фор-

мируются чистые березняки. Взаимовлияние двух пород сохраняется в пределах узкой полосы по границе культур с прогалиной. Береза имеет больший средний диаметр, чем сосна и обгоняет сосну в росте на 2,5-3 м. Производительность древостоя составила 368 м³/га с долей сосны 10%.

Таблица 18 – Таксационные показатели сосново-березовых культур в возрасте 52 года

№ ПП тип леса	Порода	Густота, шт./га		Средние		Класс бонитета	Площадь поперечного сечения, м ² /га	Полнота	Запас, м ³ /га	Средний прирост, м ³ /га
		начальная	в возрасте исследования	диаметр, см	высота, м					
76 Сбп	сосна	7300	3363	10,6	12,3	III	29,5	1,0	186	2,8
	береза	1500	-	-	-	-	-	-	-	-
73 Свб	сосна	6800	1024	20,1	23,6	Ia	32,6	0,8	355	6,8
	береза	2200	366	19,3	20,7	I	10,7	0,4	101	1,9
	общее	9000	1390				43,3	1,2	456	
35 Свб	сосна	6200	508	21,2	23,4	Ia	17,9	0,4	195	3,8
	береза	2200	472	23,7	25,6	Ib	20,8	0,7	237	4,6
	общее	8,4	980				38,7	1,1	432	
36 Свб	сосна	6000	112	20,5	23,1	Ia	3,7	0,1	38	0,7
	береза	2200	496	26,9	26,1	Ib	28,1	0,9	330	6,3
	Общее	8,2	608				31,8	1,0	368	

Ход роста сосново-березовых культур по высоте (рис. 6) наглядно свидетельствует о лучшем росте в свежих условиях произрастания.

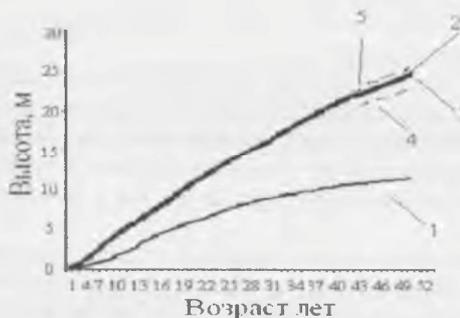


Рис. 6. Ход роста по высоте смешанных культур

— сосна: 1 – сухие условия, дерново-подзолистые почвы (ПП-76); 2 – свежие условия, черноземно-луговые почвы (ПП-35 и ПП-36); 3 – свежие условия, дерново-подзолистые почвы (ПП-73);
 - - - - - береза, свежие условия: 4 – дерново-подзолистые почвы (ПП-73); 5 – черноземно-луговые почвы (ПП-35 и ПП-36).

Электронный архив УГЛТУ

27

В северо-восточной части боров в условиях неустойчивого увлажнения культуры березы и сосны вдоль кромки боровой ленты на черноземовидных почвах с супесчаным механическим составом, приуроченных к типу леса травяной бор, формируют высокопродуктивные искусственные насаждения с лучшими показателями у сосны (табл. 19).

Таблица 19 – Таксационные показатели сосновых и березовых культур в начале Касмалинского бора

Порода	Условия	Почвы, рельеф	Возраст, лет	Густота, тыс. шт./га	Средние		Класс бонитета	Полнота	Запас, м ³ /га	
					диаметр, см	высота, м			растущих деревьев	сухостоя
С	свежие	дерново-подзолистые, ровный	21	3,4	10,8	11,1	1а	1,1	188	2
Б			24	2,6	9,5	10,7	1	0,7	109	4

В сухой степи культуры тополя, созданные посевом с поливом в промежуточных полосах между сосной, в 38-летнем возрасте имели густоту 2,0 тыс. шт./га при сохранности 5%. При среднем диаметре 6,4 см, средней высоте 7,7 м (V класс бонитета) и полноте 0,4 они накопили запас 29 м³/га, что меньше запаса культуры сосны в аналогичных условиях в 10 раз.

Жизнеспособность тополя и самосева сосны, появившегося под его пологом в количестве 2,7 тыс. шт./га в возрасте 6-8 лет, обеспечивается большей зимней влагозарядкой и лучшей сохранностью влаги в летний период. В малоснежную зиму 2007-2008 гг. в полосах тополя высота снежного покрова составила в среднем 31 см, что на 177% больше, чем под пологом сосны (17,5 см), а запасы воды в снеге – 57,6 мм под тополем, против 31,5 мм под сосной.

Сосново-тополевые культуры в зоне засушливой степи в блюдцеобразном понижении, на черноземно-луговых малогумусных, маломощных, слабокислых почвах в посадках полосного типа созданных по схеме С-С-Т-Т-С-С с густотой посадки сосны 2,5, тополя 1,5 тыс. шт./га сформировали высокопродуктивные древостои с общими запасами в 50-летнем возрасте 481 м³/га (табл. 20).

Смешанные культуры сосны с тополем в умеренно засушливой и колочной степи в типе леса – травяной бор на дерново-подзолистых песчаных почвах, сформировали менее продуктивное насаждение. В обоих случаях сосна оказалась продуктивнее тополя.

Таблица 20 – Таксационные показатели смешанных культур сосны с тополем

№ ПП	Порода	Возраст, лет	Сохранность, %	Густота, шт./га	Средние		Класс бонитета	Площадь поперечного сечения, м ²	Полнота	Запас, м ³ /га	
					диаметр, см	высота, м				растущих деревьев	сухостоя
30	сосна	50	29,6	740	21,2	24,3	Ia	26,1	0,6	286	–
	тополь	50	27,3	409	23,0	24,8	III	17,1	0,5	195	23
	итого			1149				43,2	1,1	481	23
29	сосна	61	14,6	932	19,2	22,4	I	26,9	0,7	303	1
	тополь	61	12,5	200	24,2	25,2	IV	9,2	0,2	111	6
	итого			1132				36,1	0,9	414	7

В посадках на черноземно-луговых почвах сосна в центральных рядах после контакта с тополем с 3-4-летнего возраста имеет наклон стволов в обратную от тополя сторону. Деревья сосны I класса роста по Крафту и усыхающие особи (Va класс роста) размещены в крайних рядах, а в рядах, контактирующих с тополем, преобладают ослабленные в росте особи. В центральном и крайних рядах преобладали тополя средних размеров (рис. 7).

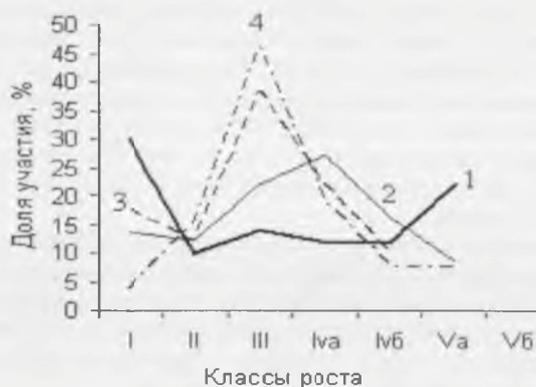


Рис. 7. Связь классов роста деревьев с порядком их размещением.
 сосна: 1 – 1-й и 7-й ряды; 2 – 2-й и 6-й; тополь: 3 – 3-й и 5-й, 4 – 4-й ряд.

Наибольшая сохранность сосны отмечена в крайних рядах. Здесь средний диаметр деревьев составлял 20,6 см при максимуме 36 см и превышал средний показатель (19,3 см) в рядах, граничащих с тополем.

Количество подроста сосны под пологом 25-летнего тополельника достигает 7,8 тыс. шт./га. Размещение подроста на площади неравномерное, описано уравнением (15):

$$\text{Proz} = 20,678 - 7,737 \ln(L) + 0,184L \quad R^2 = 0,957 \quad (15)$$

Стандартная ошибка – 1,11; L – расстояние от опушки культур тополя, м.

По мере удаления от источника обсеменения процесс естественного возобновления снижается (рис. 8).

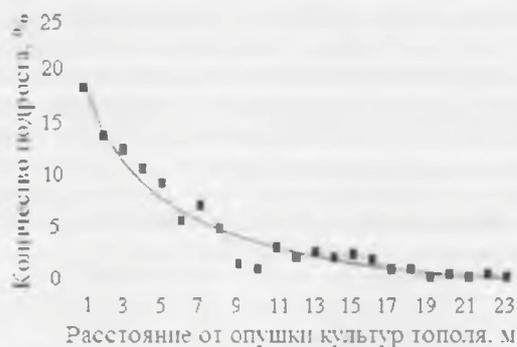


Рис. 8. Количество подроста сосны в культурах тополя

7. ВЛИЯНИЕ РУБОК УХОДА НА ЭКОСИСТЕМУ СОСНЯКОВ, ИХ РОСТ И ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ

Значительный вклад в теорию и практику рубок ухода внесли Г.Ф. Морозов (1928), Г.Р. Эйтинген (1934), Н.П. Георгиевский (1957), Л.А. Кайрюкштис (1959, 1969), Н.Т. Смирнов (1964, 1967), П.П. Изюмский (1969), А.М. Кожевников (1971, 1974), В.Г. Атрохин (1973, 1977), С.Н. Сеннов (1977, 1984), А.И. Бузыкин и Л.С. Пшеничникова (1980, 1981), З.Я. Нагимов (1984), С.В. Залесов, Н.А. Луганский (1989), С.В. Залесов и др. (2002) и др. Большое внимание уделяется проведению рубок ухода в искусственных насаждениях (Смирнов, 1960; Рубцов, 1964, 1969; Изюмский, 1970, 1975; Попов, 1972, 1980; Макаренко, Муканов, 2002 и др.). Однако несмотря на большую проделанную работу многие вопросы рубок ухода в ленточных борах требуют дальнейшего изучения.

Сомкнутость полога в культурах сосны после слабых и умеренных изреживаний восстанавливается в течение первых 5 лет, а при более сильных рубках – в течение 10 лет после рубок ухода. Прокладка технологических коридоров в культурах сплошного типа приводит к эллипсоидному

формированию кроны в первые 5-10 лет после рубки и более длительной жизни нижних ветвей у деревьев растущих вблизи их.

Рубки ухода оказывают существенное влияние на изменение элементов микроклимата под их пологом. Освещенность на прогалине в полуденные часы в июле достигает 55,5 тыс. люкс, а под пологом сосновых культур – 26-30% от полной. Изреживание от слабой до очень сильной интенсивности способствовало увеличению освещенности на 18-58%. Определяющее влияние на освещенность под пологом оказывает сомкнутость полога ($r = 0,98 - 0,99$). Спустя 2 года после рубки разница в освещенности сохраняется в древостоях, пройденных рубками умеренной и выше интенсивности, а спустя 5 лет – только очень сильной интенсивности.

Рубки ухода от слабой до очень сильной интенсивности, не оказали существенного влияния на увеличение температуры и относительной влажности воздуха, но способствовали повышению температуры верхних слоев почвы на 1,0-1,2°C в течение двух лет.

Рубки ухода от умеренной до очень сильной интенсивности в культурах сосны увеличивают запасы влаги в почве в течении 3-х лет, а в естественных молодняках – в течении 5-ти лет (табл. 21).

Таблица 21 – Мощность снега и запас влаги в сосновых молодняках на пятый год после изреживания

Секции	вырублено по запасу, %	Лесные культуры ППП-15				Естественные молодняки ППП-17				
		мощность, см		запас, мм		вырублено по запасу, %	мощность, см		запас, мм	
		M±m	t	M±m	t		M±m	t	M±m	t
A	0	31,7±0,24	–	64,7±0,48	–	0	30,9±0,18	–	52,6±0,32	–
B1	15,4	32,4±0,25	2,0	68,0±0,52	4,7	15,0	30,9±0,21	–	52,2±0,36	1,2
B2	25,9	35,1±0,29	9,0	75,1±0,62	13,3	22,4	32,0±0,38	2,6	59,8±0,7	11,9
B3	33,9	36,2±0,33	11,0	76,7±0,69	14,3	34,5	33,9±0,4	6,8	67,5±0,8	17,1

Наиболее благоприятные изменения микроклимата складываются в культурах сосны под влиянием рубок ухода интенсивностью до 35, а в естественных молодняках – от 20 до 30% по запасу.

В сосновых молодняках текущий прирост по диаметру возрастает с увеличением размера дерева, а у деревьев одного размера – с повышением интенсивности изреживания. После рубок умеренной интенсивности прирост по диаметру у лучших деревьев превышает таковой у деревьев на контроле в течение 8 лет, а после сильных и очень сильных рубок – в течение 10-12 лет. Рубки ухода способствовали увеличению среднего диаметра древостоя (табл. 22).

Таблица 22 – Динамика изменения среднего диаметра в культурах сосны под влиянием рубок ухода

После первого ухода				После второго ухода			
Интенсивность рубки по запасу, %	средний диаметр, см	через 5 лет, % от контроля	через 10 лет, % от контроля	интенсивность рубки по запасу, %	средний диаметр, см	через 5 лет, % от контроля	через 10 лет, % от контроля
0	7,5	100	100	0	10,0	100	100
25,0	9,0	128	124	20,6	13,1	125	116
35,9	10,3	207	184	9,9	15,4	150	137
42,8	10,	200	188	6,5	15,4	147	132

В лесных культурах и естественных насаждениях максимальные запасы древесины отмечаются на контрольных секциях. Восстановление запасов в естественных молодняках протекает менее интенсивно, чем в лесных культурах (табл. 23).

Таблица 23 – Изменение запасов в культурах сосны под влиянием рубок ухода

После первого ухода					После второго ухода		
Интенсивность рубки по запасу, %	до рубки % от контроля	после рубки, % от контроля	через 5 лет, % от контроля	через 10 лет, % от контроля	интенсивность рубки по запасу, %	через 5 лет, % от контроля	через 10 лет, % от контроля
0	100	100	100	100	0	100	100
15,4	96	81	83	89	22,2	78	75
25,9	89	66	70	77	17,8	72	69
33,9	104	68	79	85	14,0	82	80

Влияния интенсивности выборки по запасу на производительность древостоев по уравнению (16) парной связи показало, что интенсивность рубок ухода по запасу не влияет на общую производительность древостоев ($t_{\text{факт}}=0,34 < t_{0,5} = 2$ для первого приема; $t_{\text{факт}}=0,68 < t_{0,5} = 2$ для второго приема и $t_{\text{факт}}=0,69 < t_{0,5} = 2$ для совокупного результата по двум приемам).

$$M = a_1 + a_2 (\text{ПР}) + X \quad (16)$$

где M – общая производительность, $\text{м}^3/\text{га}$, ПР – интенсивность рубок ухода по запасу, %, X – бинарная переменная (для естественных сосняков $X=0$ и для культур $X=1$).

Рубки ухода в первое десятилетие после их проведения приводят к увеличению накопления надземной фитомассы на 1 га по сравнению с контролем (табл. 24). Особенно интенсивно накапливается масса хвои и ветвей на площадях с умеренным и сильным изреживанием.

Установлена зависимость массы опада от продуктивности насаждения и увлажненности года. До 62% годового количества опада приходится на конец лета – начало осени. Рубки ухода не оказали влияние на сроки поступления и фракционный состав опада. Связь массы опада с густотой

насаждения и сомкнутостью полога находится в пределах от значительной до очень высокой.

Таблица 24 – Надземная фитомасса сосновых культур пройденных рубками ухода, т/га

№ ППП	Интенсивность рубки	Масса всего, т	В том числе по фракциям							
			ствол		хвоя		ветви		сухие сучья	
			т	%	т	%	т	%	т	%
1	контроль	160,2	124,9	78,0	11,6	7,2	18,3	11,4	5,4	3,4
	умеренная	179,9	134,0	74,5	16,5	9,2	21,8	12,1	7,6	4,2
3	контроль	278,4	240,5	86,4	14,9	5,4	14,6	5,2	8,4	3,0
	слабая	285,3	247,0	86,6	16,0	5,6	14,6	5,1	7,7	2,7
	сильная	258,7	216,2	83,6	17,0	6,6	18,5	7,2	7,0	2,6
4	контроль	181,2	141,6	78,1	15,8	8,7	18,3	10,1	5,5	3,1
	слабая	207,1	160,1	77,3	17,8	8,6	22,6	10,9	6,6	3,2

Сухие и очень сухие лесорастительные условия, мощный слой лесной подстилки, высокая густота и полнота древостоев изначально не способствуют развитию ЖНП под пологом искусственных насаждений сосны. В большинстве случаев он отсутствует или сильно угнетен (проективное покрытие 0,5-5%), а обилие видов не превышает 10.

Проведение рубок ухода незначительно изменяют видовой состав и структуру ЖНП, а возникшие изменения, как правило, носят краткосрочный характер.

Лесные насаждения, расположенные на границе леса со степью, необходимо защищать от вторжения травянистой растительности созданием защитных полос шириной 10 м в естественных молодняках и 5-6 рядов в культурах сосны с регулированием в них густоты рубками ухода очень слабой интенсивности.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Формирование искусственных насаждений сосны происходит по закономерностям, свойственным естественным древостоям. Сосновые молодняки искусственного и естественного происхождения ленточных боров Западной Сибири по таксационным показателям и биопроductивности приближаются к высокопродуктивным древостоям других регионов РФ.

2. Формирование древесного полога культур сосны при наиболее распространенной схеме посадки 1,5×0,7 м завершается к 10 годам. Величина текущего прироста по высоте тесно связана с высотой дерева и протяженностью кроны. Период интенсивного роста культур сосны в высоту ограничивается периодом кульминации (10-16 лет), а в естественных молодняках продлевается до 40 лет.

3. Древесный полог искусственных и естественных молодняков формируется деревьями I-III классов роста и развития, сохраняющих и повы-

шающих ранг в процессе роста. Дифференциация деревьев по высоте наиболее сильно выражена в 3-4 года и уменьшается с возрастом.

С увеличением возраста молодняков фитомасса всех фракций возрастает, за исключением хвои. В культурах сосны максимум хвои накапливается к 10 годам (16,8 т/га сырой массы), а в естественных сосняках – в 20-25 лет (18,4 т/га сырого состояния). Со снижением производительности древостоев уменьшается доля массы стволов и увеличивается доля хвои и ветвей.

4. Культуры сосны «квадратной» схемы посадки в молодом возрасте имеют преимущество в росте и продуктивности перед культурами рядовой посадки. В приспевающем возрасте эти различия сглаживаются.

5. Рост и продуктивность культур сосны, созданных посевом в условиях сухой, засушливой и умеренно засушливой степи, уступают культурам, созданным посадкой.

6. Оптимальное значение радиуса взаимовлияния деревьев в естественных сосняках составляет 2 м, а в культурах сосны – 3 м.

7. Рядовые 56-летние культуры в условиях сухой степи характеризуются не только большей устойчивостью, но и почти вдвое большим запасом (469 м³/га) по сравнению с культурами местами (256 м³/га). Этим снимается противоречие в соотношении оптимизации густоты культур по устойчивости и продуктивности. В условиях сухой степи эти два оптимума расходятся и начальная густота, оптимальная с точки зрения устойчивости, не является таковой по показателю продуктивности.

8. Какой-либо закономерности в изменении местоположения деревьев-лидеров в гнездовых посадках в связи с густотой посадки нет. Независимо от густоты лишь 8-12% лидирующих деревьев находятся внутри площадок, а в 88-92% случаев они размещены в периферийной части площадок.

Наличие чашеобразного вертикального профиля деревьев на площадках свидетельствует о том, что в 56-летнем возрасте при гнездовых посадках сосны примерно в 90% случаев проявляется эффект плотности, когда межвидовая конкуренция уступает свою роль внутривидовой. Влияние межвидовой конкуренции в экотоне «биограмма – травяной ценоз», когда вертикальный профиль деревьев на площадке имеет выпуклую конфигурацию, проявляется лишь в 10% случаев.

9. При рядовой посадке сосны с густотой от 3,6 до 20,0 тыс. экз./га наиболее густые посадки имеют наибольшую фитомассу на единице площади. Перегруппировка древостоев по продуктивности в течение 70 лет не происходит.

10. При гнездовой посадке сосны с густотой от 4 до 40 тыс. экз./га наиболее густые посадки имеют наибольшую фитомассу на единице площади лишь до возраста 22-30 лет, после чего наступает перегруппировка

древостоев по продуктивности, а зависимость биопродуктивности от начальной густоты меняется на противоположную.

11. Средневозрастные и приспевающие культуры сосны рядовой посадки, с густотой от 1,4 до 4,6 тыс. шт./га в большей мере соответствуют закономерностям строения по диаметру нормальных насаждений. В загущенных культурах, включая посевы, это положение не подтверждается.

12. В сухой степи на дерново-подзолистых и дерново-карбонатных выщелоченных почвах лиственница сибирская уступает в росте и продуктивности местному экотипу сосны.

В засушливой степи культуры лиственницы на малогумусных (южных) среднесуглинистых черноземах формируют высокопродуктивные древостои I-а класса бонитета с запасом $525 \text{ м}^3/\text{га}$ в 55-летнем возрасте.

Посадки лиственницы в подзоне умеренно-засушливой и колочной степи не уступают в росте сосне, но формируют менее продуктивные древостои в связи с худшей сохранностью.

В пределах Алеусского бора лиственница в посадках на черноземах выщелоченных малогумусных не уступает в росте сосне по влажным понижениям, но формирует менее продуктивные древостои вследствие худшей сохранности.

13. В смешанных сосново-лиственничных и березово-лиственничных культурах на черноземах выщелоченных с погребенным гумусовым горизонтом лиственница в росте и продуктивности уступает сосне и березе.

14. Культуры березы в сухой степи на дерново-подзолистых почвах имеют неустойчивый рост и в большинстве своем распадаются.

В засушливой степи сохранность культур березы увеличивается с повышением влажности почвы, а сосны, наоборот, снижается. В свежих условиях на дерново-подзолистых почвах сосново-березовые культуры в 52-летнем возрасте имеют запас $456 \text{ м}^3/\text{га}$ с долей сосны 78%. Там же, на черноземно-луговых почвах, береза незначительно опережает в росте сосну, формируя высокопродуктивные древостои с запасами $430 \text{ м}^3/\text{га}$, с долей сосны 45%. Ухудшение гидрологического режима способствует отмиранию сосны и снижению продуктивности смешанных культур до $370 \text{ м}^3/\text{га}$, с долей березы 90%.

15. В благоприятных лесорастительных условиях северо-восточной части ленточных боров на черноземовидных почвах с суглинистым механическим составом сосна опережает в росте березу и в молодом возрасте формирует более продуктивные древостои. Под пологом березовых культур происходит успешное возобновление сосны, что может привести к смене древесных пород.

16. Опыт лесничего А.Л. Шанявского подтвердил возможность выращивания культур сосны и тополя посевом с поливом в крайне жестких лесорастительных условиях юго-западной части ленточных боров. В сложившихся условиях тополь значительно уступает в росте сосне, а его жиз-

неспособность обеспечивается большей влагозарядкой и рациональным использованием почвенной влаги в летний период. Под пологом тополя, создаются благоприятные условия для накопления подроста сосны.

В центральной и северо-восточной частях ленточных боров в условиях свежего бора на дерново-подзолистых и черноземно-луговых почвах сосна с тополем формируют высокопродуктивные древостои с запасами 415-480 м³/га, с долей сосны 59-73%. Естественное возобновление сосной успешно протекает под пологом чистых тополевых посадок в свежих условиях при наличии источника обсеменения. На состояние и рост соснового подроста в тополельнике оказывает влияние влажность почвы, которая пополняется за счет большего снегонакопления.

17. Освещенность под пологом слабо и умеренно изреженных насаждений восстанавливается до исходной в течение 5 лет. Увеличение запасов влаги в почве продлевается до трех-пяти лет. Влияние рубок ухода на повышение температуры и относительной влажности воздуха, а также верхних слоев почвы ограничивается одним годом.

18. Рубки ухода, снижая величину опада, не оказывают влияние на сроки его поступления. Двухприемные рубки снижают отпад в культурах сосны и естественных древостоях без строгой закономерности от интенсивности изреживания. Отпад происходил по низовому типу. Связь между размерами отмерших деревьев, повторяемостью рубок и возрастом древостоев не установлена.

19. Рубки ухода способствуют увеличению прироста деревьев и насаждений по диаметру и в ряде случаев по высоте. Четкой зависимости увеличения текущего прироста по запасу от интенсивности двух приемов рубок ухода не установлено. Равномерно-селективные и линейно-селективные двухприемные рубки ухода различной интенсивности на продуктивность искусственных и естественных древостоев ленточных боров влияние не оказали.

20. Рубки умеренной и сильной интенсивности способствуют увеличению массы хвои крупномерных деревьев и доли ее в общем запасе надземной фитомассы, а также увеличению накопления надземной фитомассы на 1 га. Наибольшая продуктивность хвои отмечена в насаждениях без ухода и снижается с увеличением интенсивности изреживания.

21. Ухудшение светового и водного режима с возрастом содействует развитию в посадках сосны мертвопокровной ассоциации, уменьшению видовой разнообразия и общего проективного покрытия ЖНП. Два приема рубок ухода незначительно изменяют видовой состав и структуру ЖНП.

Предложения производству

1. Проведение первого приема рубок ухода в культурах сосны следует приурочивать к возрасту кульминация текущего прироста по высоте.

2. В экстремальных условиях сухой степи возможно создание лесных культур сосны посевом с поливами на ограниченных площадях.

3. Выращивание культур лиственницы сибирской на дерново-подзолистых и дерново-карбонатных выщелоченных почвах в юго-западной части ленточных боров Западной Сибири бесперспективно.

4. Перспективно выращивание лиственницы в засушливой степи на малогумусных (южных) среднесуглинистых черноземах, а также в смешении с сосной и березой на черноземах выщелоченных малогумусированных и аналогичных им почвах (черноземно-луговые, темно-серые лесные среднетяжелые легкосуглинистые) по пониженным элементам рельефа при залегании грунтовых вод на глубине 3-4 м в северной и северо-восточной частях ленточных боров.

5. Перспективно создавать чистые по составу березовые и смешанные с сосной культуры в сухих условиях юго-западной и средней части ленточных боров.

Рекомендуется создавать чистые культуры березы и в смешении с сосной на черноземно-луговых почвах в понижениях между песчаными буграми.

6. Для средней и северо-восточной частей боров рекомендуется создание чистых березовых и смешанных с сосной культур с целью укрепления кромки бора за счет подроста сосны, который появляется под пологом березы.

7. Не следует создавать обширные посадки с участием тополя в пределах ленточных боров, особенно в юго-западной их части. Предпочтение следует отдать выращиванию чистых по составу культур сосны.

8. На черноземно-луговых почвах целесообразно создавать смешанные посадки сосны с тополем, используя мелиоративную роль тополя, направленную на интенсивное расходование почвенной влаги. Смешанные посадки необходимо создавать на малопродуктивных для лесовыращивания землях, повышая их продуктивность, а также при лесовосстановлении крупноплощадных гарей.

СПИСОК ОСНОВНЫХ РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК РФ:

1. Маленко А.А. Рост и продуктивность сосновых культур различной густоты в ленточных борах Алтая / А.А. Маленко, М.Е. Ананьев // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2007. – № 7 (45). – С. 16-19.

2. Парамонов Е.Г. Лесовосстановление на гарях в условиях сухой степи / Е.Г. Парамонов, С.Я. Ртищев, А.А. Маленко // Плодородие. – 2008. – № 1. – С. 34-35.

3. Маленко А.А. Оценка лесных культур сосны и тополя созданных посевом / А.А. Маленко // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2008. – № 10. – С. 21-24.

4. Маленко А.А. Оценка продуктивности и жизнеспособности смешанных культур в ленточных борах Алтайского края / А.А. Маленко // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2008. – № 11. – С. 37-43.

5. Маленко А.А. Перспективы выращивания сосны и березы в ленточных борах Алтая / А.А. Маленко, Е.И. Эбель // Аграрный вестник Урала. – 2008. – № 7. – С. 68-69.

6. Усольцев В.А. Изменение запаса углерода за последние десятилетия в лесном покрове таежной и степной зон / В.А. Усольцев, Е.В. Барановских, А.А. Маленко // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2008. – № 12. – С. 33-36.

7. Маленко А.А. Жизнеспособность квадратных и гнездовых посадок сосны в условиях сухой степи / А.А. Маленко // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2009. – № 2. – С. 27-30.

8. Ключников М.В. Рост культур лиственницы в Среднегорье Алтая / М.В. Ключников, А.А. Маленко // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2009. – № 6. – С. 31-34.

9. Терехов Г.Г. Влияние лесоводственных мероприятий на экологические условия в еловых культуриценозах Урала / Г.Г. Терехов, В.А. Усольцев, Н.А. Кряжевских, А.А. Маленко // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2009. – № 8. – С. 41-48.

10. Маленко А.А. Разногустотные культуры сосны в ленточных борах Алтайского края: фитомасса и ошибки ее определения / А.А. Маленко, В.А. Усольцев // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2009. – № 8. – С. 48-54.

11. Маленко А.А. Исследование краевого эффекта в гнездовых культурах сосны различной начальной густоты в Алтайском крае / А.А. Маленко, В.А. Усольцев // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2010. – № 4. – С. 51-56.

12. Маленко А.А. Лиственница сибирская в ленточных борах Прииртышья / А.А. Маленко // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2010. – № 6. – С. 47-50.

13. Маленко А.А. Особенности строения сосны по диаметру в посадках различной густоты / А.А. Маленко // Аграрный вестник Урала. – 2010. – № 8. – С. 60-62.

14. Семьшев М.М. Оптимальное расстояние конкурентного влияния «соседей» на продуктивность деревьев в искусственных и естественных сосняках / М.М. Семьшев, А.А. Маленко // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2010. – № 10. – С. 37-42.

15. Маленко А.А. Возрастное изменение фитомассы в разногустотных гнездовых культурах сосны Алтайского края и ошибки ее определения / А.А. Маленко, В.А. Усольцев // Вестник Марийского государственного технического университета. – 2010. – №3. – С. 38-47.

16. Маленко А.А. Влияние возраста древостоя на изменение живого напочвенного покрова / А.А. Маленко, А.А. Малиновских // Аграрный вестник Урала. – 2011. – № 10. – С. 28-30.

17. Макаренко А.А. Структура фитомассы молодняков сосны ленточных боров Казахстана / А.А. Макаренко, А.А. Маленко // Вестник сельскохозяйственной науки Казахстана. – 1984. – № 6. – С. 79-82.

Монографии и учебные пособия:

18. Парамонов Е.Г. Лесовосстановление на Алтае / Е.Г. Парамонов, Я.Н. Ишутин, В.А. Саета, М.В. Ключников, А.А. Маленко. – Барнаул: Изд-во «Дельта», 2000. – 312 с.

19. Парамонов Е.Г. Выращивание семян сосны в условиях сухой степи / Е.Г. Парамонов, М.Е. Ананьев, А.А. Маленко. – Барнаул: Изд-во АлтГУ, 2006. – 116 с.

20. Парамонов Е.Г. Основы лесопаркового хозяйства. Учебн. пособие / Е.Г. Парамонов, А.А. Маленко. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2007. – 170 с.

Другие издания:

21. Маленко А.А. Влияние интенсивности изреживания на состояние культур сосны / А.А. Маленко // Рациональные способы формирования насаждений и рубок главного пользования в лесах Казахстана. – Алма-Ата: Изд-во «Кайнар», 1983. – С. 31-41.

22. Маленко А.А. Рост и формирование сосновых молодняков ленточных боров Казахстана / А.А. Маленко // Рациональное ведение лесного хозяйства и защитного лесоразведения. Сб. науч. тр. КазНИИЛХА. – Алма-Ата, 1993. – С. 91-106.

23. Маленко А.А. Закономерности роста отдельных деревьев в процессе формирования сосновых насаждений южной части ленточных боров / А.А. Маленко // Восстановление нарушенных ландшафтов. Материалы IV науч.-практ. конф. – Барнаул: Изд-во АГУ, 2004. – С. 65-70.

24. Маленко А.А. Лесовосстановление обширных гарей в ленточных борах с применением новой технологии / А.А. Маленко // Восстановление нарушенных ландшафтов. Материалы IV науч.-практ. конф. – Барнаул: Изд-во АГУ, 2004. – С. 70-75.

25. Маленко А.А. Результаты 5-летних наблюдений за обрезкой крон проведенной в культурах сосны / А.А. Маленко // Ботанические исследования Сибири и Казахстана: Сб. науч. тр. – Барнаул: Изд-во АГУ, 2004. – Вып. 10. – С. 57-61.

26. Маленко А.А. Результаты разработки лесосек на рубках ухода с применением различных схем и оборудования / А.А. Маленко // Состояние и перспективы развития плодоводства, овощеводства и лесного хозяйства

Электронный архив УГЛТУ

Западной Сибири: Материалы науч.-практ. конф. – Барнаул: Изд-во АГАУ. 2005. – С. 248-257.

27. Маленко А.А. Рост и строение культур сосны и березы в южной части ленточных боров / А.А. Маленко, С.Я. Ртищев // Актуальные вопросы лесного хозяйства и озеленения в Казахстане. Материалы международн. науч.-практ. конф. «Воспроизводство лесов, лесоразведение, ландшафтная архитектура и озеленение г. Астаны: состояние, проблемы и перспективы» (10-12 августа 2005 г.). Алматы: Изд-во «Бастау», 2005. – С. 132-137.

28. Маленко А.А. Перспективы создания искусственных лесных насаждений в низкогорных условиях / А.А. Маленко, С.Я. Ртищев // Рельеф и природопользование предгорных и низкогорных территорий: Материалы междунар. науч.-практ. конф. (3-7 октября). – Барнаул, 2005. – С. 192-197.

29. Маленко А.А. Повреждение древостоя и почвы при рубках ухода в посадках сосны / А.А. Маленко, С.Я. Ртищев // Химико-лесной комплекс – проблемы и решения: Матер. науч.-практ. конф. (12-14 октября 2005). – Красноярск: Сиб.ГТУ. – 2005. – С. 193-196.

30. Малиновских А.А. Состояние живого напочвенного покрова в насаждениях сосны обыкновенной в Прииртышской части ленточных боров / А.А. Малиновских, А.А. Маленко, С.Я. Ртищев // Ботанические исследования Сибири и Казахстана. Вып. 12. – Кемерово: Изд-во «Ирбис», 2005. – С. 120-127.

31. Ртищев С.Я. Лесоводственная оценка способов лесовосстановления на гарях / С.Я. Ртищев, А.А. Маленко // Актуальные вопросы лесного хозяйства и озеленения в Казахстане. Материалы международн. науч.-практ. конф. «Современное состояние лесного хозяйства и озеленения в Республике Казахстан: проблемы, пути их решения и перспективы» (15-16 августа 2007 г.). – Алматы: Изд-во «Бастау», 2007. – С. 346-349.

32. Маленко А.А. Влияние технологических коридоров при рубках ухода на морфологию деревьев сосны / А.А. Маленко, С.Я. Ртищев // Актуальные вопросы лесного хозяйства и озеленения в Казахстане Материалы международн. науч.-практ. конф. «Современное состояние лесного хозяйства и озеленения в Республике Казахстан: проблемы, пути их решения и перспективы» (15-16 августа 2007 г.). – Алматы: Изд-во «Бастау», 2007. – С. 274-277.

33. Маленко А.А. Оценка жизнеспособности культур сосны и березы в условиях лесостепи / А.А. Маленко, С.Я. Ртищев // Эколого-технологические аспекты лесного хозяйства в степи и лесостепи. – Саратов: ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ», 2007. – С. 37-41.

34. Усольцев В.А. Культуры сосны разной густоты посадки и проблема ее оптимизации / В.А. Усольцев, А.А. Маленко // Ботанические исследования Сибири. Вып. 16. – Красноярск, 2008. – С. 136-164.

Электронный архив УГЛТУ

35. Маленко А.А. Распределение деревьев сосны по диаметру в культурах разной густоты / А.А. Маленко // Современные проблемы теории и практики лесного хозяйства. – Йошкар-Ола: Мар. ГТУ, 2008. – С. 219-222.

36. Малиновских А.А. Состояние растительного покрова в культурах сосны обыкновенной в ленточных борах Западной Сибири / А.А. Малиновских, А.А. Маленко // Аграрная наука – сельскому хозяйству. V международная научно-практическая конференция (17-18 марта 2010 г.). Кн. 3. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2010. – С. 575-578.

37. Маленко А.А. Технические указания по проведению рубок ухода в культурах светлохвойных пород в ленточных борах Алтайского края / А.А. Маленко, Е.Г. Парамонов, М.В. Ключников, С.Я. Ртищев // Технические указания. – Барнаул. Изд-во АГАУ, 2009. – 22 с.

A - 1707

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

Подписано в печать 25.01.2012. Объем 2 п.л. Заказ № Тираж 100.

620100 Екатеринбург, Сибирский тракт, 37. Уральский государственный лесотехнический университет. Отдел оперативной полиграфии.