

Чичкарев Александр Сергеевич

**ВОССТАНОВЛЕНИЕ ЛЕСНЫХ ФИТОЦЕНОЗОВ  
НА ПОЧВАХ РАЗЛИЧНОЙ ЛЕСОПРИГОДНОСТИ В УСЛОВИЯХ СТЕПИ  
ЮГО-ЗАПАДНОЙ СИБИРИ (НА ПРИМЕРЕ ЧУПИНСКОГО БОРА)**

4.1.6. – Лесоведение, лесоводство, лесные культуры, агролесомелиорация,  
озеленение, лесная пирология и таксация

Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата сельскохозяйственных наук

# Электронный архив УГЛТУ

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Алтайский государственный аграрный университет».

Научный руководитель: доктор сельскохозяйственных наук, доцент  
**Маленко Александр Анатольевич**

Официальные оппоненты: **Буряк Людмила Викторовна**, доктор сельскохозяйственных наук, доцент, «Центр лесной пирологии, развития технологий охраны лесных экосистем, защиты и воспроизводства лесов» – филиал ФБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства», лаборатория пирологии, главный научный сотрудник;

**Осипенко Алексей Евгеньевич**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет», кафедра лесоводства, доцент.

Ведущая организация: ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева»

Защита состоится 26.09.2024 в 12<sup>00</sup> часов на заседании диссертационного совета 24.2.424.02 на базе ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет» по адресу: 620100, г. Екатеринбург, ул. Сибирский тракт, 37, ауд. 401.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет» ([www.usfeu.ru](http://www.usfeu.ru)).

Автореферат разослан « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2024 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета  
канд. с.-х. наук, доцент

Магасумова  
Альфия Гаптрауфовна

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы исследования.** В степных районах Юго-Западной Сибири в настоящее время еще сохранились отдельные островки (рефугиумы) сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.), некогда занимавшие обширные территории (Месед, 1934; Грибанов, 1954, 1960), а в настоящее время представляющие уникальные природные объекты (Милютин, Новикова и др., 2013). В Алтайском крае таким объектом является Чупинский бор, площадь которого еще в начале XVIII века составляла около 10 тыс. га. Сокращению его площади способствовали массовая бесстемная вырубка леса, степные пожары, нерегулируемый выпас скота, засухи и суховеи, приведшие к перемещению почвы, образованию котловин выдувания и песчаных наносов. В результате бесхозяйственной деятельности площадь бора сократилась в десятки раз и в начале 1950-х гг. уже составила 326 га, в т.ч. сосны – 253 га. Во избежание негативных последствий ветровой эрозии, на месте утраченных лесов и прилегающих к борам землях сельскохозяйственного назначения стали создаваться защитные лесные насаждения, преимущественно сосны. За последние 40 лет здесь было создано около 4 тыс. га новых преимущественно сосновых насаждений. Несмотря на большую значимость Чупинского бора, он долгие годы оставался неизученным.

В этой связи, актуальной проблемой является совершенствование агротехники создания и выращивания искусственных насаждений на основе изучения приживаемости, роста и продуктивности древостоев хвойных пород в степи с целью повышения их устойчивости.

**Степень разработанности темы исследования.** Проблемой роста, устойчивости и продуктивности искусственных насаждений хвойных пород в степи, занимались многие исследователи (Длатовский, 1843; Морозов, 1926; Кузнецов, 1928; Голубинский, 1934; Сукачев, 1938; Ахромейко, 1950; Молчанов, 1952; Бальчугов, 1953; Иваньков, 1958; Четин, 1958, 1961; Крылов, 1961; Харитонович, 1961; Брысова, 1962; Морозов, 1962; Павлова, 1963; Крылов, Габеев, 1965; Ахмеров, 1967; Воронков, 1967; Габеев, 1968; Гаель, 1971; Таран, 1973; Кузнецов и др., 1976; Берников, Зайков, 1977; Бабенко, Коробов, 1978; Бирюков и др., 1979; Атрохин, 1980; Ерусалимский, 2005; Чефранова, 2015; Осипенко, 2016; Осипенко, Залесов, 2017; Гоф и др., 2019; Иозус, Завьялов, Бойко, 2019; Бурдучкина, 2020; Копытков, Боровков, Таирбергенов, 2021; Турчина, 2022; Измайлова, 2023; Казаков, Проказин, Мартынюк, 2023) и др. Автором продолжены исследования, направленные на изучение приживаемости, роста, устойчивости и продуктивности искусственных насаждений хвойных пород на почвах различной лесопригодности в степи Юго-Западной Сибири.

Диссертация является законченным научным исследованием.

**Цель и задачи исследования.** Цель исследования – изучение особенностей роста, устойчивости и продуктивности искусственных насаждений хвойных пород в степи Юго-Западной Сибири и разработка рекомендаций по созданию и выращиванию искусственных древостоев на основе проведенных исследований.

В соответствии с поставленной целью исследований были сформулированы следующие задачи:

– обобщить опыт искусственного лесовыращивания и особенности восстановления лесных фитоценозов в степи;

- изучить физико-химические свойства почв и их пригодность для выращивания насаждений хвойных пород;
- оценить степень развития живого напочвенного покрова и его влияние на высаженные сеянцы сосны;
- изучить рост и формирование лесных культур с закрытой и открытой корневой системой (далее – ЗКС и ОКС) в стадии приживаемости и индивидуального роста;
- изучить рост, формирование, продуктивность и устойчивость искусственных и естественных древостоев, на почвах различной лесопригодности;
- оценить структуру и массу наземных лесных горючих материалов (далее – НЛГМ)
- разработать рекомендации по повышению лесокультурной и лесоводственной эффективности создания и выращивания пожароустойчивых искусственных насаждений.

**Научная новизна.** Впервые для лесов исследуемого объекта обобщена информация о состоянии лесного фонда за последние 70 лет; дана оценка физико-химическим свойствам почв на их пригодность для выращивания насаждений хвойных пород; определена степень развития живого напочвенного покрова и его влияние на высаженные сеянцы сосны; получены данные о приживаемости и росте сеянцев сосны с ЗКС и ОКС, а также формирование древесного полога и корневой системы в первые годы роста культур; изучены рост по основным таксационным показателям, формирование древесного полога, изменение таксационных показателей в культурах сосны разных схем и густоты посадки; получены данные о продуктивности и устойчивости искусственных и естественных древостоев, на почвах различной лесопригодности; дана количественная и качественная оценка наземным лесным горючим материалам на покрытых и непокрытых лесом землях, оказывающих влияние на горимость лесов.

**Теоретическая и практическая значимость работы** состоит в получении новых данных, расширяющих возможность выращивания лесных культур посадочным материалом с ЗКС и ОКС в различных почвенных условиях; получены данные о закономерностях формирования древесного полога, роста древостоев по основным таксационным показателям; выявлены перспективы выращивания устойчивых и высокопродуктивных насаждений хвойных пород на почвах различной лесопригодности; установлены количественные и качественные показатели наземных лесных горючих материалов, определяющих горимость лесов.

Разработанные на основе полученных результатов предложения послужат основой проектов создания лесных культур на почвах различных категорий лесопригодности с обоснованием ширины междурядий и густоты посадок. Выявленные закономерности роста древостоев будут учтены при разработке технических указаний по проведению рубок ухода в искусственных насаждениях сосны. Количественные и качественные характеристики наземных лесных горючих материалов лягут в основу проекта противопожарного обустройства лесов Чупинского бора. Практические результаты исследований могут быть использованы в лесах в других регионах с близкими лесорастительными условиями.

**Методология и методы исследования.** В работе использованы апробированные методики, применяемые в лесокультурном деле (Огиевский, Хиров, 1964; Оги-

евский, 1966), метод пробных площадей (ПП) (Анучин, 1982; ОСТ 56-69-83) и методических доработок (Бунькова и др., 2011; Данчева, Залесов, Попов, 2023).

Математическая обработка данных проводилась с помощью программ Statistica 12.0 и Microsoft Excel 2013. При аппроксимации опытных данных для построения кривых хода роста древостоев применялись уравнения Теразаки (Кузьмичёв, 1977).

Работа была выполнена при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-34-90038/20 от 18.06.2020 г.

#### **Положения, выносимые на защиту:**

1. Влияние физико-механические свойства почвы на приживаемость, рост и формирование лесных культур в возрасте приживания и индивидуального роста;
2. Влияние живого напочвенного покрова на приживаемость и рост культур;
3. Влияние лесорастительных условий на таксационные показатели и рост сосны по диаметру, высоте и объему;
4. Влияние глубины залегания карбонатного горизонта на состояние и продуктивность древостоев сосны;
5. Влияние массы напочвенных лесных горючих материалов на степень потенциальной пожарной опасности.

**Достоверность и обоснованность результатов научного исследования.** Данное исследование базируется на системном подходе и большом объеме собранных данных. При сборе полевого материала с помощью наземных методов обследования лесов, использовании современного программного обеспечения, методов статистического анализа при обработке материала и обобщения литературных и экспериментальных данных, что в полной мере подтверждает его достоверность.

**Апробация результатов исследования.** Результаты исследований были доложены на XV-XVIII междунар. науч.-практ. конф. «Аграрная наука – сельскому хозяйству» (г. Барнаул, 2020-2023 гг.), III межрегион. науч.-практ. конф. (с междунар. участием) «От биопродуктов к биоэкономике» (г. Барнаул, 2019 г.), XXI междунар. конф. молодых учёных «Леса Евразии – Большой Кавказ» (г. Махачкала, 2022 г.); XX всерос. (нац.) науч.-техн. конф. «Научное творчество молодежи – лесному комплексу России» (г. Екатеринбург, 2024 г.); XXI Всерос. науч.-практ. конф. «Молодые учёные России» (г. Пенза, 2024 г.); междунар. науч.-практ. конф. «Вклад молодых ученых в аграрную науку» (г. Самара, 2024 г.).

**Личный вклад автора.** Автор принимал непосредственное участие на всех этапах проведения работы: постановке целей и задач, разработке программы исследования, изучении и систематизации архивных материалов, проведении полевых изысканий, обработке полевого материала, подготовке выводов и предложений производству, подготовке научных публикаций, написании диссертации и автореферата.

**Публикации по теме научного исследования.** Основные положения работы опубликованы в 11 статьях, 3 из которых размещены журналах, входящих в перечень ведущих рецензируемых научных журналов ВАК РФ и рекомендованных по научной специальности 4.1.6., 1 статья – в изданиях, индексируемых в БД Scopus.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация состоит из введения, 6 глав, заключения, предложений производству, библиографического списка и приложений. Работа изложена на 202 страницах печатного текста, включает 39 таблиц,

35 рисунков, 5 приложений. Библиографический список включает 210 наименований, в том числе 17 источников на иностранном языке.

**Благодарности.** Автор выражает искреннюю благодарность своему научному руководителю, д-ру с.-х. наук, доценту, заведующему кафедрой лесного хозяйства А.А. Маленко, канд. биол. наук, доценту кафедры лесного хозяйства А.А. Малиновских, канд. с.-х. наук, доценту кафедры почвоведения и агрохимии С.И. Завалишину (все сотрудники Алтайского ГАУ) за помощь на всех этапах выполнения диссертации; канд. физ.-мат. наук, доценту Томского государственного университета, ст. науч. сотр. Института оптики атмосферы СО РАН Д.П. Касымову за ценную консультативную помощь по вопросам физики горения, а также, начальнику отдела обеспечения полномочий в области лесных отношений по Шипуновскому лесничеству Д.В. Горшнякову и коллективу Белоглазовского участкового лесничества за помощь в проведении полевых работ.

## ГЛАВА I. ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ ЧУПИНСКОГО БОРА

Чупинский бор находится в степной зоне Западной Сибири юго-западной части Алтайского края на территории Шипуновского лесничества.

Согласно схеме геоботанического районирования степной и лесостепной зон Алтайского края (Куминова и др., 1963) район исследований относится к Западно-Сибирской провинции, подпровинции левобережной Приобской лесостепи, Нижне-Алейскому лесостепному округу. По геоботаническому районированию Алтайского края (Александрова, 1958) территория бора отнесена к подзоне богаторазнотравно - типчаково - ковыльных степей степной зоны. Климат территории – резко континентальный. Среднегодовая температура воздуха равна  $+3,1^{\circ}\text{C}$ . Продолжительность вегетационного периода – 196 суток, безморозного – 115-120 суток. Годовое количество осадков составляет 320 мм, в том числе в период вегетации – 150-200 мм. Сумма температур воздуха выше  $10^{\circ}$  равна 2000-2200 $^{\circ}$ . Гидротермический коэффициент (ГТК) Г.Т. Селянинова составляет 0,8-1,0. По показателю теплообеспеченности и степени увлажнения рассматриваемая территория относится к теплому недостаточно увлажненному району (Шд) (Агроклиматические ресурсы..., 1971).

Чупинский бор расположен в бассейне реки Обь. Гидрография района представлена рекой Чарыш с правым притоком Порозиха.

Известно, что в конце XVII века площадь Чупинского бора составляла около 10 тыс. га, а в 1950 г. – 735,4 га, из которых на долю сосны приходилось 77,8%. По состоянию на 01.01.2014 общая площадь бора составляет 1902,6 га.

Покрытая лесом площадь за последние 70 лет увеличилась с 44,4% в 1950 г. до 89,0% в 2014 г. Доля лесных культур возросла с 3,4 до 21,3%. Непокрытая лесом площадь снизилась с 43,9 до 8,3%. Основными лесобразующими породами в бору являются: сосна обыкновенная, тополя, береза, ивы. В лесокультурное производство введена дополнительно лиственница сибирская.

Преобладающим типом леса является разнотравный (РТ). Средний класс бонитета – II,2, сосны – I,6. Средневзвешенная полнота – 0,65. Общий запас насаждений в 2014 году составил 32095,0 м<sup>3</sup>, что на 41,4% больше, а сосны – 21012 м<sup>3</sup> – на 1,9% меньше, чем в 1950 г. Средний запас на 1 га лесопокрытой площади в 1950 г. превысил таковой 2014 г. – в 3,7 раза, по сосне – в 3,5 раза, а общий средний прирост на 1 га лесопокрытой площади – в 5,7 раз, по сосне – в 3,7 раза. Динамика из-

менений площади и запасов насаждений за 70-летний период, вероятно, связана с изменением административных границ лесничества в сторону увеличения.

Естественное возобновление сосны в средне- и высокополнотных (0,6-0,9) сосняках 35-80-летнего возраста в типе леса РТ имеется в количестве от 0,5 до 3,0 тыс. шт./га. Там же в 40-65-летних древостоях сосны с полнотой 0,3-0,8 в типе леса КРТ – от 1,0 до 3,0 тыс. шт./га жизнеспособного подроста.

## ГЛАВА II. СОСТОЯНИЕ ИССЛЕДУЕМОГО ВОПРОСА

Сосна обыкновенная составляет основу лесных фитоценозов на юге Западной Сибири. На рост и устойчивость этой породы в условиях сухой, засушливой степи и лесостепи оказывают влияние почвенно-экологические факторы, а также: рельеф, уровень залегания грунтовых вод, содержание солей и карбонатов в почве.

Проблемой выращивания лесных насаждений в степи занимались: А.М. Ахмеров (1967); В.Н. Габеев (1968); R. Ichim (1968); А.Г. Гаель (1971); И.В. Таран (1973); Н.А. Кузнецов и др. (1976); В.В. Берников, Г.И. Зайков (1977); Д.К. Бабенко, И.А. Коробов (1978); В.Н. Ерусалимский (2005); F. Crecente-Campo, A. Pommerening, R. Rodriguez-Soalleiro (2009); А.А. Маленко (2012); А.Е. Осипенко (2016); А.Е. Осипенко, С.В. Залесов (2017); F. Kara, O. Toraçoğlu (2018); А.А. Гоф и др. (2019); А.П. Иозус, А.А. Завьялов, С.Ю. Бойко (2019), R. Navarro-Cerrillo, R. Sánchez-Salguero, C. Rodriguez (2019); Т.В. Бурдучкина (2020); P. Samec et al. (2020); Т.А. Турчина (2022); И.О. Измайлова (2023); Jitang Li, Yuyang Xie, TuYa Wulan (2023) и др.

Защитные насаждения из лиственных пород Чупинском бору стали создаваться в конце 40-х гг. За период с 1985 по 2013 г. было создано 3458 га лесных культур сосны с открытой корневой системой. С 2014 по 2023 г. здесь было создано 285 га лесных культур сосны с ЗКС.

## ГЛАВА III. ПРОГРАММА, МЕТОДИКА И ОБЪЕМ ВЫПОЛНЕННЫХ РАБОТ

**Программа исследований** включала следующие вопросы:

1. Анализ литературных источников, по вопросам роста и развития лесных насаждений в условиях степи и влияние экологических факторов на рост и развитие древостоев хвойных пород;
2. Изучение природно-климатических условий и лесного фонда объекта исследований;
3. Подбор участков и закладка пробных площадей; изучение живого напочвенного покрова и лесной подстилки;
4. Подготовка полнопрофильных почвенных разрезов, взятие почвенных образцов;
5. Проведение сплошного перечета деревьев по диаметру, замеры параметров кроны, отбор модельных деревьев, замеры высот;
6. Взятие модельных деревьев, разметка и распиловка стволов на 1-2 м отрезки, взятие дисков; замеры приростов по высоте;
7. Замеры радиальных приростов на дисках, обработка материала;
8. Систематизация материала, обработка полевых данных;
9. Анализ материалов исследований, написание статей, диссертационной работы и предложений производству.

**Объектами исследования** являются искусственные насаждения сосны и лиственницы, в возрасте до 10 лет, созданные с ОКС и ЗКС, а также чистые и смешанные по составу искусственные насаждения сосны, лиственницы, березы и тополя I-IV класса возраста и условно одновозрастными естественные древостои сосны IV-V классов возраста, созданные и произрастающие на почвах различной лесопригодности.

**Методика исследований.** В работе использованы апробированные методики, применяемые в лесокультурном деле (Огиевский, Хиров, 1964), метод пробных площадей (ПП) (Анучин, 1982; ОСТ 56-69-83) и методические рекомендации (Бунькова и др., 2011; Данчева, Залесов, Попов, 2023).

Изучение почвенного покрова проведено на полнопрофильных почвенных разрезах, охватывающих все генетические горизонты. Описание морфологического строения профиля почв, отбор образцов для изучения физико-химических свойств почв, проведены общепринятыми методами (Общесоюзная инструкция ..., 1973; Егоров, 1977; ГОСТ 17.4.4.01-84; ГОСТ 26423-85; ГОСТ 12536-2014; ГОСТ 26212-2021; ГОСТ 26213-2021).

Учет и описание состояния растительного покрова и его обработка проводились стандартными геоботаническими методами (Понятовская, 1964; Миркин, 1978). Степень флористического сходства растительных сообществ определяли с помощью коэффициента сходства Сьеренсена-Чекановского (Понятовская, 1964; Миркин, Розенберг, 1978; Андреева, 2002).

Математическая обработка материала, полученного в результате натурных исследований и результатов физико-химического анализа почв выполнялась при помощи программ Statistica 12.0 и пакета анализа Microsoft Excel 2013.

**Объем выполненных работ.** За период исследований с 2014 по 2023 гг. в бору были обследованы все выдела, занятые хвойными породами. Изучение таксационных показателей проведено на 97 ПП, на ход роста спилено и обмерено 34 модельных дерева. Показатели древесного полога изучены на 56 ПП. В насаждениях 14 ПП и на 7 прогалинах отобраны образцы НЛГМ. Заложен 31 почвенный разрез, взято 145 образцов почвы для лабораторного анализа. Геоботаническое описание выполнено на 61 ПП, заложено более 200 учетных площадок, собрано 150 гербарных образцов. Для изучения структуры и состава ЖНП и сбора НЛГМ взято 600 образцов. Сделано более 500 фотографий.

#### **ГЛАВА IV. ЛЕСОРАСТИТЕЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЧУПИНСКОГО БОРА**

**Почвенный покров.** Выявлено, что почвенный покров изучаемой территории неоднородный и почвы различаются на типовом уровне. Выделены три основных типа почв:

- черноземы (как обыкновенные, так и выщелоченные), характерные для зоны засушливой степи
- дерново-подзолистые (различной степени оподзоленности), преобладают на участках с сохранившимися естественными древостоями
- серые лесные, на которых произрастают как естественные, так и искусственные древостои старше 30 лет.



На некоторых разрезах зафиксировано наличие погребенных или навейных горизонтов, что подтверждает факт наличия на данной территории лесных насаждений в прошлом.

**Живой напочвенный покров.** Его основу составляют многолетние злаки, осоки и разнотравье. На открытых участках происходит значительное задержание почвы, идут процессы олуговения либо остепнения. Всего зарегистрировано 187 видов высших сосудистых растений из 136 родов, относящихся к 44 семействам. В среднем в лесных культурах сосны с сомкнутым пологом отмечено 15 видов, в культурах без сомкнутого полога – 16 видов, в естественном сосняке – 35 видов, на открытых местах – 22 вида, на минерализованных полосах – 17 видов.

Лесные насаждения по-разному способствуют сохранению почвенной влаги и созданию микроклимата, что подтверждается долей участия группы мезофитов: лесные культуры с сомкнутым пологом – 41,7%, лесные культуры без сомкнутого полога – 65,3%, естественные насаждения – 78,7%, открытые места – 29,4%, минерализованные полосы – 55,0% от общего числа видов. Искусственные лесные насаждения уже через 15-20 лет после посадки в значительной степени трансформируют исходный нелесной (луговой, степной) тип растительного покрова. Сильная трансформация происходит при полном смыкании древесного полога (0,7-1,0 ед.), частичная трансформация – при не полном смыкании древесного полога (0,3-0,6 ед.) в сосновых посадках, что подтверждается очень слабой (слабой) степенью флористического сходства лесных и нелесных участков.

## ГЛАВА V. РОСТ ЕСТЕСТВЕННЫХ И ИСКУССТВЕННЫХ ДРЕВОСТОЕВ НА ПОЧВАХ РАЗЛИЧНОЙ ЛЕСОПРИГОДНОСТИ

### Приживаемость и рост культур сосны и лиственницы с ОКС и ЗКС

Установлено, что лесные культуры сосны с ОКС и ЗКС на почвах, обладающих неодинаковыми свойствами, сильно различаются по сохранности растений в 7-8-летнем возрасте. Так, сосна с ОКС на черноземе выщелоченном (ПП-6 и ПП-8) имеет худшую сохранность, чем культуры с ЗКС на черноземе обыкновенном (ПП-73 и ПП-87), погребенной серой лесной песчаной (ПП-76) и навейной дерново-карбонатной супесчаной (ПП-92) почвах. Самая низкая сохранность культур сосны с ЗКС (28,3 и 43,5%) зафиксирована на черноземе обыкновенном карбонатном (ПП-71 и ПП-72) из-за наличия карбонатов кальция в верхнем корнеобитаемом слое почвы (табл. 1).

Таблица 1 – Характеристика лесных культур сосны, созданных посадочным материалом с ОКС и ЗКС

№ ПП	№ разреза	Почва	Схема посадки, м	Возраст, лет	Густота, тыс. шт./га		Сохранность, %
					исходная	текущая	
1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Лесные культуры с ОКС</b>							
6	10	Чернозем выщелоченный среднесиловой слабогумусированный песчаный	1,7×0,8	7	7,3	4,4	60,3
8			4,6-1,5×0,7	8	4,5	2,85	63,3

1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Лесные культуры с ЗКС</b>							
71	13	Чернозем обыкновенный карбонатный маломощный слабогумусированный среднесуглинистый	4,9×0,9	7	2,3	0,65	28,3
72			4,9×0,9	7	2,3	1,00	43,5
73	12	Чернозем обыкновенный среднеспособный слабогумусированный супесчаный	4,6-3,5×0,8	7	3,47	2,45	70,6
74	14	Чернозем обыкновенный карбонатный маломощный слабогумусированный легкосуглинистый	5,0-2,0×0,8	7	3,6	1,94	53,9
76	15	Погребенная серая лесная песчаная	3,7-2,2×1,0	8	3,6	2,65	73,6
92	28	Навеянная дерново-карбонатная супесчаная	4,4×1,0	7	4,0	2,9	72,5

Лучшая приживаемость сосны в первый год роста, имела у сеянцев с ОКС – 72,2-74,6%, сеянцев с ЗКС – 70,3-79,6%, при плановой приживаемости для этих условий – 65,0%. Исключение составляют сеянцы сосны с ЗКС, высаженные на черноземе обыкновенном карбонатном маломощном слабогумусированном среднесуглинистом (ПП-71 и ПП-72).

Гибель сеянцев в разной степени (1,6-9,6%) происходила на всех ПП и на второй год роста. В большинстве случаев отмирание сосны завершилось на третий год роста за исключением культур, созданных на почвах, содержащих в верхнем корнеобитаемом слое (3-5 см) карбонаты (ПП-71 и 72). Сохранность культур в 5-летнем возрасте с ОКС приближается к нормативной (60%). В культурах с ЗКС этот показатель остается выше нормативного (70,6-73,6%) на лесопригодных почвах (ПП-73, ПП-76, ПП-92) и ниже нормативного на нелесопригодных почвах на ПП-71 и ПП-72 (28,8-43,5%). Сохранность культур сосны на ПП-87 остается временно высокой (70,8%) несмотря на нелесопригодность почвы.

Рост культур сосны характеризуется закономерным увеличением диаметра и высоты деревьев с возрастом, достигая наибольших значений в 8-летних культурах, созданных с ОКС (ПП-8) и с ЗКС (ПП-76 и ПП-87) (табл. 2).

Таблица 2 – Биометрические показатели роста культур сосны

№ ПП	№ разреза	Посадочный материал	Возраст, лет	Густота текущая, тыс. шт./га	Диаметр стволика, см		Высота, м	
					на корневой шейке	на высоте 1,3 м	общая	не достигшие высоты 1,3 м, %
1	2	3	4	5	6	7	8	9
6	1	ОКС	7	4,4	5,2±0,01	2,5±0,01	2,04±0,03	7,4
8		ОКС	8	2,85	6,5±0,01	4,3±0,01	3,31±0,01	–
71	3	ЗКС	7	0,65	4,7±0,06	2,2±0,03	1,79±0,02	23,8
72		ЗКС	7	1,00	4,8±0,01	2,3±0,01	1,78±0,02	30,8
73	2	ЗКС	7	2,45	5,2±0,01	2,5±0,01	2,6±0,01	–
74	4	ЗКС	7	1,94	5,2±0,02	2,5±0,01	2,31±0,01	–
76	5	ЗКС	8	2,65	6,7±0,02	3,5±0,01	3,02±0,01	–

1	2	3	4	5	6	7	8	9
87	6	ЗКС	8	1,7	7,9±0,01	5,0±0,02	3,36±0,01	–
92	7	ЗКС	7	2,9	4,8±0,02	2,2±0,01	1,92±0,09	1,5

Самые низкие значения показателей имеют культуры сосны на черноземе обыкновенном карбонатном (ПП-71 и ПП-72), здесь же отмечается наибольшее количество деревьев сосны, не достигших высоты 1,3 м.

**Формирование древесного полога.** В культурах с широкими междурядьями и небольшой густотой сомкнутость крон составляет от 6 до 20% площади участка и достигает наибольшего значения (0,42-0,66) в лесопосадках с наибольшей густотой (ПП-6, ПП-8 и ПП-76). Сомкнутость полога изменяется в той же закономерности, что и сомкнутость крон. Коэффициент перекрытия крон имеет наибольшее значение (1,3 ед.) в 8-летних культурах с ЗКС (ПП-76) вследствие наличия двух деревьев в одном посадочном месте, суммарная площадь перекрытий крон, превысила площадь основного полога древостоя. В культурах сосны с ОКС и ЗКС коэффициент перекрытия крон, со значениями 0,23-0,44, характеризует состояние древесного полога, в котором массовое отмирание хвои на нижних ветвях в возрасте исследований не происходит, вследствие хорошего бокового освещения.

Для редкостойных лесных культур с показателями коэффициента перекрытия от 0 до 0,1 свойственны наличие широких, хорошо освещенных межполосных коридоров, интенсивно заросших многолетними злаковыми корневищными видами (коштанец безостый (*Bromopsis inermis* Leyss.), пырей ползучий (*Elytrigia repens* L.)), которые сменяются вторичной разнотравно-ковыльной растительностью (ковыль волосатик (*Stipa capillata* L.), мятлик луговой (*Poa pratensis* L.)) на протяжении 18-20 лет. В таком состоянии посадки представляют повышенную пожарную опасность.

**Формирование корневой системы.** Изучение корневых систем сосны в лесных культурах, созданных механизированной посадкой сеянцев с ОКС и ручной посадкой с ЗКС, показало на отсутствие деформации корней. У сосны, выращенной из сеянцев с ОКС и ЗКС на лесопригодных почвах, формируется поверхностно-стержневая корневая система, способствующая хорошему росту устойчивых насаждений. На черноземах обыкновенных с глубоким залеганием карбонатов сосна с ЗКС образует стержневой корень, длина которого ограничивается глубиной залегания карбонатного слоя, что снижает устойчивость сосны к засухам. При поверхностном залегании карбонатов на нелесопригодных почвах формируется поверхностная корневая система, что увеличивает вероятность отпада деревьев уже в молодом возрасте.

**Формирование древесного полога культур ОКС старше 10 лет.** В культурах сплошного типа диаметры кроны деревьев вдоль ряда имеют меньшие размеры, чем поперек ряда. С увеличением возраста и ширины междурядий диаметры кроны деревьев в обоих направлениях возрастают. В культурах сосны полосного типа диаметры кроны деревьев вдоль и поперек ряда получили еще большее развитие, особенно в сторону широких коридоров.

**Рост древостоев по диаметру и высоте.** Для аппроксимации средних диаметров искусственных и естественных древостоев в широком диапазоне возрастов была выбрана функция Теразаки, уравнение которой следующий вид (1):

$$D = a * e^{(-\frac{b}{x})} \quad (1)$$

где,  $D$  – искомый таксационный показатель, см;  $x$  – средний возраст древостоя, лет;  $e$  – постоянная Эйлера;  $a, b$ , – коэффициенты уравнения.

**Лесные культуры на лесопригодных почвах:** Для анализа роста модельных деревьев, взятых в культурах (8 ПП) и естественных древостоях сосны (2 ПП) построены графики по функции Теразаки (рис. 1а и 1б).

Из приведенных данных следует, что наибольший рост по диаметру имеет сосна в культурах на аллювиально-дерновой (ПП-91) и погребенной светло-серой лесной (ПП-83) почвах.

Уступает им в росте сосна на подзолистой, неглубоко подзолистой супесчаной (ПП-82) и серой лесной погребенной супесчаной (ПП-95) почвах. Наименьший рост сосны отмечен в смешанных культурах с лиственницей на дерново-подзолистой слабодерновой супесчаной почве (ПП-39).

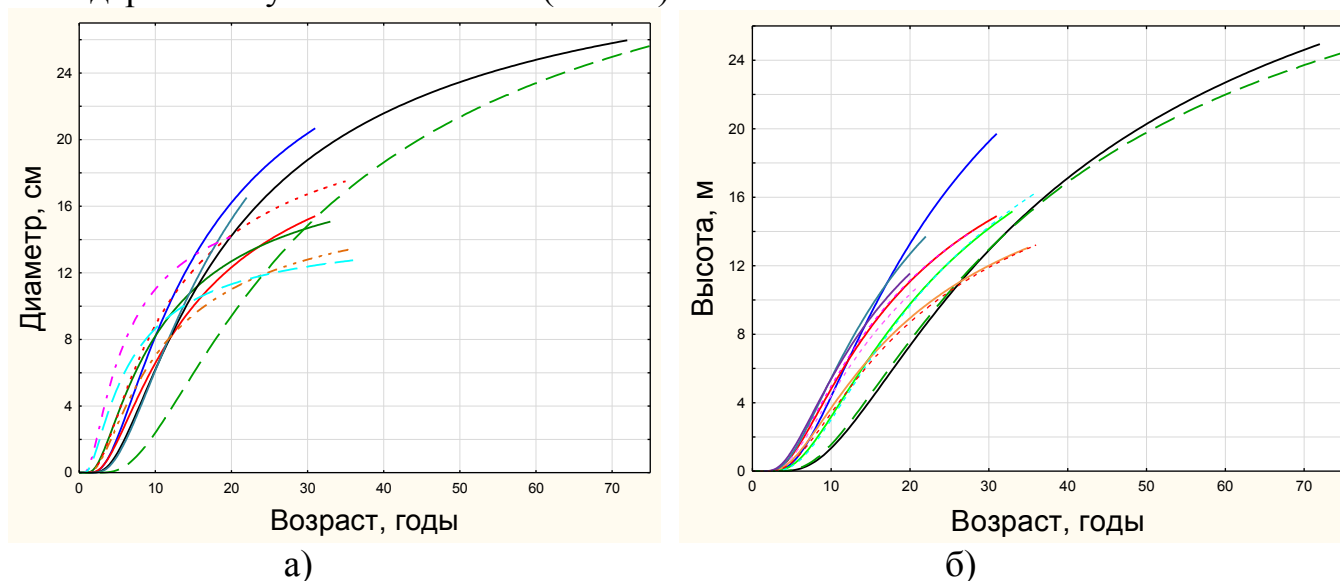


Рисунок 1 – Ход роста по диаметру (а) и высоте (б) насаждений на лесопригодных почвах

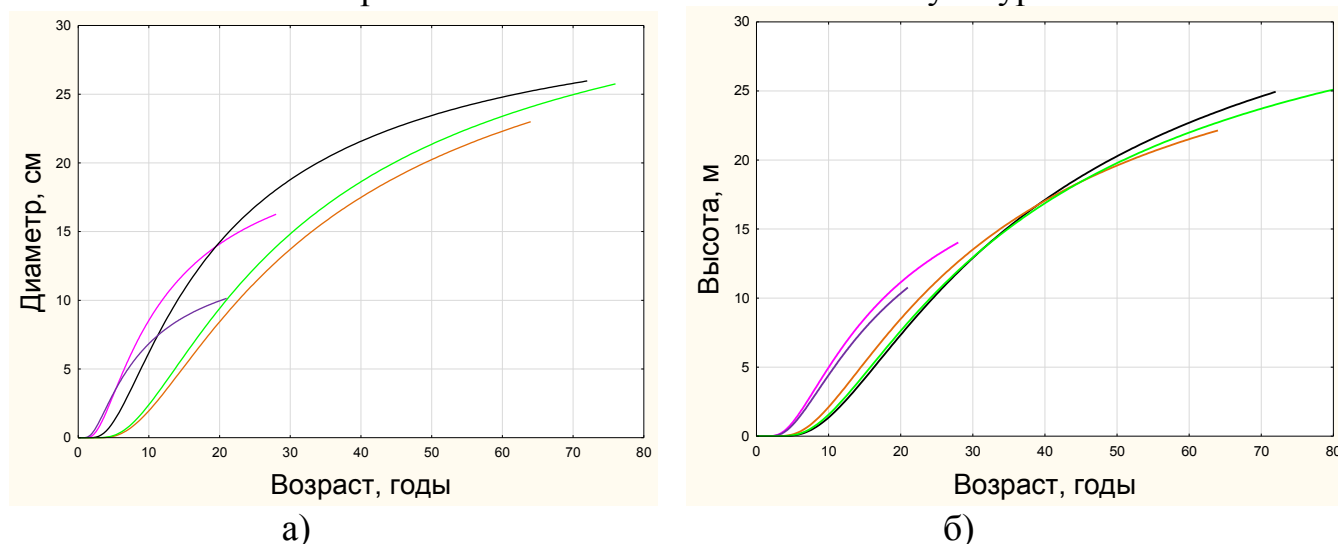
— ПП-91; — ПП-82; — ПП-95; - - ПП-83; - - ПП-39; сосна;  
 - - ПП-39, лиственница; — ПП-89; - - ПП-88; — ПП-75; - - ПП-67

Рост естественных сосняков на дерново-подзолистой (ПП-88) и аллювиально-дерновой слаборазвитой (ПП-89) почвах до 20-35-летнего возраста уступает в росте культурам сосны, а затем опережает их. Исключение составляют культуры сосны, растущие на I террасе р. Чарыш.

Полученные данные по приросту в высоту во многом аналогичен приросту по диаметру. Показатель прирост в высоту до 12-15-летнего возраста изменяется равномерно, а затем снижается или возрастает. Наибольший прирост в высоту сосна имеет на аллювиально-дерновой песчаной почве (ПП-91), меньший прирост – на подзолистой неглубокоподзолистой супесчаной почве (ПП-82) и на серой лесной погребенной супесчаной почве (ПП-95), а худшим приростом обладает сосна на серой лесной погребенной супесчаной почве (ПП-83). Сосна в смешанных посадках опережает в росте лиственницу на ПП-39.

**Лесные культуры на ограниченно лесопригодных (условно лесопригодных) почвах:** Согласно В.Н. Габееву (1990), культуры сосны в лесостепи Западной Сибири, формируют высокобонитетные (I и II) насаждения, за исключением насаждений, произрастающих на почвах с близким залеганием карбонатного слоя, в нашем случае на ПП-69 и ПП-96.

Из данных на рисунках (рис. 2а и 2б) следует, что наибольший прирост сосны по диаметру был в естественных древостоях (ПП-88 и ПП-89). Наименьший прирост сосны отмечен в культурах на погребенной темно-серой лесной почве (ПП-84). Сосна в посадках на дерново-карбонатных супесчаных почвах до 10-20-летнего возраста имела незначительные преимущества в росте в сравнении с естественными древостоями, что объясняется близким к поверхности почвы залеганием карбонатного слоя. Рост в высоту естественных сосняков до 20-летнего возраста отстает от роста культур в среднем на 0,5-1,0 м. И лишь в лесопосадках на дерново-карбонатной среднетощей погребенной почве (ПП-84) происходит незначительное увеличение высоты с возрастом. В естественных древостоях после 40 лет, рост естественных сосняков начинает опережать аналогичный показатель в культурах.



а) б)  
Рисунок 2 – Ход роста по диаметру (а) и высоте (б) лесных культур на ограниченно лесопригодных и условно лесопригодных почвах  
— ПП-89, — ПП-84, — ПП-88, — ПП-96, — ПП-69

**Кульминация текущего прироста сосны по высоте.** С практической точки зрения это необходимо для установления начала проведения рубок ухода. В естественных сосняках I класса бонитета на ПП-88 и 89, возраст максимального текущего прироста и абсолютные значения прироста в высоту различаются, при этом значения показателей средних приростов и соотношений  $H_{max}/H_{cp.}$ , остаются близкими. Во всех случаях сосна в естественных древостоях кульминирует по высоте позже, чем в лесных культурах. При этом значение среднего и максимального прироста в лесных культурах выше, чем в естественных сосняках, что указывает на более интенсивный рост культур сосны в высоту.

**Рост древостоев по объему.** Данные таблицы 3 показывают, что в культурах (ПП-77, ПП-94, ПП-82, ПП-23, ПП-31, ПП-67) на лесопригодных почвах (категория I) объемные показатели стволов модельных деревьев занимают средние значения (объем – 0,120-0,540 м<sup>3</sup>, средний прирост – 0,0075-0,0120 м<sup>3</sup>).

В отдельных случаях показатель снижается или приближается к таковому на карбонатных почвах, отнесенных к II и III категориям лесопригодности почвы.

Таблица 3 – Изменение объема ствола среднего дерева в древостоях сосны на почвах различной лесопригодности

№ ПП	Почва	Категория лесопригодности	Таксационные показатели				
			возраст, лет,	диаметр, см,	высота, м	объем, м <sup>3</sup>	средний прирост, м <sup>3</sup> .
<b>Естественные древостои</b>							
89	Дерново-подзолистая песчаная	I	70	23,6	25,5	0,490	0,007
88	Аллювиальная дерново-подзолистая	I	75	27,4	22,8	0,564	0,0075
<b>Лесные культуры</b>							
91	Аллювиально-дерновая слоистая связно-песчаная	I	30	22,6	20,5	0,384	0,0128
77	Серая лесная легкосуглинистая	I	21	19,0	13,8	0,178	0,0085
94	Темно серая лесная супесчаная	I	21	15,4	14,4	0,120	0,0057
82	Погребенная светло-серая лесная супесчаная	I	33	18,2	16,2	0,184	0,0055
24	Дерново-карбонатная супесчаная	I	24	13,85	12,0	0,085	0,0035
39*	Дерново-подзолистая слабодерновая супесчаная	I	С 36	16,0	12,7	0,120	0,0033
			Л 36	13,2	11,7	0,078	0,0022
23	Погребенная светло-серая лесная супесчаная	I	24	10,3	11,5	0,046	0,0019
34	Дерново-карбонатная супесчаная	II	18	12,4	11,9	0,066	0,0037
69	Дерново-карбонатная супесчаная	III	21	11,8	11,5	0,066	0,0031

*Примечание:* \* смешанные культуры сосны с лиственницей

**Изменение таксационных показателей древостоев.** Из приведенных в таблице 4 данных видно, что сформированные на лесных почвах Чупинского бора чистые по составу приспевающие высокополнотные древостои сосны растут по I-а классам бонитета и накопили 470-555 м<sup>3</sup>/га древесины.

Таблица 4 – Таксационные показатели исследуемых древостоев

№ ПП	Порода	Возраст, лет	Густота, тыс. шт/га	Средние		Класс бонитета	Полнота		Запас, м <sup>3</sup> /га
				диаметр, см	высота, м		абсолютная, м <sup>2</sup> /га	относительная, ед.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Естественные насаждения</b>									
88	С	76	977	26,3	24,8	I	53,2	1,2	555,2
89	С	72	696	28,3	25,8	Ia	43,7	1,0	470,4
<b>Лесные культуры</b>									
84	С	64	869	26,0	24,4	Ia	45,4	1,0	468,4
39	С	36	2160	14,6	17,2	Ia	35,9	1,0	281,7
	Л		1043	11,6	15,6	I	10,5	0,3	91,7
	Общее		3203	-	-	-	46,4	1,3	373,0
83	С	35	2952	15,3	15,8	Ia	54,0	1,6	396,6
95	С	33	3566	13,2	12,4	II	48,7	1,6	288,4
91	С	31	1244	20,5	22,1	Iб	41,2	1,0	401,7
82	С	31	3702	10,6	12,6	I	39,15	1,29	251,4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
30	С	30	5466	10,6	10,0	II	48,9	1,8	270,2
94	С	28	2353	16,5	16,0	Ia	50,4	1,47	375,4
97	Б	28	1228	18,5	23,4	Iб	32,8	1,26	348,0
66	Т	32	768	22,3	22,6	Ia	32,22	0,98	360,2
65	Т	28	1164	21,6	21,4	Ia	48,09	1,23	510,7

Рост искусственных древостоев хвойных пород I-III классов возраста на лесопригодных почвах соответствует I-Iб классам бонитета, а запасы древесины составили 265-468 м<sup>3</sup>/га.

Наиболее продуктивные культуры сосны (ПП-30) сформировались на аллювиально-дерновой слоисто связно-песчаной почве, в возрасте 31 года имели запас 401 м<sup>3</sup>/га. Снижение показателей роста и продуктивности в культурах на ПП-95 и ПП-30, связано с повышенной густотой посадок. Сосна в смешанных сосново-лиственничных культурах имеет лучшие показателями роста, чем лиственница.

## ГЛАВА VI. ПРОДУКТИВНОСТЬ И УСТОЙЧИВОСТЬ ЕСТЕСТВЕННЫХ И ИСКУССТВЕННЫХ ДРЕВОСТОЕВ НА ПОЧВАХ РАЗЛИЧНОЙ ЛЕСОПРИГОДНОСТИ

**Продуктивность древостоев.** В настоящей работе продуктивность насаждений Чупинского бора оценивалась классом бонитета (Орлов, 1911), общей продуктивностью древостоя, а также почвенными показателями: кислотность (рН), гумус (%) и глубины вскипания от HCl. Лесотаксационные показатели лесных насаждений и почвы, которые были включены в корреляционный анализ, приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Лесотаксационные показатели лесных насаждений и почвы

Почва	рН	Гумус, %	Глубина вскипания HCl, см	Возраст, лет	Густота, тыс. шт./га	Бонитет	Относит. полнота, ед.	Общая продуктивность, м <sup>3</sup> /га	Прирост средний, м <sup>3</sup> /га
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Аллювиальная дерновая слабо-развитая (ПП-88)	4,7	2,5	120	76	0,97	I	1,2	560	7,4
Дерново-подзолистая песчаная (ПП-89)	5,6	1,2	120	72	0,69	Ia	1,0	483	6,7
Аллювиально-дерновая слоистая связно-песчаная (ПП-91)	6,6	0,6	110	31	1,24	Iб	1,0	423	13,6
Подзолистая, неглубокоподзолистая, супесчаная (ПП-82)	7,3	0,2	-	31	3,70	I	1,3	258	8,3
Погребенная светло-серая лесная супесчаная (ПП-83)	4,7	1,0	-	35	2,95	Ia	1,6	406	11,6
Серая лесная погребенная супесчаная (ПП-95)	7,2	2,1	-	33	3,56	II	1,6	325	9,3
Чернозем выщелоченный малогумусная супесчаная (ПП-94)	7,4	1,4	82	28	2,35	Ia	1,5	382	13,6
Серая лесная легкосуглинистая (ПП-77)	5,9	2,7	-	26	2,93	Ia	1,3	273	10,5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Дерново-подзолистая слабо-дерновая песчаная (ПП-39)	4,2	3,2	-	36	2,16 1,04	Ia I	1,0 1,0	300 93	8,3 2,6
Дерново-карбонатная (средне-мощная) и погребен. (ПП-84)	4,2	3,2	120	64	0,87	Ia	1,0	500	7,8
Дерново-карбонатная супесчаная (ПП-96)	5,8	5,1	28	28	1,67	Ia	0,7	152	5,5

В расчет включены чистые сосновые и смешанные насаждения сосны с листовицей в возрасте от 17 до 76 лет, I и II классов бонитета. Полученные данные показывают, что лесопригодность почвы оказывает основное влияние на изменение таксационных показателей и общую продуктивность древостоев.

**Оценка насаждений по комплексному оценочному показателю (КОП)** Полученные значения КОП ( $4,21-4,23 \text{ см/см}^2$ ) в 70-летних сосняках Чупинского бора, оказались ниже принятых в качестве оптимального показателя (Шульга, 2002) в естественных сосняках аридной зоны европейской части России ( $5-8 \text{ см/см}^2$ ), что указывает на бóльшую биологическую устойчивость исследуемых сосняков. Достоверная высокая обратная связь обнаружена между КОП и средним диаметром ( $-0,81$ ), устойчивая средняя связь между глубиной вскипания НС1 и КОП ( $-0,68$ ). Выявлены, высокие достоверные связи (на 5% уровне значимости) между глубиной вскипания НС1 и показателями среднего диаметра ( $0,88$ ), средней высоты ( $0,92$ ), возрастом ( $0,85$ ) и запасом ( $0,94$ ).

**Пожароустойчивость насаждений Чупинского бора.** Нами установлено (Malenko et al, 2022), что при выбранных параметрах эксперимента на процесс сгорания НЛГМ оказывает влияние структура образца. Максимальные показатели теплового потока достигали значений  $49,35 \pm 3,5 \text{ кВт/м}^2$ . При сгорании крупных ветвей ивы, мелких, средних и крупных ветвей сосны, максимальные значения теплового потока достигли  $45,11 \pm 3,06 \text{ кВт/м}^2$ ,  $47,02 \pm 3,19 \text{ кВт/м}^2$ ,  $46,20 \pm 3,13 \text{ кВт/м}^2$  соответственно. Среди видов трав наибольшие показатели теплового потока зафиксированы при сгорании мятлика узколистного, растений семейства бобовые и костреца безостого ( $47,36 \pm 3,21 \text{ кВт/м}^2$ ,  $44,16 \pm 2,99 \text{ кВт/м}^2$ ,  $40,51 \pm 2,61 \text{ кВт/м}^2$  соответственно).

Наибольший показатель теплотворной способности отмечен в культурах сосны старше 20 лет и составил от 383,7 до 833,6 Гкал/га, что в 1,1-1,7 раза больше, чем в естественных приспевающих сосняках и в 1,1-1,6 раз больше, чем в культурах березы. Теплотворная способность других видов НЛГМ сильно варьирует в лесных насаждениях и на прогалинах и составила: ветви в естественном сосняке 0,5-2,9%, в лесных культурах старше 20 лет 1,3-8,5% при наибольшем значении в березняке 20,3%; кора в естественном сосняке 0,9-5,1%, в лесных культурах 2,9-8,1%, в березняке – 0,3% от общего показателя. На шишку приходится: в естественном сосняке 0,7-4,3%, в лесных культурах 3,9-12,0%. Теплотворная способность травянистой растительности под пологом естественных и искусственным сосняков невелика и составляет от 0,1 до 4,8% от общего показателя, что объясняется небольшой массой лесных трав (осочка приземистая). В несомкнувшихся 7-8-летних лесных культурах сосны, интенсивно заросшими злаково-бобовой растительностью, теплотворная способность травостоя составляет 52-60%. В лесных культурах редкой посадки, где



в хорошо освещенных коридорах накопились многолетние растительные остатки чабреца при наличии живых нижних ветвей сосны, доля теплотворной способности составила 88% от общей. Наибольшее значение теплотворной способности НЛГМ на прогалинах отмечено в пойменном лугу (378,98 Гкал/га), остепненной прогалине в лесу (286,85 Гкал/га) и зарастающих минерализованных полосах (244,87 Гкал/га).

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Комплексные исследования, проведенные в рефугиуме «Чупинский бор», расположенного в степном районе Юго-Западной Сибири, в специфических условиях резко континентального, теплого недостаточно увлажненного климата, позволили сделать следующие выводы и обобщения:

1. Почвенный покров представлен почвами различных таксационных единиц, обладающих неодинаковыми свойствами, что способствует созданию разнотипных условий для развития лесных биоценозов. Почвы характеризуются невысоким (от 0,6 до 2,1%) содержанием гумуса в верхних горизонтах. Реакция среды верхних горизонтов изменяется от близкой к нейтральной до слабощелочной. Гранулометрический состав неоднороден и варьирует от рыхло-песчаного до среднесуглинистого. В большинстве случаев генетические горизонты почв увлажнены и слабогумусированы, что оказывает благоприятное влияние на развитии стержневой корневой системы. Однако, наличие карбонатов и железистых выделений, а также нейтральной или щелочной среды отрицательно сказывается как на формировании стержневого корня, так и на общем развитии корневой системы.

2. Флористический состав обследованных растительных сообществ включает 187 видов высших сосудистых растений из 136 родов, относящихся к 44 семействам. Искусственные лесные насаждения уже через 15-20 лет после посадки в значительной степени трансформируют исходный нелесной (луговой, степной) тип растительного покрова. В сосновых посадках сильная трансформация видов происходит при полном смыкании древесного полога (0,7-1,0 ед.), частичная трансформация – при не полном смыкании древесного полога (0,3-0,6 ед.).

3. На лесопригодных почвах, приживаемость в первый год роста сосны с ЗКС (70,3-79,6%) выше, чем с открытыми корнями (70,3-79,6%), при плановой приживаемости для района – 65,0%. Приживаемость сосны с ЗКС, на нелесопригодных почвах составила – 40,2-57,8%. Отмирание сосны на лесопригодных почвах завершилось на третий, а на нелесопригодных почвах – на 5 год роста. Сохранность культур в 5-летнем возрасте с ОКС соответствует нормативной (60%), в культурах с ЗКС на лесопригодных почвах – выше (70,6-73,6%), а на нелесопригодных почвах – ниже нормативной (28,8-43,5%).

4. Наиболее интенсивное угнетающее действие травостоя на приживаемость и рост культур сосны проявляется в течение первых трех лет после посадки, затем снижается. Рост сосны характеризуется закономерным увеличением диаметра и высоты деревьев с возрастом, достигая наибольших значений в культурах с ОКС и ЗКС на лесопригодных почвах. Сосна в культурах на нелесопригодных почвах имеет самые низкие показатели роста.

5. В культурах 7-8-летнего возраста сосна сформировала эллипсоидную форму кроны, длинной стороной ориентированной поперек ряда. При ширине междурядий более 2,2 м., смыкание ветвей не происходит, сомкнутость полога составляет от

6 до 20% площади участка, а коэффициент перекрытия крон – только 0,23-0,44. При изреженном состоянии древесного полога и хорошем боковом освещении, отмирание хвои на нижних ветвях кроны не происходит. В редкостойных культурах при значениях коэффициента перекрытия от 0 до 0,1, хорошем освещении широких межполосных коридоров, отмирание многолетних злаковых корневищных видов и вторичной разнотравно-ковыльной растительности на протяжении 18-20 лет не происходит, что представляет повышенную пожарную опасность.

6. В культурах, созданных ручной и механизированной посадкой сосны с ОКС и ЗКС, деформация корней отсутствует. На лесопригодных почвах сосна с ОКС и ЗКС формирует поверхностно-стержневую корневую систему, способствующую хорошему росту и устойчивости культур. На черноземах обыкновенных с глубоким залеганием карбонатов у сосны с ЗКС образуется стержневой корень, длина которого ограничивается глубиной залегания карбонатного горизонта, что снижает ее устойчивость к засухам. На нелесопригодных почвах при поверхностном залегании карбонатов сосна формирует поверхностную корневую систему, что повышает вероятность отпада деревьев уже в молодом возрасте.

7. Лесные культуры сосны на лесопригодных почвах обладают лучшим ростом по диаметру и высоте, чем естественные насаждения и культуры на ограниченно-лесопригодных и условно-лесопригодных почвах. В культурах сосны с густотой от 2,8 тыс. шт./га до 10,3 тыс. шт./га кривая нормального распределения смещена в сторону толстомерных стволов. При густоте менее 2,8 тыс. шт./га, место среднего дерева смещается в сторону тонкомерных стволов. Наибольшее количество деревьев с диаметрами стволов толще среднего концентрируется в древостоях с густотой около 4,0 тыс. шт./га. В естественных древостоях сосна кульминирует по высоте позже, чем в лесных культурах.

8. Наибольший прирост по объему стволов происходит в естественных древостоях в связи большим их возрастом. Наибольший объем и средний прирост по объему имелись в 60-летних культурах на дерново-карбонатной среднемошной (навеяная) и погребенной почве, которые превысили аналогичные объемные показатели в естественных сосняках. Незначительно уступают последним 30-летние культуры, созданные на аллювиально-дерновой почве.

9. Лесопригодность почвы оказывает основное влияние, на изменение таксационных показателей и общую продуктивность древостоев. Рост культур сосны I-III классов возраста на лесопригодных почвах соответствует I-III классам бонитета с запасом 265-468 м<sup>3</sup>/га. Наиболее продуктивными являются культуры, созданные на аллювиально-дерновой почве. Загущенность культур снижает показатели роста и продуктивности. Рост сосны на карбонатных, ограничено лесопригодных почвах соответствует Ia классу бонитета; при относительной полноте (0,7-1,1), 17-28-летние культуры сосны накопили сравнительно небольшие запасы (95-163 м<sup>3</sup>/га) древесины, что связано с интенсивным отмиранием сосны в раннем возрасте. Сосна в смешанных сосново-лиственничных культурах имеет лучшими показателями роста, чем лиственница.

10. Основным показателем, оказывающим влияние на рост по диаметру и высоте, а также продуктивность и устойчивость естественных и искусственных насаждений в степи, является наличие и глубина залегания карбонатного слоя в почве, что подтверждается расчетными данными КОП.

11. Лесные и степные формации в Чупинском бору накапливают до 41 т/га (сухое состояние) наземных лесных горючих материалов, из которых в лесных насаждениях преобладает хвоя (55-80%), а на степных участках трава (100%). Долевое участие НЛГМ изменяется с возрастом насаждений. При сгорании НЛГМ образуется до 833 Гкал/га, наиболее горимыми объектами являются загущенные и продуктивные древостои.

### ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

1. Создание искусственных насаждений хвойных пород должно проводиться на лесопригодных почвах. На ограничено-лесопригодных почвах рекомендуется создание плантации для выращивания «новогодних деревьев» и др. с коротким периодом роста. Посадка лесных культур на почвах с залеганием карбонатного слоя на глубине менее 40 см не рекомендуется.

2. Посадку лесных культур необходимо проводить с ЗКС и ОКС в плужные борозды ручным и механизированным способами. Густота посадки должна быть: культур с ЗКС до 4 тыс. шт./га, с ОКС до 6 тыс. шт./га, на участках с повышенным ветровым режимом до 8-10 тыс. шт./га.

3. Снижение густоты в культурах должно проводиться путем своевременного проведения равномерных рубок ухода по низовому методу слабой интенсивности, обеспечивающих полноту древостоев не ниже 0,7, с целью недопущения формирования редкостойных древостоев. Началом проведения первого изреживания может служить возраст кульминации линейного прироста по высоте. В культурах заготовка «новогодних деревьев» недопустима.

4. При проведении прочисток и прореживаний, вырубка отдельных рядов с целью организации технологического волока для механизированной заготовки леса запрещена. Трелевку леса необходимо проводить по междурядьям с помощью малогабаритных тракторов.

5. При организации противопожарного обустройства территории необходимо учитывать количество напочвенных лесных горючих материалов и места их концентрации с целью повышения пожароустойчивости древостоев.

### СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ АВТОРОМ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

#### *В изданиях, рекомендованных ВАК РФ и входящих в международные реферативные базы данных и системы цитирования*

1. Маленко, А.А. Динамика горимости лесов юга Западной Сибири / А.А. Маленко, А.А. Малиновских, **А.С. Чичкарев** // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2015. – № 6 (128). – С. 68-72.

2. Malenko, A.A. Determination of the fire hazard of forest plantations depending on surface fuels under laboratory combustion conditions using thermophysical parameters / A.A. Malenko, **A.S. Chichkarev**, M.A. Savin, D.P. Kasymov, M.V. Agafontsev // Journal of Physics: Conference Series. – Novosibirsk, 2022. – Vol. 2233. – P. 012010.

3. **Чичкарев, А.С.** Мелиоративная роль лесных насаждений в засушливой степи / А.С. Чичкарев, А.А. Маленко // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2021. – № 8 (202). – С. 55-60.

4. Маленко, А.А. Выращивание лесных культур сосны с закрытой корневой системой в условиях степи на юге Западной Сибири / А.А. Маленко, **А.С. Чичка-**

рев, С.И. Завалишин А.А. Малиновских, Е.С. Курсикова // Лесохозяйственная информация. – 2023. – № 3. – С. 103-116.

5. **Чичкарев, А.С.** Рост и продуктивность сосново-лиственничных культур в условиях степи Юго-Западной Сибири / А.С. Чичкарев, А.А. Маленко // Хвойные бореальной зоны. – 2023. – Т. XLI, № 5. – С. 384-389.

### *В прочих изданиях*

1. **Чичкарев, А.С.** Краткая характеристика живого напочвенного покрова в лесных культурах сосны в Чупинском бору / А.С. Чичкарев, А.А. Маленко, А.А. Малиновских // Аграрная наука – сельскому хозяйству: сборник материалов XV междунар. науч.-практ. конф.: в 2 кн. – Барнаул: АГАУ, 2020. – Кн. 1. – С. 322-323.

2. **Чичкарев, А.С.** Формирование лесных культур сосны на темно-серых лесных почвах Чупинского бора / А.С. Чичкарев, А.А. Маленко, В.С. Мишустин // От биопродуктов к биоэкономике: материалы IV Межрегион. науч.-практ. конф. (с междунар. участием. – Барнаул: Изд-во Алт. гос. ун-та, 2021. – С. 96-98.

3. **Чичкарев, А.С.** Формирование культур сосны на дерново-карбонатных почвах Чупинского бора / А.С. Чичкарев, А.А. Маленко, Д.Е. Баженов // Аграрная наука – сельскому хозяйству: сборник материалов XVI междунар. науч.-практ. конф.: в 2 кн. – Барнаул: АГАУ, 2021. – Кн. 1. – С. 303-304.

4. **Чичкарев, А.С.** Рост и формирование культур сосны в Чупинском бору / А.С. Чичкарев, В.С. Мишустин // Вестник молодежной науки Алтайского государственного аграрного университета: сб. науч. тр. – Барнаул: АГАУ, 2021. – № 2. – С. 31-34.

5. **Чичкарев, А.С.** Формирование сосново-лиственничных культур на раннем этапе развития в засушливой степи / А.С. Чичкарев, А.А. Маленко, С.И. Завалишин // Аграрная наука – сельскому хозяйству: сборник материалов XVII междунар. науч.-практ. конф.: в 2 кн.– Барнаул: АГАУ, 2022. – Кн. 1. – С. 368-370.

6. **Чичкарев, А.С.** Формирование лесных культур сосны на навейных дерново-карбонатных почвах в засушливой степи / А.С. Чичкарев, А.А. Маленко, А.В. Романико, Е.А. Леонов // Аграрная наука – сельскому хозяйству: сб. материалов XVIII междунар. науч.-практ. конф., приуроченной к 80-летию Алтайского ГАУ: в 2 кн. – Барнаул: АГАУ, 2023. – Кн. 2. – С. 48-50.

Отзывы на автореферат просим направить в 2 экземплярах по адресу: 620100 г. Екатеринбург, Сибирский тракт, 37 УГЛТУ, ученому секретарю диссертационного совета 24.2.424.02 Магасумовой А.Г., e-mail: dissovet.usfeu@mail.ru

Подписано в печать \_\_\_\_\_ г. Формат 60×84/16.

Бумага для множительных аппаратов. Печать ризографная.

Гарнитура «Times New Roman». Усл. печ. л. 1. Тираж 100 экз. Заказ № 3.