

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Алтайский государственный аграрный университет»

На правах рукописи

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

Диссертация на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Научный руководитель – доктор
сельскохозяйственных наук, доцент
Маленко Александр Анатольевич

г. Барнаул - 2024

Содержание

ВВЕДЕНИЕ	4
ГЛАВА I. ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ ЧУПИНСКОГО БОРА	10
1.1. Месторасположение	10
1.2. Лесорастительная зона. Климат	10
1.3. Рельеф и почва	12
1.4. Гидрография и гидрологические условия	13
1.5. Характеристика лесного фонда	14
ГЛАВА II. СОСТОЯНИЕ ИССЛЕДУЕМОГО ВОПРОСА	26
2.1. Особенности лесных фитоценозов в условиях степи	26
2.2. Искусственные насаждения Чупинского бора	40
ГЛАВА III. ПРОГРАММА, МЕТОДИКА И ОБЪЕМ ВЫПОЛНЕННЫХ РАБОТ	49
3.1. Программа работ	49
3.2. Методика исследований	49
3.3. Объект исследований	53
3.4. Объем выполненных работ	54
ГЛАВА IV. ЛЕСОРАСТИТЕЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЧУПИНСКОГО БОРА	55
4.1. Почвенный покров	55
4.2. Живой напочвенный покров	64
ГЛАВА V. РОСТ И ФОРМИРОВАНИЕ ЕСТЕСТВЕННЫХ И ИСКУССТВЕННЫХ ДРЕВОСТОЕВ НА ПОЧВАХ РАЗЛИЧНОЙ ЛЕСОПРИГОДНОСТИ	79
5.1. Приживаемость и рост лесных культур сосны и лиственницы с открытыми и закрытыми корнями	79
5.1.1. Приживаемость и рост	81
5.1.2. Формирование древесного полога	85
5.1.3. Формирование корневой системы	88
5.1.4. Формирование сосново-лиственничных культур	90
5.2. Формирование древесного полога культур ОКС старше 10 лет	93
5.3. Диаметр древостоев	99

5.3.1. Распределение деревьев по ступеням толщины	99
5.3.2. Рост древостоев по диаметру	103
5.4. Высота древостоев	107
5.4.1. Рост древостоев по высоте	107
5.4.2. Кульминация прироста сосны по высоте	111
5.5. Рост древостоев по объему	114
5.6. Изменение таксационных показателей древостоев	117
ГЛАВА VI. ПРОДУКТИВНОСТЬ И УСТОЙЧИВОСТЬ ЕСТЕСТВЕННЫХ И ИСКУССТВЕННЫХ ДРЕВОСТОЕВ НА ПОЧВАХ РАЗЛИЧНОЙ.....	
ЛЕСОПРИГОДНОСТИ	121
6.1. Продуктивность древостоев	121
6.2. Оценка насаждений по комплексному оценочному показателю (КОП)	124
6.3. Пожароустойчивость насаждений Чупинского бора	127
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	138
ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ	141
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	142
ПРИЛОЖЕНИЯ	167

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследований. В степных районах Юго-Западной Сибири в настоящее время еще сохранились отдельные островки (рефугиумы) сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.), некогда занимавшие обширные территории (Месоед, 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 бессистемная 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. 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, Жигулин, Залесов, Оплетаев, 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.

Цели и задачи. 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 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 исследований. В работе использованы апробированные методики, применяемые в лесокультурном деле (Огиевский, Хиров, 1964; Огиевский, 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 18.06.2020г.

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.

Степень достоверности и апробация результатов. Достоверность результатов подтверждается большим объемом экспериментального материала, собранного за период с 2014 г. по 2023 г., полученного с использованием общепринятых методик, применяемых в почвоведении, ботанике, лесоводственной науке, применении современного программного обеспечения и методов статистического анализа.

Результаты исследований были доложены на XV-XVIII международной научно-практической конференции «Аграрная наука – сельскому хозяйству» (г. Барнаул, 2020-2023 гг.), III межрегиональной научно-практической конференции (с международным участием) «От биопродуктов к биоэкономике» (г. Барнаул, 2019 г.), XXI международной конференции молодых учёных «Леса Евразии – Большой Кавказ» (г. Махачкала, 2022 г.); XX всероссийской (национальной) научно-технической конференции «Научное творчество молодежи – лесному комплексу России» (г. Екатеринбург, 2024 г.); XXI Всероссийской научно-практической конференции «Молодые учёные России» (г. Пенза, 2024 г.); международной научно-практической конференции «Вклад молодых ученых в аграрную науку» (г. Самара, 2024 г.).

Основные положения работы опубликованы в 11 статьях, 3 из которых размещены в 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.

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.

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 таблицы, 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

1.1. Месторасположение

Чупинский бор находится в степной зоне Западной Сибири юго-западной части Алтайского края на территории Белоглазовского участкового лесничества Шипуновского лесничества (Лесохозяйственный регламент ..., 2023). По состоянию на 01.01.2014 площадь бора составляет 1902,6 га (рисунок 1.1).



Условные обозначения:

г. Барнаул - наименование населенного пункта; ——— - границы Алтайского края
 ——— - границы Шипуновского лесничества; \Rightarrow - направление течения рек

Рисунок 1.1 – Месторасположение района исследований

1.2. Лесорастительная зона. Климат

Согласно схеме геоботанического районирования степной и лесостепной зон Алтайского края (Куминова, Вагина, Лапшина, 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.

Согласно приказу Минприроды России от 19.02.2019 № 105 бор отнесен к Алтае-Новосибирскому району лесостепей и ленточных боров.

Климат места расположения резко континентальный, характеризуется жарким летом с небольшим количеством осадков и холодной зимой. Диапазон колебаний максимальных и минимальных температур воздуха в отдельные годы достигает $89,6^{\circ}\text{C}$, при абсолютном минимуме $-49,3^{\circ}\text{C}$ и максимуме $+40,3^{\circ}\text{C}$. Среднегодовая температура воздуха равна $+3,1^{\circ}\text{C}$. Продолжительность вегетационного периода - 196 суток, безморозного – 115-120 суток. Количество осадков за год составляет 320 мм, в том числе в период вегетации - 150-200 мм. Сумма температур воздуха за период с температурой выше 10° равна $2000-2200^{\circ}$. Гидротермический коэффициент (ГТК) Г.Т. Селянинова составляет 0,8-1,0. Температура на поверхности почвы в вегетационный период составляет от $+18,3^{\circ}\text{C}$ и максимум до $64,0^{\circ}\text{C}$, что приводит к сильному ее иссушению. Относительная влажность воздуха летом снижается до 60%. В течение всего года преобладают ветры юго-западного направления, со средней скоростью от 3,5 до 4,6 м/сек. Особую опасность приносят суховеи, приводящие к пыльным бурям, их количество в среднем составляет 3-9 дней в году. Продолжительность периода с устойчивым снежным покровом составляет 155-160 дней. Глубина промерзания почвы в лесу достигает 190 см, на открытых местах – 250 см.

По показателю теплообеспеченности и степени увлажнения рассматриваемая территория относится к теплomu недостаточно увлажненному району (Шд) (Агроклиматические ресурсы..., 1971).

1.3. Рельеф и почва

Согласно геоморфологическому районированию Алтайского края (Розанов, 1958) территория Чупинского бора находится в центральной части Приобского плато, отличительная черта которого - слабоволнистая равнина, с гривами и увалами различной конфигурации, вытянутыми при этом параллельно ложбине древнего стока. Характерной чертой является наличие множества западин и вытянутых котловин небольшой глубины.

По почвенно-географическому районированию территория расположена в зоне черноземов, подзоне обыкновенных черноземов умеренно-засушливой и колючей степи древнеаллювиальных аккумулятивных Алтайских равнин и охватывает приалейскую часть Приобского плато (Розанов, 1958).

На изучаемой территории различают две основные группы почв: почвы боровой части и почвы колючих лесов. Боровые почвы образовались на песках и супесях, на ранее оглеенных суглинках в условиях преимущественного влияния подзолистого и дернового процессов и водного режима почвогрунтов. Они характеризуется сухостью верхних горизонтов и неглубоких залеганий грунтов вод. Почвы боровой части имеют слабо выраженную дифференцированность горизонтов, оподзолены. На равнинах и мелких всхолмлениях, где грунтовые воды залегают сравнительно глубоко, почвы имеют слабо развитый профиль.

Наиболее распространенными почвами являются почвы черноземного типа. Почвы автоморфные, сформировались в умеренно-засушливой степи под злаковой растительностью. Черноземы встречаются как однородными контурами, так и в комплексе с другими почвами. Черноземно-луговые почвы сформировались под влиянием смешанного периодического поверхностного и постоянного грунтового увлажнения либо одностороннего устойчивого, грунтового увлажнения при глубине залегания грунтовых вод 3-6 м, почвенный профиль находится в зоне пленочно-капиллярного поднятия грунтовой влаги (Лесохозяйственный регламент..., 2023).

По влажности, 92% почв отнесены к категории свежих. На долю почв избыточного увлажнения приходится 0,71% площади. Процессы заболачивания имеют место на площади 206 га.

Гранулометрической состав выщелоченных и обыкновенных черноземов в основном среднесуглинистый, реже легкосуглинистый, отличающийся повышенным содержанием крупнопылевой и иловатой фракцией, что характерно для почв, развитых на лёссовидных породах. Выщелоченные черноземы этой подзоны характеризуются свободными от карбонатов гумусовыми горизонтами. В то время как черноземы южные, как правило, имеют залегающий на глубине от 40 до 90 см карбонатный горизонт.

1.4. Гидрография и гидрологические условия

Чупинский бор расположен в бассейне реки Обь. Гидрография этого района представлена рекой Чарыш с правым притоком Порозиха и речками Плотавка и Талина, пересыхающими в летний период. Изрезанность района расположения бора гидрографической сетью слабая.

Основная масса воды (до 70% годового стока) расходуется в период весенне-летних паводков: первого – в конце апреля, в период снеготаяния на равнинах; второго – во время усиленного таяния снегов в горах летом. Берега рек преимущественно обрывистые. Реки не судоходны. Гидромелиоративные мероприятия на территории лесного фонда и близлежащих землях сельхозпользования не проводились (Лесохозяйственный регламент., 2023).

Углы наклона территории исследований не превышают 2 градуса, опасности развития водной эрозии нет. Степень дренированности района гидрологической сетью достаточная. Глубина залегания грунтовых вод (ГВ) находится в прямой зависимости от рельефа местности и структуры почвы. Уровень залегания ГВ в поймах рек и отрицательных элементах рельефа находится на глубине 2-2,5 м., на водоразделах 10-15 м, в понижениях 3-4 м. Более низкий уровень залегания ГВ (более 10 м), наблюдается на вершинах

увалов. Явления верховодки не отмечается. Характеристика рек, протекающих на территории Чупинского бора, приведена в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Характеристика рек, расположенных на территории Чупинского бора

Наименование реки	Куда впадает	Протяженность, км	Коэффициент извилистости	Скорость течения, м/сек.	Ширина, м	Глубина, м
Чарыш	Обь	135	1,5	0,5-0,8	125-250	1,0
Порозиха	Чарыш	82	1,1	0,3-0,4	3-4	0,5

Река Чарыш имеет большое значение для снабжения населенных пунктов питьевой водой и орошения сельскохозяйственных угодий посредством Чарышского группового водопровода. На территории бора имеются пресноводные озёра: Кривое, Песьяное и Травяное общей площадью зеркала 3,29 км², используемых в хозяйственных и рекреационных целях.

1.5. Характеристика лесного фонда

Согласно архивным данным и материалам землеустройства, в конце XVII века степные сосняки простирались вдоль русла реки Порозиха на протяжении 30 км от с. Белоглазово и Самсоново до с. Усть-Порозиха и Кособоково, где было примерно 10 тыс. га песчаных земель, занятых лесом. На момент лесоустройства 1950 года общая площадь Чупинского бора составляла – 735,4 га, из которых занято сосной – 253,83 га (77,8%). На рисунке 1.2. представлена карта-схема Чупинского бора.

Анализ динамики и характеристики лесного фонда рассматривается нами на основе данных лесоустройств, проведенных в 1950, 1972, 1983, 1995 и 2014 гг.

Необходимо отметить, что урочище «Чупинский бор» выделялось как самостоятельный объект только при лесоустройстве 1950 года. Впоследствии, ввиду многократных административно-управленческих решений, границы и площадь бора, претерпевали значительные изменения.

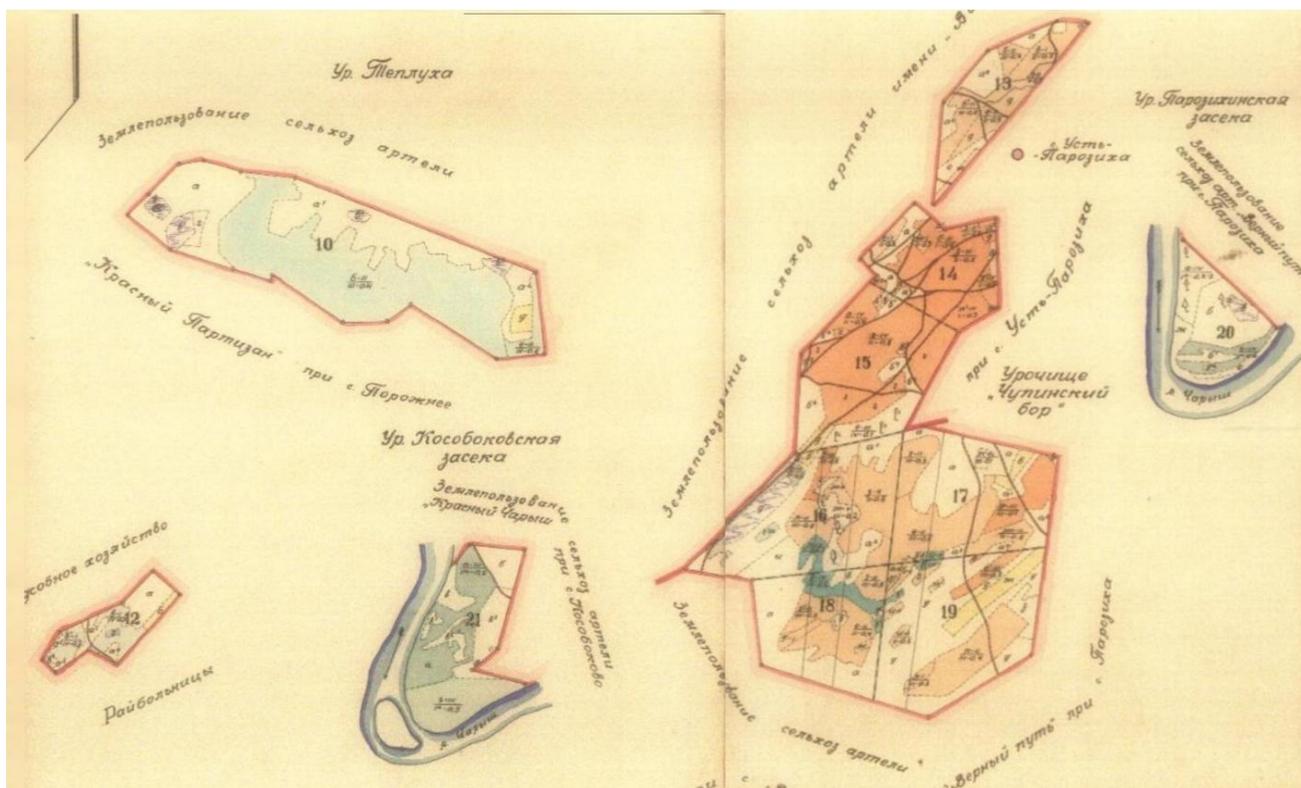


Рисунок 1.2 – Карта-схема Чупинского бора по состоянию на 01.01.1950 г.

Общая площадь бора за период с 1950 по 2014 гг. существенно увеличилась, главным образом за счет включения в него пойменных и колочных лесов. Покрытая лесом площадь увеличилась (от общей) с 44,4% в 1950 году до 89,0% в 2014 году, а доля лесных культур - с 4,3 до 21,3% (табл. 1.2).

Таблица 1.2 – Распределение покрытой лесом земель Чупинского бора по преобладающим породам, га/%

По состоянию на период учета	Покрытая лесом площадь	В т.ч. по преобладающим породам					
		сосна	береза	осина	тополь	ива	прочие
01.01.1950 г.	<u>326,4</u> 100	<u>253,83</u> 77,8	<u>63,6</u> 19,5	<u>8,97</u> 2,7	-	-	-
01.01.1972 г.	<u>872,77</u> 100	<u>479,44</u> 54,9	<u>25,98</u> 3,0	<u>210,94</u> 24,2	<u>6,17</u> 0,7	<u>111,7</u> 12,8	<u>38,54</u> 4,42
01.01.1983 г.	<u>963,54</u> 100	<u>530,44</u> 55,1	<u>35,37</u> 3,7	<u>11,63</u> 1,2	<u>186,32</u> 19,3	<u>199,78</u> 20,7	-
01.01.1995 г.	<u>1553,2</u> 100	<u>579,82</u> 37,3	<u>79,81</u> 5,1	<u>25,98</u> 1,7	<u>160,67</u> 10,3	<u>401,81</u> 25,8	<u>305,11</u> 19,6
01.01.2014 г.	<u>1710,7</u> 100	<u>876,25</u> 51,2	<u>125,0</u> 7,3	<u>35,29</u> 2,1	<u>221,72</u> 13,0	<u>170,34</u> 10,0	<u>282,1</u> 16,5

Таблица 1.3 – Распределение государственного лесного фонда Чупинского бора в различные периоды учета, га/%

По состоянию на период учета	Общая площадь	Лесные земли										Нелесные земли	
		покрытые лесом		не покрытые лесом							всего лесных земель	всего	в т.ч. угодья
		итого	в т.ч. лесные культуры	несомкнувшиеся лесные культуры	лесные питомники, плантации	редины	гари и погибшие древостои	шелюга	прогалины, пустоши	итого не покрытых лесом земель			
01.01.1950 г.	<u>735,4</u> 100	<u>326,4</u> 44,4	<u>31,8</u> 4,3	-	-	<u>19,9</u> 2,7	-	<u>108,3</u> 14,7	<u>194,4</u> 26,4	<u>322,6</u> 43,9	<u>649,0</u> 88,2	<u>26,8</u> 3,6	<u>17,4</u> 2,3
01.01.1972 г.	<u>1223,0</u> 100	<u>872,77</u> 65,89	-	<u>21,0</u> 1,72	<u>17,3</u> 1,41	-	-	-	<u>74,9</u> 6,13	<u>74,8</u> 6,12	<u>993,7</u> 81,25	<u>60,7</u> 4,96	<u>60,7</u> 4,96
01.01.1983 г.	<u>1326,1</u> 100	<u>963,54</u> 71,1	<u>35,6</u> 2,68	<u>13,8</u> 1,04	-	<u>10,0</u> 0,75	-	-	<u>48,4</u> 3,65	<u>58,4</u> 4,4	<u>1015,1</u> 76,55	<u>311,0</u> 23,45	<u>85,7</u> 6,46
01.01.1995 г.	<u>2095,1</u> 100	<u>1553,2</u> 74,1	<u>331,5</u> 15,8	<u>144,3</u> 6,8	-	-	-	-	<u>334,3</u> 16,0	<u>478,6</u> 22,8	<u>2031,8</u> 96,9	<u>63,3</u> 3,0	<u>51,9</u> 2,4
01.01.2014 г.	<u>1902,6</u> 100	<u>1710,7</u> 89,9	<u>404,8</u> 21,3	<u>68,6</u> 3,6	-	-	-	-	<u>89,4</u> 4,7	<u>158,0</u> 8,3	<u>1868,7</u> 98,2	<u>33,9</u> 1,8	<u>25,3</u> 1,3

Покрытая лесом площадь представлена следующими породами: сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.), лиственница сибирская (*Larix sibirica* Ledeb.), береза повислая (*Betula pendula* Roth), тополь дрожащий (осина) (*Populus tremula* L.), тополь черный (*Populus nigra* L.), ива остролистная (*Salix acutifolia* Willd.) (табл. 1.3).

Непокрытых лесом площадей стало меньше - с 43,9 до 8,3%, доля прогалин и пустырей уменьшилась с 26,4 до 4,7%.

На долю прочих древесных пород приходится в различные годы от 4,4 до 19,6% покрытой лесной растительностью площади.

Удельный вес сосновых насаждений в процентном отношении снизился с 77,8 (в 1950 г.) до 51,2% (в 2014 г.), однако площадь данных лесов увеличилась в 3,7 раза. Площадь березовых насаждений увеличилась до 125 га, в долевого отношении изменялась от 3,0 до 19,5%. Аналогичные изменения имели место и в осиновых насаждениях, за исключением 1972 года. Увеличение площадей, занятых тополями и ивой объясняется естественным зарастанием речной поймы Чарыша, а также посадкой культур тополя.

В лесном фонде Чупинского бора при лесоустройстве 1950 г. была использована классификация типов леса И.Ю. Месоеда (1934). Согласно этой классификации, большая часть покрытых лесом земель с участием сосны, березы и осины отнесены к типу леса свежий бор (А2). При лесоустройстве 1972 г. использовались две схемы типов леса. Часть лесов, в основном естественного соснового массива Чупинского бора была устроена по схеме И.Ю. Месоеда (1934), другая часть лесов, добавленная за счет присоединения пойменных и прирусловых частей р. Чарыш (с преобладанием ивы, осины и тополя) устроена по схеме Г.В. Крылова с соавт. (1958). Это было неудобно при назначении и проведении лесохозяйственных мероприятий, охране от пожаров и т.д. Поэтому, при лесоустройстве 1983 г. вся покрытая лесом площадь Чупинского бора и прилегающих лесов была устроена по схеме Г.В. Крылова (1958). Распределение покрытой лесом площади Чупинского бора по типам леса приведено в таблице 1.4.

Таблица 1.4 – Распределение покрытой лесом площади Чупинского бора по типам леса, %

Порода	Типы леса			Итого		
	A1	A2	A3			
По состоянию на 01.01.1950 г.						
С	3,0	277,2	-	280,2		
Б	-	39,47	-	39,47		
Ос	-	1,56	5,25	7,01		
Итого	3,0	318,2	5,25	326,4		
По состоянию на 01.01.1972 г.						
	(A1)	(A2)	БРТ	ИРТ	ТРТ	Итого
С	11,0	316,17	3,3	-	-	330,47
Б	-	7,7	18,3	-	-	26,0
Ос	-	1,8	17,4	1,74	262,35	283,29
Т	-	-	-	-	33,17	33,17
Ив	-	-	-	131,2	-	131,2
Вт	-	-	-	23,06	45,58	68,64
Итого	11,0	325,67	39,0	156,0	341,1	872,77
По состоянию на 01.01.1983 г.						
	ЗМ	ИКТБ	РТ	РТП	Прочие	Итого
С	157,4	-	186,54	-	-	343,94
Б	2,7	-	36,41	-	31	70,11
Ос	-	-	12,05	-	-	12,05
Т	-	-	0,26	141	18	159,26
Ив	-	155,4	-	164,38	53,7	373,48
В	-	-	2,64	2,12	-	4,76
Итого	160,1	155,4	237,9	307,5	102,7	963,54
По состоянию на 01.01.1995 г.						
	РТ	СРТ	БРТ	Прочие	Итого	
С	329,46	337,95	2,15	-	669,59	
Б	18,62	26,08	37,71	0,16	82,57	
Ос	17,89	-	4,3	0,64	22,83	
Т	-	-	-	151,21	151,21	
ИВД	-	-	-	101,3	101,3	
ИВО	-	-	-	303,4	303,4	
СР	-	222,33	-	-	222,33	
Итого	365,97	586,36	44,16	556,71	1553,2	
По состоянию на 01.01.2014 г.						
	РТ	РТП	ТБ	КРТ	Прочие	Итого
С	1076,8	-	-	1,02	65,08	1142,9
Б	81,99	-	29,7	4,34	0,98	117,01
Ос	32,01	-	-	8,44	-	40,45
Т	62,26	28,46	-	-	0,8	91,52
ИВ	42,56	43,04	-	-	2,88	88,48
ИВК	14,14	-	216,2	-	-	230,34
Итого	1309,76	71,5	245,9	13,8	69,74	1710,7

Примечание:

Год лесоустройства	Типы леса
1950 г. -	A1 - сухой бор; A2 - свежий бор; A3 - влажный бор
1972 г. -	A1 - сухой бор; A2 - свежий бор; БРТ - березняк разнотравный; ИРТ - ивняк разнотравный; ТРТ - топольник разнотравный
1983 г. -	ЗМ – зеленомошниковый; ИКТБ - ивняк кустарниковый травяно-болотный; РТ - разнотравный; РТП - разнотравно-пойменный
1995 г. -	РТ - разнотравный; СРТ - сосняк разнотравный, БРТ- березняк разнотравный
2014 г. -	РТ - разнотравный, РТП - разнотравно-пойменный, ТБ - травяно-болотный; КРТ - кустарниково-разнотравный

Лесоустроители привели в соответствие типы леса предыдущей и последующей схем типов леса, с соблюдением основных диагностических признаков: древесной породы, производительности, местоположения, типа условий, характера естественного возобновления. Так, например, насаждения, ранее относимые к типу леса свежий бор (A2) с преобладанием сосны, на выровненных участках, свежие по увлажнению, с негустым подлеском и хорошо развитым живым напочвенным покровом (ЖНП) из травянистых растений, удовлетворительным возобновлением стали относить к типу леса сосняк разнотравный (СРТ).

Схема типов леса Г.В. Крылова (1958) с изменениями и дополнениями в последующие годы наилучшим образом подходит для лесорастительных условий Чупинского бора, т.к. в большинстве случаев по характеру развития напочвенного покрова, подлеска и успешности возобновления главной породы позволяет отчетливо диагностировать типы леса.

Таким образом, при лесоустройствах 1950 и 1972 годов в сосновых лесах Чупинского бора преобладал тип леса свежий бор (A2), то с 1983 года произошло смещение в сторону разнотравного типа леса. Подобное происходит с березой, осинкой и тополем, так как постепенно среда трансформируется из специфичных типов леса в наиболее распространенный, разнотравный (РТ).

Сосновые леса Чупинского бора, произрастают в более благоприятных лесорастительных условиях, чем ленточные боры в целом, в которых средний класс бонитета составляет II,6 класса (Маленко, 2012).

В таблице 1.5 представлено распределение покрытой лесом площади Чупинского бора по классам бонитета. Для объекта исследований средний класс бонитета для всех пород составил – II,2, для сосновых лесов - I,6.

Таблица 1.5 – Распределение покрытой лесом площади Чупинского бора по классам бонитета, %

Классы бонитета							Итого	Средний класс бонитета
Ia	I	II	III	IV	V	Va		
По состоянию на 1950 г.								
-	$\frac{5,5}{8,6}$	$\frac{53,5}{65,0}$	$\frac{20,9}{25,4}$	$\frac{8,5}{12,5}$	-	-	$\frac{100}{100}$	$\frac{II,4}{II,3}$
По состоянию на 1972 г.								
$\frac{-}{1,8}$	$\frac{4,9}{23,4}$	$\frac{61,6}{72,7}$	$\frac{13,1}{22,4}$	-	-	-	$\frac{100}{100}$	$\frac{I,9}{II,2}$
По состоянию на 1983 г.								
$\frac{-}{1,8}$	$\frac{57,6}{57,8}$	$\frac{19,1}{27,5}$	$\frac{9,0}{14,8}$	$\frac{-}{12,2}$	-	-	$\frac{100}{100}$	$\frac{I,7}{I,6}$
По состоянию на 1995 г.								
-	$\frac{10,4}{21,7}$	$\frac{40,7}{76,1}$	$\frac{1,7}{14,9}$	$\frac{0,5}{31,9}$	$\frac{-}{0,6}$	$\frac{-}{1,5}$	$\frac{100}{100}$	$\frac{I,8}{II,6}$
По состоянию на 2014 г.								
$\frac{0,3}{0,4}$	$\frac{26,4}{42,0}$	$\frac{40,3}{54,4}$	$\frac{3,2}{10,3}$	$\frac{-}{21,0}$	$\frac{-}{1,6}$	-	$\frac{100}{100}$	$\frac{I,6}{II,2}$

Примечание: числитель - сосна; знаменатель - всего древесных пород.

Во временной динамике за небольшим исключением преобладают насаждения II класса бонитета, доля которых составляет от 40,3% для всех древесных пород, и 54,4% для сосновых лесов.

За период с 1950 по 2014 гг. класс бонитета сосняков вырос на 0,8 единицы. В то же время, в целом по лесному фонду он остался на прежнем уровне.

Показатель средневзвешенной полноты в пределах лесного фонда объекта исследований составил 0,65 (таблица 1.6). В группе низкополнотных насаждений средняя полнота уменьшилась на 33,3%, а в среднеполнотных и высокополнотных, напротив, увеличилась на 28 и 5,2% соответственно.

Таблица 1.6 – Распределение покрытой лесом площади Чупинского бора по группам полнот, %

Сроки учета (по состоянию) на	Группы полнот			Итого	Средняя полнота
	0,3-0,5	0,6-0,7	0,8-1,0		
01.01.1950г.	62,0	12,7	25,4	100	0,56
01.01.1972г.	61,3	31,9	6,9	100	0,51
01.01.1983г.	46,9	47,7	5,4	100	0,55
01.01.1995г.	15,6	75,9	8,4	100	0,63
01.01.2014г.	28,7	40,7	30,6	100	0,65

Распределение насаждений Чупинского бора по группам возраста неравномерное. В период исследований наибольшая площадь сосны приходится на молодняки, при большой доле средневозрастных и приспевающих древостоев, а наименьшие, площади сосняков приходятся на спелые и перестойные насаждения (таблица 1.7).

Таблица 1.7 – Распределение покрытой лесом площади Чупинского бора по группам возраста, %

Сроки учета (по состоянию) на	Молодняки		Средне- возрастные	Приспе- вающие	Спелые и перестойные		Итого
	I	II			всего	в т.ч. пере- стойные	
01.01.1972 г.	<u>0,8</u> 0,9	<u>27,0</u> 56,8	<u>24,6</u> 42,3	<u>1,5</u> -	<u>30,7</u> -	<u>15,4</u> -	<u>100</u> 100
01.01.1983 г.	<u>41,0</u> 76,3	<u>18,0</u> 23,7	<u>3,6</u> -	<u>37,3</u> -	- -	- -	<u>100</u> 100
01.01.1995 г.	<u>23,7</u> 71,6	<u>21,4</u> 9,3	<u>21,6</u> 16,9	<u>8,9</u> -	<u>15,4</u> 1,1	<u>9,1</u> 1,1	<u>100</u> 100
01.01.2014 г.	<u>13,8</u> 25,9	<u>23,1</u> 34,0	<u>6,0</u> 5,0	<u>23,1</u> 24,0	<u>20,7</u> 7,3	<u>13,3</u> 3,8	<u>100</u> 100

Примечание: числитель - всего древесных пород; знаменатель - сосна.

Распределение запасов сосны (таблица 1.8) по возрастным группам аналогично распределению по площади.

Таблица 1.8 – Распределение запаса насаждений Чупинского бора по группам возраста, м³

Сроки учета (по состоянию) на	Молодняки		Средне- возрас- тные	Приспе- вающие	Спелые и перестойные		Итого
	I	II			всего	в т.ч. перестойные	
01.01.1950 г.	<u>270,0</u>	<u>6090,0</u>	<u>16340,0</u>	-	-	-	<u>22700,0</u>
	210,0	5500,0	15700,0	-	-	-	21410,0
01.01.1972 г.	<u>34,0</u>	<u>3786,0</u>	<u>3794,0</u>	<u>223,0</u>	<u>3382,0</u>	<u>1487,0</u>	<u>12706,0</u>
	17,0	3543,5	3208,4	-	1,1	-	6770,0
01.01.1983 г.	<u>5578,0</u>	<u>2881,0</u>	<u>311,0</u>	<u>3997,0</u>	-	-	<u>12767,0</u>
	5410,4	2197,8	-	-	-	-	7608,2
01.01.1995 г.	<u>1084,0</u>	<u>552,0</u>	<u>4990,0</u>	<u>1260,0</u>	<u>3369,0</u>	<u>2180,0</u>	<u>13435,0</u>
	1053,0	315,0	1335,4	-	76,5	76,5	2856,4
01.01.2014 г.	<u>1548,4</u>	<u>7147,4</u>	<u>4385,0</u>	<u>8671,0</u>	<u>10343,2</u>	<u>6500,0</u>	<u>32095,0</u>
	1548,4	6519,9	3439,0	7981,7	1523,0	1174,4	21012,0

Примечание: числитель - всего древесных пород; знаменатель - сосна.

Наибольшие запасы молодняков и средневозрастных насаждений имелись в период с 1950 по 1995 год, а приспевающих, спелых и перестойных древостоев, в начале 2000-х годов.

Анализ основных таксационных показателей показал (таблица 1.9), что общий запас насаждений в бору по состоянию на 01.01.2014 с показателем 32095,0 м³, превысил на 41,4% аналогичный показатель 1950 г, тогда как по сосне оказался на 1,9% ниже, чем в 1950 г. При этом, общий средний прирост древесины в 1950 г. на 11,5%, а по сосне на 9,8% оказался выше, чем в 2014 году. Средний запас на 1 га лесопокрытой площади (69,0 м³) в 1950 г превысил аналогичный показатель в 2014 г. в 3,7 раза, а по сосне – в 3,5 раза.

Запас спелых и перестойных насаждений на 1 га в 1950 г. отсутствовал, а в 2014 г. составил: общий – 121,7 м³ и по сосне – 157,2 м³ соответственно. Общий средний прирост на период последнего лесоустройства (2014 г.) составил – 0,46 м³/га, сосны – 0,44 м³/га.

Средние таксационные показатели насаждений за исследуемый период показывают постепенный рост. В бору, начиная с 1972 года, происходит постепенное увеличение площади лесов, за счет посадки лесных культур сосны и естественного возобновления лиственных пород.

Таблица 1.9 – Основные средние таксационные показатели насаждений Чупинского бора

По состоянию на	Общий запас насаждений, м ³	Запас спелых и перестойных насаждений, м ³	Общий средний прирост, м ³	Средние таксационные показатели			Средний запас, на 1 га, м ³		Средний прирост на 1 га покрытой лесом площади, м ³
				возраст, лет	класс бонитета	полнота	покрытой лесом площади	спелых и перестойных насаждений	
01.01. 1950 г.	<u>22700</u> 21410	-	<u>873,07</u> 419,6	<u>26</u> 51	<u>II,2</u> II,4	<u>0,56</u> 0,55	<u>69,0</u> 84,3	-	<u>2,65</u> 1,65
01.01. 1972 г.	<u>12706,0</u> <u>6770,0</u>	<u>3382,0</u> -	<u>231,0</u> 141,0	<u>55</u> 48	<u>I,9</u> II,2	<u>0,51</u> 0,54	<u>14,6</u> 14,1	<u>219,9</u> -	<u>0,26</u> 0,29
01.01. 1983 г.	<u>12767,0</u> 7608,2	-	<u>532,0</u> 317,0	<u>24</u> 24	<u>I,7</u> I,6	<u>0,55</u> 0,62	<u>13,3</u> 14,3	-	<u>0,55</u> 0,60
01.01. 1995 г.	<u>13435,0</u> 2856,4	<u>3369,0</u> -	<u>407,1</u> 92,1	<u>33</u> 31	<u>II,7</u> I,8	<u>0,63</u> 0,68	<u>8,6</u> 4,9	<u>77,5</u> -	<u>0,26</u> 0,16
01.01. 2014 г.	<u>32095,0</u> 21012,0	<u>10343,2</u> 1523,0	<u>782,8</u> 382,0	<u>41</u> 55	<u>II,3</u> I,6	<u>0,65</u> 0,73	<u>18,8</u> 24,0	<u>121,7</u> 157,2	<u>0,46</u> 0,44

Примечание: числитель - всего древесных пород; знаменатель - сосна.

Анализ естественного возобновления в насаждениях бора по состоянию на 01.01.2014 года показал, что в чистых по составу средне и высокополнотных (0,6-0,9) сосняках 35-80-летнего возраста в типе леса разнотравный имеется благонадежный подрост сосны (таблица 1.10).

Таблица 1.10 – Распределение подроста сосны в насаждениях Чупинского бора

Характеристика насаждений					Характеристика возобновления			
площадь, га	состав	возраст, лет	полнота, ед.	тип леса	возраст, лет	густота, тыс. шт./га	высота, м	состояние
29,4	10С	35-75	0,6	РТ	10-20	0,5-1,5	1,0-2,0	благон.
77,4	10С	60-80	0,7	РТ	10-15	0,5-3,0	1,0-2,0	благон.
143,9	10С	60-80	0,8	РТ	10-15	1,5-3,0	1,0-2,0	благон.
18,7	10С	70	0,9	РТ	10	0,5	1,0	благон.
2,1	10С	40	0,3	КРТ	20	2,0	2,0	благон.
6,2	10С	65	0,8	КРТ	10	1,5	1,0	благон.
51,3	10С	65-85	0,7	КРТ	10-20	1,0-3,0	1,0-3,0	благон.
5,2	8С2Б	105	0,7	СК	25	2,0	2,0	благон.

Его возраст составляет 10-20 лет, высота 1-2 м, количество 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 имеется жизнеспособный подрост в количестве от 1,0 до 3,0 тыс. шт./га, которого, как и в типе леса РТ, в ряде случаев бывает недостаточно для успешного возобновления леса.

Выводы

1. Климат территории, занимаемой Чупинским бором резко континентальный. Территория по показателю теплообеспеченности и степени увлажнения относится к теплomu недостаточно увлажненному району.

2. Территория бора расположена в центральной части Приобского плато, представляющего собой слабоволнистую равнину, расчлененную на ряд грив и увалов. На территории бора распространены две основные группы почв: почвы боровой части и почвы колочных лесов. Боровые почвы образовались на песках и супесях, в условиях преимущественного влияния подзолистого и дернового процессов и водного режима почвогрунтов. На остепненных площадях наибольшее распространение имеют почвы черноземного типа. Черноземы встречаются как однородными контурами, так и в комплексе с другими почвами.

3. Изрезанность района исследований гидрографической сетью слабая. Уровень залегания грунтовых вод в поймах рек и отрицательных элементах рельефа находится на глубине 2-2,5 м., на водоразделах 10-15 м, в понижениях 3-4 м. На долю почв с избыточным увлажнением приходится 0,71% площади. По влажности большая часть почв - свежие (92%).

4. Покрытая лесом площадь на протяжении последних 70 лет увеличилась с 44,4% в 1950 году до 89,0% в 2014 году. Доля лесных культур возросла с 3,4 до 21,3%. Непокрытая лесом площадь снизилась с 43,9 до 8,3%. Основными лесобразующими древесными породами в бору являются: сосна обыкновенная, тополя, береза, осина, ивы. В лесокультурное производство дополнительно введены: лиственница сибирская, вяз мелколистный, вишня степная.

5. Преобладающим типом леса является разнотравный. Средний класс бонитета - II,2, сосны - I,6. Средневзвешенная полнота - 0,65. Общий запас насаждений в 2014 году составил 32095,0 м³, что на 41,4% больше, а сосны - 21012 м³ – 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 изменений площади и запасов насаждений за 70-летний период, вероятно, связана с изменением административных границ лесничества в сторону увеличения.

6. Естественное возобновление сосны в типах леса сосняк разнотравный и сосняк кустарниково-разнотравный удовлетворительное при минимальном количестве благонадежного подроста.

ГЛАВА II. СОСТОЯНИЕ ИССЛЕДУЕМОГО ВОПРОСА

2.1 Особенности роста сосны в различных фитоценозах степи

Сосна обыкновенная составляет основу лесных фитоценозов на юге Западной Сибири. На рост и устойчивость этой породы в условиях сухой, засушливой степи и лесостепи оказывает влияние ряд экологических факторов, среди которых: свет, тепло, влажность почвы и воздуха, почвенное плодородие, рельеф, уровень залегания грунтовых вод, строение генетического горизонта почв, содержание солей и карбонатов в почве. Исследованиями В.Н. Габеева (1990) установлено, что в ленточных борах, лесах лесостепной зоны и подзоны южной тайги, связь прироста с любым отдельно взятым климатическим фактором слабая.

Отношение хвойных пород к тепловому режиму воздуха и почвы можно оценить по географическому положению их естественного ареала, приходящегося на средние широты с умеренно холодным климатом. Произрастание хвойных в культуре значительно южнее естественных границ ареала показывает, что распространение их на юг ограничивает не избыток тепла, а преимущественно недостаточное увлажнение. Сосна, в островных борах в условиях короткого вегетационного периода Западной Сибири проникает даже до границы с полупустыней благодаря песчаным почвам, на которых слабее, чем на суглинках, выражена почвенная засуха. Необходимо отметить, что засухоустойчивость растений повышается с увеличением их возраста за счет увеличения водоудерживающей способности тканей и структурной засухоустойчивости (Бирюков, 1979). Так, лиственница сибирская успешно произрастает значительно южнее своего естественного ареала (Миронов, 1977).

Сосна обыкновенная отличается высокой устойчивостью к низкой относительной влажности воздуха. Однако она не может выносить длительного завядания и восстанавливать после этого тургор, как это свойственно растениям пустыни. По мнению Б.А. Алипова и др. (2022), только лиственница сибирская в подобных условиях способна формировать высокопродуктивные древостои.

Для роста сосны большое значение имеет наличие в верхнем корнеобитаемом слое почвы легкого механического состава. Особенно сильно это проявляется в степных условиях, и в меньшей мере – в лесной зоне. Так, в Московской области почти все сосняки на песчаных, супесчаных и даже на суглинистых почвах (за исключением заболоченных) относятся к I-Ia классам бонитета (Зеликов, 1971).

Г.Ф. Морозов (1921) отмечал, что на лучший рост сосны в пристепных борах оказывает влияние не собственно механический состав почвы, а более благоприятный режим влажности вследствие лучшего влагонакопления после снеготаяния.

На близководных песках степной зоны Ростовской области лучший рост сосны наблюдался на участках с залеганием грунтовых вод не глубже 1-1,5 м. При весеннем подъеме уровня до 0,4-0,5 м и опускании к осени до 1,0-1,5 м сосновые культуры 50-55 лет развивались по Ia классу бонитета.

Более напряженный водный режим в степных районах создается на эродированных песчаных почвах. При их поверхностном разрушении водный режим изменяется мало, поэтому увлажнение, а, следовательно, и рост сосны большей частью ухудшаются незначительно. Однако в 20-летних культурах сосны при этом не обнаружена разница в росте, так как основная масса поверхностных боковых корней сосредоточена в верхнем мало-влагоемком и бедном песке, а не в погребенной гумусированной почве, до которой якорные корни добиваются в более позднем возрасте (в 40-50 лет), где формируется дополнительный ярус боковых горизонтальных корней (Даньшин, 1971).

Наблюдения за увлажнением в бугристых песках (Зюзь, 1968) на облесенном и безлесном участках с глубокими грунтовыми водами (8-10 м) позволили установить, что водный режим здесь относится к периодически промывному типу при крайне неравномерной влагозарядке по элементам рельефа. В песчаных буграх высотой более 2 м непосредственно под их вершинами (глубже 1 м) обычно наблюдается плохо увлажненное «ядро иссушения». Это типичный импермацидный горизонт (по Г.Н. Высоцкому) с увлажнением на

уровне труднодоступной влаги (Роде, 1952). На склонах влажность выше, а в котловинах иногда наблюдается даже кратковременное весеннее переувлажнение, обусловленное скоплением снега на незаветренных частях склонов (Зюзь, 1968).

Необлесенные слабо-заросшие травой бугры наносного (перевейного ветром) песка отличаются несколько меньшим, чем под сосняками, иссушением песка в верхних корнеобитаемых слоях, хотя режим увлажнения одинаковый. В целом всхолмления бугристых песков в сухой степи по режиму увлажнения приближаются к песчаным землям аридных областей, где главные факторы иссушения - степень их зарастания растительностью и уплотнение (связность). Чем рыхлее песчаная масса, тем она в пустынных условиях влажнее и более благоприятна для растительности (Высоцкий, 1952, 1960 и др.). В песках степной зоны, как и в лесной зоне, главный фактор их увлажнения – влагоемкость. По существу, песчаные бугры в какой-то степени напоминают полупустыню вследствие недополучения ими осадков из-за особенности рельефа. Исследованиями Г.Н. Высоцкого (1930) установлено, что накопителями влаги являются не песчаные, голые или слабо-заросшие бугры, а котловины, через которые за счет накопления верховодки пополняются грунтовые воды.

Не менее важной является и орография места произрастания. Лучшие условия для произрастания сосны обыкновенной в аридных условиях складываются в понижениях рельефа. Как следствие, насаждения в понижениях имеют большую среднюю высоту и интенсивно прирастают в высоту с первых лет после посадки, а на вершине заметно отстают в росте. Пиковое значение текущего прироста в высоту наступает раньше в насаждениях, произрастающих в понижениях (в 9 лет), затем на середине склонов (18 лет) и затем на вершине холмов – после 20 лет (Осипенко, Залесов, 2016).

В степной зоне, несмотря на почвенную засуху, в сосновых культурах на песках древесный полог уменьшает испарение, что помогает расти самой сосне. При этом при близком залегании грунтовых вод в степи становится заметной иссушающая роль леса (Высоцкий, 1930).

Переувлажнение, в большинстве случаев является отрицательным фактором, укорачивающим продолжительность вегетационного периода. Наблюдениями В.В. Миронова (1977) в Бузулукском бору, установлено, что молодые культуры сосны лучшим приростом отличались в годы с весенним подтоплением.

При оценке плодородия почв в условиях искусственного возобновления хвойных пород следует особо подчеркнуть значение органического вещества в почве (Тюрин, 1940). Хвойные породы относятся к растениям преимущественно микотрофного типа питания (Лобанов, 1953). При сильном недостатке азота и малом содержании в поверхностных слоях органического вещества активное развитие микоризных грибов задерживается. По этой причине в ряде европейских стран в посевных отделениях питомников, в качестве стандарта, принято содержание в пахотном слое органического вещества на уровне 6-8%.

При разработке классификации почв по лесопригодности особое внимание должно уделяться гранулометрическому составу, глубине залегания грунтовых вод, степени их минерализации, наличию токсичных концентраций вредных ионов легкорастворимых солей в почвах и почвообразующих породах, степени солонцеватости (Азбаев и др., 2019).

По мнению А.А. Гурского (2008) на зональных почвах сумма солей или их раздельное содержание (хлоридов, сульфатов и т.п.), глубина и мощность залегания карбонатного горизонта могут являться дополнительным признаком угнетения в росте древесной растительности. По данным Е.Н. Чешуинова и Ю.П. Демакова (2006), сосна менее отзывчива на содержание гумуса, чем, береза, что не позволяет однозначно судить о взаимосвязи продуктивности и выживаемости лесных культур от почвенного плодородия. С.В. Залесов с соавт. (2017) считают, что основным фактором, лимитирующим лесопригодность почвы, является степень засоления и процентное содержание натрия и магния. Подобные классификации, составленные для степных регионов России, учитывающие местные особенности, могли бы качественно улучшить результаты лесокультурных работ.

Высокая приспособленность сосны к жестким почвенно-грунтовым условиям во многом определяется свойствами ее всасывающих корней, особенностями укоренения и повышенной эффективностью жизнедеятельности всей корневой системы. Последнее устанавливается по соотношению между приростом древесины, количеством хвои и массой всасывающих корней, т.е. по расчетной эффективности жизнедеятельности корней или хвои.

В раннем возрасте у сосны наблюдается меньшее участие корневой системы в общей массе растения. Так, по данным А.П. Щербакова (1954), у 1-летних сеянцев сосны доля корней составляет 23%, ели 31%, лиственницы сибирской 56%, кедра сибирского 48% от общей массы. В последующие годы крона сосны нарастает быстро, а доля корней у хорошо растущих сеянцев резко уменьшается – до 1-3% (Смирнов и др., 1975). Следовательно, для обеспечения прироста древесной массы сосна нуждается в меньшем количестве мелких корней по сравнению с другими хвойными породами.

Занос поверхности котловин выдувания эоловым наносом, даже небольшим слоем (0,1-0,2 м), способствует усилению прироста сосны с возрастом, так как увеличивается мощность благоприятного по плодородию и рыхлости корнеобитаемого слоя. В этом случае усиливается необходимая для надземной части и корневой системы взаимная стимуляция зависимых процессов (Шмальгаузен, 1961).

О высших пределах почвенного плодородия для сосны говорить трудно, так как на плодородных почвах все хвойные породы не используют запасы элементов питания полностью даже в самом верхнем слое. В.Д. Зеликов (1971) определил, что запасы доступных элементов питания (фосфора, калия, общего азота) в почве значительно превышают потребность в них леса. Однако в естественных условиях сосняки часто растут на почвах, где запасы элементов питания в сумме или каждого из них в отдельности недостаточны для полного обеспечения потребностей этой породы.

А.Я. Орлов (1973) считает, что улучшение роста сосны с переходом от бедных почв к более плодородным в лесной зоне происходит в связи с тем, что

устойчивый режим увлажнения и аэрации сочетается с обогащенностью почвообразующих пород зольными элементами вследствие более благоприятного минералогического и механического состава песков или появления прослоек суглинков. В этих условиях улучшается снабжение азотом, тормозится подзолообразованием и, возможно, стимулируется жизнедеятельность микроорганизмов. Азот и зольные элементы аккумулируются не только в подстилке, но и в верхних минеральных слоях почвы, что содействует укоренному росту сосны.

Установлено (Турчина, Банникова, 2023), что успешность роста сосновых культур на бугристых песках в Ростовской области, зависит от увлажнения и плодородия почвы. На склонах и в низинах с погребенными почвами, рост культур сосны до 25-30 лет хороший, затем снижается с II-III класса бонитета до III-IV. Там же на буграх и крутых склонах вследствие напряженного водного режима прирост сосны начинает резко снижаться с 17-20 лет, а в котловинах выдувания рост сосны соответствует Va классу бонитета, вследствие отсутствия плодородного слоя почвы. Обычно это явление объясняют недостаточным количеством питательных веществ, влияющих на величину прироста, что не соответствует современным представлениям о популяциях как саморегулирующихся биологических системах.

В культурах проявляется отрицательное влияние на хвойные породы карбонатов и засоленности почв. Естественные лесные почвы, как правило, не связаны с нежелательным для хвойных пород химизмом. Наличие карбонатов (CaCO_3) обычно улучшает лесорастительные условия благодаря тому, что углекислый кальций содействует накоплению гумуса, препятствует оподзоливанию лесных почв, а также улучшает их водно-физические свойства и структуру.

Нередко в лесостепных областях европейской части СССР естественные островные боры и культуры сосны удовлетворительно растут на маломощных и сильно смытых склонах при подстилании почв плотными карбонатными породами. Так, на дерново-карбонатных почвах Белгородской области, где

мощность горизонта А1 составляет 15-25 см, а с глубины 20-30 см залегает меловой рухляк, были изучены насаждения сосны обыкновенной и дуба (Щепашенко, 1972). В меловом рухляке корней оказалось мало, а в плотном меловом слое они вообще распространены только по трещинам. Ввиду малой мощности корнеобитаемого слоя и мелкого укоренения дуб растет плохо, древостой преимущественно V класса бонитета и реже IV. Сосняки представлены I-III классами бонитета в зависимости от мощности дернового горизонта и глубины укоренения, иногда в 50 лет достигают средней высоты 17,6 м. Период быстрого роста при этом был укороченный. Для сосняков I класса бонитета, быстрый рост отмечали только в молодом возрасте, а после 20 лет наступает затухание прироста.

Примесь карбонатов на глубине 0,2-0,7 м в песчаных почвах лесостепных и степных районов Заволжья, как правило, приводит к улучшению роста сосны в культурах (Миронов, 1974).

По данным Л.И. Степанова (1974) в сосновых культурах ленточных боров Павлодарского Прииртышья карбонаты в виде белоглазки и пятен мергеля, обычно залегающих на глубине 70-120 см, не мешает удовлетворительному и хорошему росту сосны даже при наличии извилистости вертикальных корней.

А.Ак. Гурский и др. (2008) утверждают, что с увеличением содержания в почве карбонатов средняя высота сосны в возрасте 15 лет снижается, а также ухудшается общее состояние культур. Наиболее четко зависимость продуктивности культур от содержания карбонатов проявляется при их наличии в корнеобитаемом слое почвы 0-50 см, что подтверждается высокой корреляционной связью. Также высокую корреляционную связь с высотой культур имеют показатели суммы легко растворимых солей и объемная масса почвы.

Исследованиями П.П. Дмитриева и др. (1979) установлено, что уровень содержания в почве карбонатов влияет не только на рост деревьев сосны, но и на общее состояние культур. Так на отдельных участках с иловато-пылеватым суглинком содержание карбонатов на уровне 8% привело к полной гибели

культур сосны, а при содержании карбонатов в 0-50 см слое почвы на уровне 8-9%, доля усохших деревьев составила 65%. Критическим порогом содержания карбонатов в слое 0-50 см для роста сосны является уровень в 12-13%, при котором в возрасте 15-20 лет культуры сосны погибают на 85-90%.

Во всех рассмотренных случаях повышенная примесь карбонатов связана с почвами, имеющими дерновый горизонт с заметным количеством гумуса. Даже на перевейных песках степной зоны в случаях высокой карбонатностью, содержание органического вещества в корнеобитаемой зоне составляет около 0,3%. Можно предположить, что наличие органического вещества, значительная примесь пылеватых и глинистых частиц в сочетании с карбонатами обеспечивают удовлетворительные, а иногда и хорошие лесорастительные условия. Явлений токсичности и угнетения роста сосны нигде не отмечено. Только в случаях близкого к поверхности залегания плотных карбонатных прослоев (не глубже 10-20 см) внезапная засуха может вызвать гибель сосны в молодых культурах при их мелком укоренении.

Засоленность (солончаковатость, солонцеватость) и другие явления нежелательного химизма, как правило, несовместимы с требованиями хвойных пород. В районах Западно-Сибирской низменности на территории Казахстана четвертичные древнеаллювиальные или озерно-аллювиальные пески нередко имеют небольшую мощность и подстилаются засоленной третичной глиной. В таких случаях корневая система сосны обычно сосредоточена в верхней части, выше капиллярной каймы от засоленных грунтовых вод. Опускание грунтовых вод и понижение верхнего уровня капиллярной каймы вызывают выщелачивание солей и углубление корней, а подъем, напротив - отмирание.

Многолетние исследования в лесных культурах сосны на солонцеватых почвах и солонцах в лесостепных областях Зауралья подтвердили положение о том, что солонцеватые почвы и солонцы в разных климатических областях и условиях почвообразования с учетом свойств почвообразующих пород далеко неодинаковы в лесорастительном отношении. В лесостепных областях они, как правило, более выщелочены и лесопригодны, что позволяет в ряде случаев

выращивать на них даже сосновые насаждения, хотя более пригодны для этих целей лиственные породы (Фрейберг, 1968, 1972).

В.А. Усольцев и А.И. Колтунова (2012) отмечают в своем обзоре, посвященном лесопригодности почв, что на дерново-боровых почвах, сформировавшихся когда-то под лесом при глубине грунтовых вод до 5 м, формируются устойчивые насаждения, характеризующиеся классом бонитета от I до III, в зависимости от степени доступности почвенной влаги. В то же время, разводить лес на тёмно-каштановые (зональные) почвы авторы считают бесперспективным вследствие глубокого залегания грунтовых вод.

В лесоводственной литературе подчеркивается пластичность корневой системы сосны. Однако в большинстве случаев лиственные породы обладают более высокой пластичностью, т.е. укореняются быстрее и разнообразнее, чем сосна, поскольку они филогенетически моложе хвойных (Востриков, 1940).

Представления о высокой пластичности корневой системы сосны сложились на том основании, что у нее наряду с хорошо выраженным стержневым корнем в ряде случаев корни бывают только поверхностные. В действительности эти факты говорят о жесткости типа укоренения и об отклонениях от этого основного типа при отсутствии необходимых условий для его проявления. Основной тип укоренения-филогенетический (генотипический) - проявляется у сосны, если она произрастает в оптимальных для нее почвенно-грунтовых условиях.

М.Е. Ткаченко (1939) выделил у сосны три типа корней, соответствующие определенному сочетанию почвенно-грунтовых условий: мощная корневая система с развитыми стержневыми боковыми корнями - на почвах достаточно свежих и хорошо дренированных; поверхностная корневая система с мощными корнями при слабом развитии стержневого корня - на сухих почвах с глубоким залеганием грунтовых вод; слабо развитая, состоящая только из поверхностных коротких и редко разветвленных корней - на избыточно увлажняемых и болотных местоположениях. Эти типы корней свойственны и для лесной зоны.

Заметно меняется строение корневой системы сосны в степях. На сухих песчаных почвах в степной зоне распространение скелетных корней наиболее точно отражает условия увлажнения, свойственные тем или иным местоположениям песчаных террас степных рек.

Исследования В.В. Миронова (1974) показали, что к основным факторам, определяющим глубину укоренения в этих условиях, относится корневая доступность капиллярно-подпертой влаги, а не только влажность верхних слоев корнеобитаемой толщи.

Необходимо отметить, что сухой климат сильно влияет на приживаемость посадочного материала с закрытой корневой системой. Нарушение технологий посадки, невысокая изначальная густота посадки, а также тенденция корней сеянцев к использованию торфа в субстрате кома может приводить к усыханию корней и последующей гибели растений (Ананьев и др., 2017; Гоф, Жигулин, Залесов, 2019).

Сосна обладает чрезвычайно разнообразными приспособительными механизмами к эдафическим условиям. С учетом этого, необходимо уделять особое внимание выбору лесокультурной площади, характеристике почв, применяемой агротехники выращивания культур, определив их целевое назначение при проведении своевременных соответствующих лесоводственных уходов и мер борьбы с вредителями сосны с целью повышения устойчивости и продуктивности формируемых искусственных фитоценозов (Габеев, 1990).

Лиственница сибирская (*Larix sibirica* Ledeb.) оценивается как быстрорастущая порода, способная формировать насаждения с повышенными запасами древесины по сравнению с елью и сосной. При рассмотрении возможностей использования лиственницы в лесных культурах следует учитывать ее биологические свойства и требования к комплексу экологических факторов. Огромный естественный ареал свидетельствует о большой стойкости к разнообразным климатическим условиям. Особенно мало требовательна – лиственница к теплу и тепловому режиму почвы - произрастает даже в условиях мерзлоты. Хотя она способна расти на самых разнообразных почвах, а благодаря

способности к глубокому укоренению довольно засухоустойчива, все же из-за требовательности к плодородию высокая продуктивность ее культур не всегда возможна. Так по данным А.А. Маленко (2010, 2012) лиственница сибирская в культурах в южной, центральной и северо-восточной частях ленточных боров уступает местной сосне в росте и запасу древесины.

Лиственница сибирская весьма отзывчива на карбонатность почвы. Лучшие культуры во Владимирской области, произрастая на дерново-карбонатных почвах, в возрасте 100 лет имели запас ствольной древесины в объеме 800 м³/га, из которой доля деловой составляет 80-90%. Однако, на обычных лесных и бедных или сырых почвах, лиственница растет быстрее сосны только до 20-25 лет, после чего начинает отставать от сосны в росте (Калиниченко, Писаренко, Смирнов, 1967, 1973). Большее значение имеет лиственница сибирская и Сукачева для лесостепной зоны Юго-Западной Сибири. Являясь засухоустойчивой древесной породой, на сравнительно плодородных серых лесных, оподзоленных и выщелоченных черноземах, характеризуется весьма быстрым ростом.

Согласно данным Ф.Н. Харитоновича (1968), в левобережной лесостепи Украины на серых лесных почвах запас древесины лиственницы в 32-летнем возрасте составил 500 м³/га. В засушливой степи Казахстана культуры лиственницы отличаются от культур сосны более высокой устойчивостью к засухам, более развитой корневой системой и меньше повреждаются от зимнего физиологического обезвоживания (Верзунов, 1986).

Выращивание лиственничных насаждений в байрачной степи на черноземах обыкновенных, а также в Башкирии, Куйбышевской и Оренбургской областях имело хорошие результаты. По данным Ф.Н. Харитоновича (1968), в 56-летних культурах лиственницы сибирской накопилось 400 м³/га древесины.

В Чупинском бору имеются смешанные посадки лиственницы сибирской и сосны обыкновенной в возрасте завершения II класса возраста, результаты исследований которых будут приведены в работе далее.

Одним из основных факторов, приводящих к нарушению и деградации лесных фитоценозов в островных степных борах, являются лесные пожары.

Возникая в сухих и засушливых условиях на песчаных почвах, пожары достигают больших масштабов, уничтожая лесные насаждения, нанося большой ущерб экосистеме в целом. В работах В.И. Заблоцкого (2000, 2006); А.А. Малиновских (2001, 2003, 2015а, 2015б); А.Н. Куприянова др. (2003), Л.В. Буряк (2007, 2021); Н.С. Гамова (2014); и др., отмечалась не только исключительно высокая природная пожарная опасность степных лесов юго-западной Сибири, но и низкая устойчивость древостоев к воздействию огня, что приводило к их гибели и образованию непокрытых лесом площадей, постепенно трансформирующихся в степные травянистые ассоциации. Также исследователями затрагивался вопрос накопления напочвенных лесных горючих материалов (Иванова, 1985; Фуряев, Заблоцкий, Черных, 2005; Буряк, Янковский, 2007; Буряк, Сухинин, Москальченко, 2008; Манаенков, Егорова, 2013; Фуряев, 2013; Савин и др., 2018; Савин, Маленко, Пономарев, 2019; Новокшонов, Залесов, 2020; Иванова, Иванов, 2020; Савин, и др., 2023). Динамика данного процесса сильно различается в зависимости от географического положения, породного состава, возрастной структуры и происхождения лесов, а также мер противопожарного обустройства и лесоводственных мероприятий.

В лесохозяйственной практике большой интерес представляет опыт выращивания предварительных культур сосны в березовых насаждениях лесостепного Зауралья. Основным лимитирующим фактором авторы считают освещенность, а обязательным условием – уборку древостоя березы через 3-5 лет после посадки сосны (Залесов и др., 2016).

Сомкнутость полога зависит от условий произрастания и в различных регионах страны возраст смыкания будет различный. Так, в Пристепных борах Украины общее смыкание лесных культур наступает в 7-8 лет (Старостенко, 1968), на Придонских песках – в 6-7 лет (Бондаренко, 1966). По данным В.Е. Смирнова (1966) в ленточных борах смыкание сосновых культур, произрастающих на каштановых почвах и черноземовидных супесях, наступает в 6-7 лет, что служит одним из критериев перевода их в покрытые лесом земли.

Также исследованиями А.И. Колтуновой (2005) установлено, что почвенные факторы напрямую влияют на продуктивность древостоев, индикатором чего являются количественные показатели фитомассы растительности на единице площади.

Ярким показателем, отражающим рост деревьев в прошлом и состояние их в настоящее время, является ход роста в высоту. В.Г. Нестеров (1961) считает, что тенденция усиления или падения прироста по высоте является ярким признаком развития дерева.

Установлено, что одним из главных факторов, снижающих прирост по высоте, является недостаток света для ассимиляционных процессов затененной части крон деревьев. Так, исследование А.С. Касаткина (2012) показывает, что для доминантных деревьев расстояние, на котором центральное дерево максимально чувствует конкурентов и этот процесс протекает наиболее ожесточенно, равно 8 м, для среднеразвитых – 4 м, для угнетенных – 3 м.

Изучение закономерностей роста и продуктивности сосны в условиях дефицита влаги является ключевым фактором для успешного лесовосстановления и лесоразведения в степи, а также на вырубках и гарях. Эти проблемы в своих работах поднимали 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; Воронков, 1967; Ахмеров, 1967; Габеев, 1968; Ichim, 1968; Гаель, 1971; Таран, 1973; Кузнецов и др., 1976; Берников, Зайков, 1977; Бабенко, Коробов, 1978; Бирюков и др., 1979; Атрохин, 1980; Ерусалимский, 2005; Crescente-Campo, Pommerening, Rodríguez-Soalleiro, 2009; Чефранова, 2015; Осипенко, 2016; Осипенко, Залесов, 2017; Kara, Toraçoğlu, 2018; Гоф и др., 2019; Иозус, Завьялов, Бойко, 2019; Navarro-Cerrillo, Sánchez-Salguero, Rodriguez, 2019; Бурдучкина, 2020; Samec, Zapletal, Lukeš, Rotter, 2020; Копытков, Боровков, Таирбергенов, 2021; Ting Zhang, Lining Song, Jiaojun Zhu, 2021; Турчина, 2022; Измайлова, 2023; Казаков, Проказин, Мартынюк, 2023; Jitang Li, Yuyang Xie, Tuaya

Wulan, 2023; Navarro-Cerrillo et al., 2023; Vospernik, et al., 2023) и др. Согласно данным Г.Р. Эйтингена (1962), в северных широтах наибольшая величина прироста в высоту наступает в 40 лет и позже, в средней полосе России эта величина составляет 25 лет, а в Воронежской области - в 15-летнем возрасте. Впоследствии это подтвердил В.Г. Нестеров (1961), связав возраст начала проведения рубок с широтой местности.

В культурах сосны различной густоты Западной Сибири кульминация прироста в высоту наступает в 9-10 лет (Габеев, 1971), на черноземах Казахстанского мелкосопочника - в возрасте 13-15 лет (Макаренко, 1978), в Пристепных борах Украины - в 7 - 8 лет (Старостенко, 1968), на Придонских песках - в 6 - 7 лет (Бондаренко, 1966). В северо-восточной части ленточных боров кульминация наступает с 9-ти летнего возраста. При этом в лесных культурах, независимо от типов посадки и в естественных молодняках, кульминация наступает примерно в одно и то же время (Смирнов, 1966).

По материалам исследований и на основании обобщения литературных данных по ходу роста (Кузьмичев, 1963; Огиевский, 1966) и по высоте культур (Поляков, 1957; Сибитев, 1959; Четин, 1961; Берникова, Зайкова, 1977). В.Н. Габеевым (1982) выявлены особенности хода роста искусственных насаждений сосны в высоту и их производительность на различных типах почв во всех районах лесостепи Западной Сибири. Им установлено, что за некоторым исключением на всех почвах лесостепных районов Западной Сибири культуры сосны хорошо растут и формируют древостои Iа и II классов бонитета. Насаждения более низкой продуктивности произрастают главным образом на солонцах, солончаках, лугово-солонцеватых и осолодело-солончаковатых почвах (IV кл. бонитета), черноземах оподзоленных с близким уровнем залегания засоленных грунтовых вод, солонцах глубокостолбчатых и обыкновенных черноземах с засоленной подпочвой (III кл. бонитета), а также на лугово-черноземных карбонатных почвах, если наблюдается высокое скопление карбонатов вблизи поверхности почвы. Результаты сравнения хода роста культур с данными бонитетной шкалы М.М. Орлова показывает, что первые 10 лет, а

иногда и позже, культуры, как правило, уступают по высоте высокобонитетным естественным древостоям. Но в последующем они быстро переходят в более высокие классы бонитета, сохраняя большую энергию роста во II и III классах возраста. О продуктивности культур на луговых, аллювиальных, лугово-болотных, болотных почвах, солонцах, солончаках, а в отдельных случаях на лугово-черноземных почвах и черноземах южных следует судить в возрасте старше 25-30 лет.

2.2. Искусственные насаждения Чупинского бора

Началом проведения лесовосстановительных работ на территории Чупинского бора считается создание защитных насаждений из шелюги красной (*Salix acutifolia* Willd.) и культур тополя бальзамического сибирского (*Populus balsamifera* L.) в 40-е годы прошлого века с целью закрепления береговой линии I-й надпойменной террасы и дефляционно-опасных склонов левого берега р. Чарыш в окрестностях с. Голомыскино, Кособоково и др. (Смирнов, 1966). Обработка почвы на выровненных участках проводилась бороздами, подготовленными конным плугом и площадками в труднодоступных местах (Извекова, 2003). Черенки и прут шелюги заготавливались в защитных полосах временного питомника, здесь же выращивались укорененные черенки тополя. Всего до 1950 года ручным способом было создано 108,3 га защитных насаждений шелюги и 31,8 га культур тополя.

Первые культуры сосны были созданы в 1956 г. по границе естественного леса и прилегающей степи, заканчивающейся левым берегом р. Чарыш. Почва дерново-карбонатная среднemocная (навеянная) и погребенная (чернозем обыкновенный) обработана плужными бороздами, посадка сосны ручная, проведена по схеме 2,5×0,7 посадочным материалом сосны 2-летки, выращенной в ленточных борах. Культуры росли по Ia классу бонитета, в возрасте 64 г. имели запас 468 м³/га (рисунок 2.1). На рисунке 2.2 приведен схематический план размещения основных площадей лесопосадок, выполненных в различные годы в Чупинском бору.



Рисунок 2.1 – 64-летние культуры сосны, густота – 870 шт/га, кл. бонитета – Ia, запас – 468 м³/га.

Массовые посадки сосны в бору стали создаваться с 1965 г. преимущественно в юго-западной его части (сектор 1) и завершались в верхней части восточного склона (рисунок 2.3, 2.4), а также I-й и II-й надпойменных террасах р. Чарыш (рисунок 2.5, 2.6).

Лесокультурная площадь представлена остепненной прогалиной, изрезанной сильно пересеченным рельефом, наличием дефляционно-опасных участков, осложняющих проведение лесопосадок. Культуры сосны со стороны господствующих юго-западных ветров, создавались загущенной посадкой, достигающей густоты до 10-13 тыс. шт./га.

Культуры в окрестностях с. Самсоново (сектор 2) созданы на бывших пахатных землях по ровному рельефу, характеризуются посадкой сосны парными рядами и широкими междурядьями по схеме 4-2,0×0,7м, густотой 5-6 тыс. шт./га (рисунок 2.7).

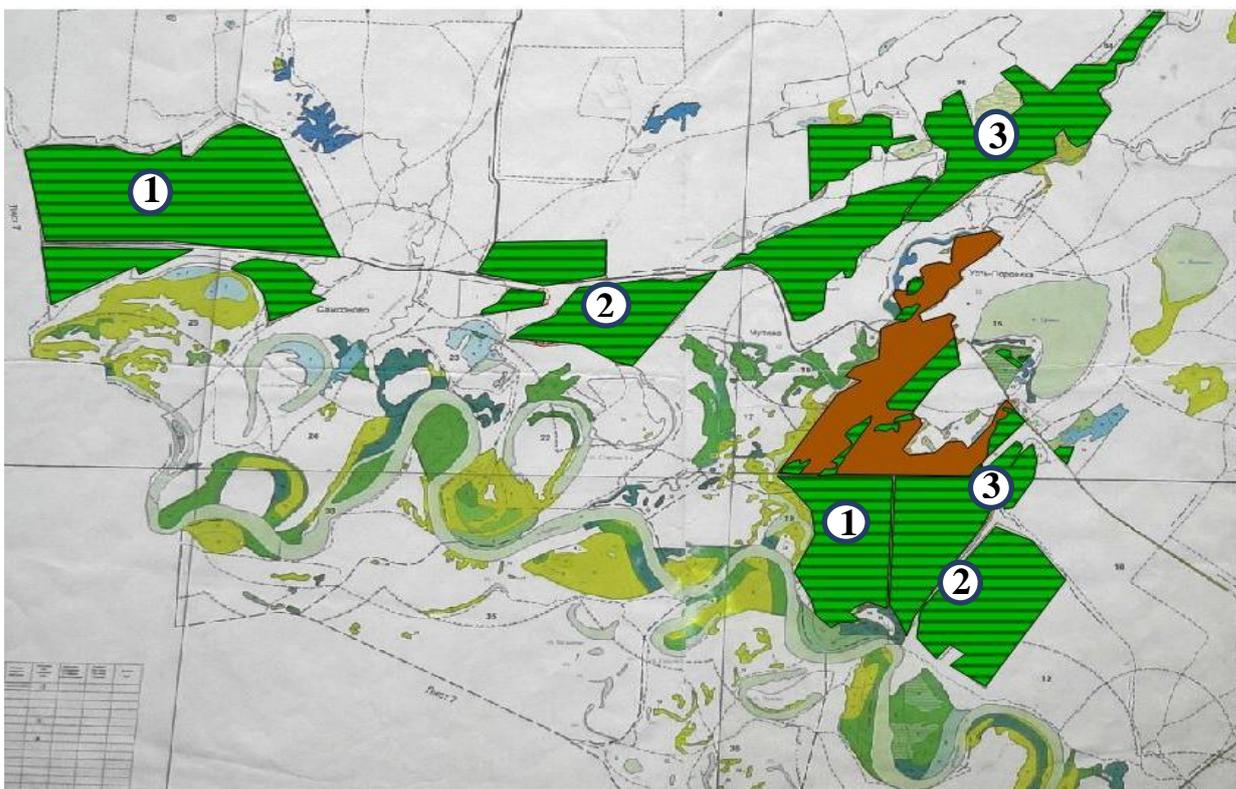


Рисунок. 2.2 – Схематический план лесовосстановительных работ в Чупинском бору

① - номер сектора, ■ – естественный древостой, ■ – лесные культуры



Рисунок 2.3 – Культуры сосны в верхней части склона на левом берегу р. Чарыш



Рисунок 2.4 – 27-летние культуры сосны загущенной посадки на серой лесной погребенной супесчаной (навеянной) почве



Рисунок 2.5 – 25-летние культуры сосны на I-й надпойменной террасе



Рисунок 2.6 – 25-летние культуры сосны на II-й надпойменной террасе



Рисунок 2.7 – Разновозрастные культуры сосны на землях, вышедших из сельхозпользования

Посадки сосны в секторе-2 (рисунок 2.8, 2.9) с юго-западной стороны бора создавались на площадях со средневсхолмленным бугристо-грядовым рельефом, что резко ограничивало возможность применения средств механизации.



Рисунок 2.8 – Культуры сосны на навейных почвах со сложным бугристо-грядовым рельефом



Рисунок 2.9 – Культуры сосны на юго-восточной границе бора

За 40-летний период в лесном фонде Чупинского бора (с 1985 по 2012 г.) было создано 3458 га хвойных, наиболее ценных искусственных лесных насаждений с ОКС, а персонал наработал большой опыт по лесовосстановлению с использованием посадочного материала с ОКС и ЗКС. Приживаемость лесокультур в первый год роста в среднем составила 51-73% (исключение составил 1996 г. – 41%) (табл. 2.1).

Таблица 2.1 – Результаты лесовосстановления Чупинского бора посадочным материалом с открытой корневой системой

Объемы лесовосстановления по годам, га											
Годы	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
Объем	50	50	88	-	80	200	160	220	80	75	150
Годы	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Объем	140	150	140	93	100	110	100	115	115	115	165
Годы	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Объем	162	150	200	150	150	150	-	-	-	-	-
Итого	3458 га										

С ведением в лесокультурное производство Алтайского края посадочного материала с закрытыми корнями, такие посадки стали создаваться и в Чупинском бору. Начиная с 2014 по 2023 г. здесь было создано 285 га лесных культур. При весенней посадке приживаемость сосны в первый год роста была высокая и превышала показатель культур с открытой корневой системой. При осенней посадке лиственницы основная площадь культур была списана (табл. 2.2).

Таблица 2.2 – Динамика создания лесных культур с ЗКС

Годы	Площадь, га	Порода	Сезон посадки	Приживаемость, %	Списано, Га
2014	53	Сосна	Весна	72	–
2015	46	Сосна	Весна	72	–
2016	46	Сосна	Весна	71	–
2017	24	Лиственница	Весна	–	23,5
2018	26	Сосна	Осень	71	–
2019	10	Сосна	Весна	71	–
2020	10	Сосна	Весна	85	–
2021	39	Сосна	Весна	58	–
2022	10	Сосна	Весна	88	–
2023	21	Сосна	Весна	87	–
Итого	285	–	–	–	–

Результаты исследований по выращиванию культур сосны с ЗКС будут приведены в 5 главе настоящей работы.

Чупинский бор представляет собой уникальный по своей значимости природный объект. В соответствии с «Планом организации и развитию экологических сетей» предусмотренных постановлением Администрации Алтайского края от 06.04.2001 № 251 «О схеме развития и размещения особо охраняемых природных территорий Алтайского края»: на территории Шипуновского лесничества предлагается организовать боровой заказник «Чупинский бор» (Извекова, 2003).

Выводы

В процессе изучения литературных источников, было установлено, что:

1. Сосна обыкновенная неприхотлива к условиям климата и почвы. И, тем не менее, на приживаемость, рост и продуктивность лесных культур этой породы, оказывают влияние климатические, эдафические, орографические и др. факторы, которые следует учитывать при создании и выращивании лесных насаждений в степи.

2. Большое влияние на произрастание сосны в степи оказывает ветровой режим, механический состав и увлажнение почвы, рельеф местности, засоление почвогрунтов и другие факторы.

3. Содержание в почве солей карбоната оказывает негативное влияние на приживаемость, рост и развитие лесных культур сосны. Близкое к поверхности почвы залегание карбонатного слоя приводит к гибели высаженных растений.

4. Корневая система сосны обыкновенной хорошо развита, но по строению и форме значительно варьирует в зависимости от почвенно-грунтовых условий.

5. Лесорастительные условия оказывают влияние на рост, продуктивность и устойчивость лесных культур на протяжении всего срока их выращивания.

6. Альтернативой выращивания искусственных насаждений сосны в степях Алтайского края, Оренбургской области и Северного Казахстана может являться лиственница сибирская.

7. Лесовосстановительные работы в Чупинском бору стали проводиться в предвоенные годы в целях защиты почвы от ветровой эрозии. С середины 50-х годов в бору стали высаживать сосну посадочным материалом с открытой корневой системой. Обработка почвы проводилась плужными бороздами, опробовались различные схемы и густота посадки. Были созданы смешанные насаждения сосны с лиственницей. С 2014 года в бору стали создаваться культуры сосны с закрытой корневой системой. Всего за 60-летний период было создано на землях лесного фонда и бывших сельхозугодьях более 4,0 тыс. га искусственных сосновых культур, различающихся схемой и густотой посадки, показателям роста, устойчивости и продуктивности. При создании и выращивании насаждений не были учтены почвенные условия, конкурентное влияние травянистой растительности на приживаемость и рост культур с ОКС и ЗКС, а также факторы, определяющие их рост и пожароустойчивость. Данная работа направлена на изучение отмеченных выше вопросов, с целью устранения замечаний по созданию и выращиванию устойчивых и высокопродуктивных сосновых насаждений в степи, что является актуальным.

ГЛАВА III. ПРОГРАММА, МЕТОДИКА И ОБЪЁМ ВЫПОЛНЕННЫХ РАБОТ

3.1. Программа работ

В соответствии с целью и задачами, программа исследований включала следующие вопросы, требующие изучения:

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 поперечных сплилов толщиной 5-7 см; замеры приростов по годам роста по мутовкам;

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.

3.2 Методика исследований

Наши исследования в Чупинском бору были проведены в 2014-2023 гг. В основу их положен комплексный подход, включающий изучение почвы, живого напочвенного покрова и искусственных насаждений хвойных пород разных возрастов. Предварительный отбор насаждений для закладки пробных площадей

проводился на основе изучения таксационных описаний, картографического материала и натурного обследования лесных насаждений Чупинского бора.

В работе использованы апробированные методики, применяемые в лесокультурном деле (Огиевский, Хиров, 1964; Огиевский, 1966), метод пробных площадей (ПП) (Анучин, 1982; ОСТ 56-69-83, 1983) и методические рекомендации (Бунькова, Залесов и др., 2011; Данчева, Залесов, Попов, 2023).

Временные пробные площади (ПП) квадратной или прямоугольной формы закладывались в наиболее типичном для описываемого насаждения месте, отвечающем предъявленным требованиям и задачам исследований. Древостои в пределах ПП имели одинаковый состав, полноту, сомкнутость крон, историю хозяйственного воздействия и другие признаки. Для максимального устранения влияния бокового освещения со сторонами поля, дороги, линии электропередач и других, не покрытых лесной растительностью площадей, ПП закладывались на расстоянии не менее 30 м от них. Размер пробной площади подбирался таким образом, чтобы охватить достаточное количество деревьев, обеспечив при этом точность измерений диаметров стволов 2-3% при уровне надёжности 0,68. В натуре все ПП отграничивались визирами и закреплялись по углам вешками. На каждой ПП были сделаны фотографии древостоя, сухостойного леса, подроста и ЖНП. Стороны ПП измерялись мерной лентой (50 м) с точностью до 0,1 м.

Сплошной переçёт деревьев по диаметру производился штангенциркулем на высоте 1,3 м от поверхности почвы с точностью 1 см; учтённые деревья помечали мелом. Данные замеров записывались в полевую ведомость, после чего материал обрабатывался в камеральных условиях.

Для определения средней высоты древостоя отбирались 20-25 модельных дерева, у которых замерялся диаметр ствола дерева и высота, с помощью высотомера Suunto KB-14 PM-5. Точность замеров 0,1 м. По данным обмера высот и диаметров деревьев строился график кривой высот, по которому определялась средняя высота древостоя.

При переçете каждому дереву присваивался класс роста и развития по Крафту, а также категория его состояния – сырораствующее, сухостойное,

ветровальное, буреломное.

Таксационные показатели древостоев на пробных площадях рассчитывали общепринятыми в лесном хозяйстве методами: средний диаметр – таксационный, средняя высота – графическая (по графику высот), полнота – по сравнению с исправленными стандартными таблицами, класс бонитета – по шкале М.М. Орлова, запас – по объемным таблицам для древостоев Западной и Восточной Сибири: для сосны (таблица - 20), березы (таблица - 29), тополя (таблица - 30) (Общесоюзные ..., 1992). Возраст культур сосны определялся по мутовкам, при необходимости сверялся с данными книги учета лесных культур.

Для изучения динамики сомкнутости древесного полога на 1/4 части каждой пробы проводили замеры радиусов кроны деревьев в направлениях вдоль и поперек ряда (всего 4 замера). Для этой цели использовалась деревянная линейка с делением значений через 10 см. Предварительно до этого производилось картирование на местности расположения каждого дерева. Для этого с помощью мерной ленты замерялись расстояния вдоль и поперек ряда. В камеральных условиях координаты каждого дерева и параметры крон наносились на миллиметровку. Далее по рисункам крон деревьев нанесенных на бумагу делали вырезки открытых мест, площадей занятых кронами деревьев и участков, перекрывающихся кронами нескольких деревьев. По весовому соотношению взвешанных частей, рассчитывались показатели сомкнутости крон на пробах.

Строение корневых систем модельных деревьев определялось после их раскопки (Огиевский, 1966).

Комплексный оценочный показатель (КОП) конкретного древостоя рассчитывается по формуле (Искаков и др., 2013) (3.1):

$$\text{КОП} = \frac{H \cdot 100}{G_{1.3}} = \frac{H - 100}{\pi \cdot D_{1.3}^2 / 4}, \quad (3.1)$$

где КОП – комплексный оценочный показатель (коэффициент напряженности роста), см/см²; H – средняя высота древостоя, м; D_m – средний диаметр древостоя на высоте 1,3 м, см; G – площадь поперечного сечения среднего дерева на высоте 1,3 м, см²; π – число «пи», равное 3,14.

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).

После описания разрезов из выделенных генетических горизонтов берут образцы почв весом не менее 0,5 кг каждый (из всех полных разрезов и некоторых полуям) с целью просмотра и отбора для анализа. Образцы отбирают с защищенной описываемой стенки разреза, начиная снизу, из середины или нескольких мест генетических горизонтов слоями мощностью не более 10 см (Общесоюзная инструкция., 1973).

Класс лесопригодности почв определялся согласно приказу федеральной службы лесного хозяйства России № 43 от 21.03.96. Критерии классов указаны в таблице 6 вышеуказанного приказа (Об утверждении., 1996).

Учет и описание состояния растительного покрова и его обработка проводились стандартными геоботаническими методами (Понятовская, 1964; Миркин, 1978).

Сбор полевого материала осуществлялся с использованием общепризнанных методов: рекогносцировочный, пробных площадей, учетных площадок, геоботанических описаний, сбора гербария. Распределение видов флоры по экологическим, эколого-ценотическим группам, жизненным формам осуществляли на основе апробированных подходов. Степень флористического сходства растительных сообществ определяли с помощью коэффициента сходства Сьеренсена-Чекановского (Понятовская, 1964; Миркин, Розенберг, 1978; Андреева, 2002).

Перечень видов растительных сообществ ограничивается только высшими сосудистыми растениями. Латинские и русские названия видов приведены по сводке С.К. Черепанова (1995).

Отбор образцов лесной подстилки проводился методом рамки-шаблона,

имеющего размеры 20×25 см (Курбатский, 1970; Щавровский, 1973). На пробной площади при равномерном размещении шаблонов отбиралось по 25-30 образцов подстилки. Отобранные образцы помещались в ситцевые мешочки, высушивались в сушильном шкафу до сухого состояния при температуре 90-100⁰С, разделялись на фракции (по структуре, происхождению, размерам) и взвешивались на электронных весах CAS MWP-300Н с точностью до 0,005 г.

Статистическая обработка полевого материала проводилась по учебнику (Доспехов, 1979). Математическая обработка данных пересчетных ведомостей, замеров прироста модельных деревьев по высоте и диаметру и результатов физико-химического анализа почв выполнялась при помощи программ Statistica 12.0 и пакета анализа Microsoft Excel 2013. При аппроксимации опытных данных для построения кривых хода роста древостоев было выбрано уравнение Терзаки (Кузьмичёв, 1977) как функция с наибольшим значением коэффициента детерминации (R^2), с наименьшим значением средней ошибки аппроксимирования и наиболее соответствующая биологической природе изучаемого объекта.

По величине коэффициента корреляции для линейной связи и корреляционному отношению для линейной и нелинейной связей устанавливалась теснота связи по шкале Чарльза Гилберта Чеддока (Дворецкий, 1971; Бараз, 2005). Точность уравнений оценивалась по величине основной (средней квадратичной) ошибки (Гусев, 2002).

3.3. Объект исследований

Объектами исследования являются искусственные и естественные насаждения хвойных пород (преимущественно сосны), произрастающие в лесном фонде Белоглазовского участкового лесничества Шипуновского лесничества (Чупинский бор) Алтайского края.

Исследуемые сосновые древостои на большей части пробных площадей являются чистыми по составу, одноярусными, одновозрастными (искусственные сосняки) и условно одновозрастными (естественные сосняки). Пробные площади

закладывались в древостоях с I по IV класс возраста не подвергнутых хозяйственному воздействию.

Искусственные древостои создавались ручным и механизированным способом двухлетними сеянцами сосны и лиственницы, выращенных в близлежащих лесхозах. При этом посадка проводилась по схемам: схема-1 – рядовые культуры сосны; схема-2 – рядовые культуры сосны и лиственницы с порядным смешением пород; схема-3 – двухрядные полосные культуры сосны. Начиная с 2014 г. при посадке культур стали использовать сеянцы сосны с закрытой корневой системой, по схемам 1 и 3, приведенным выше.

Рассчитанные нами лесоводственно-таксационные показатели исследуемых древостоев приведены в приложении 4.

3.4. Объём выполненных работ

За период исследований с 2014 по 2023 годы нами были обследованы все выдела, занятые хвойными породами и отдельные участки лиственных пород, имеющиеся в бору. В насаждениях было заложено 97 пробных площадей на 7 прогалинах, примыкающих к лесу, были взяты образцы напочвенных лесных горючих материалов (НЛГМ). Спилено 34 модельных дерева для изучения хода роста. Их стволы были размечены и распилены на 1-2 м отрезки. С каждого отрезка брались диски, на которых замерялись приросты для анализа хода роста и построения графиков. Кроны деревьев замеряны на 56 пробных площадях.

Заложено 31 полнопрофильный почвенный разрез, из которых в общей сложности было взято 145 образцов для лабораторного анализа, которые проводились в лаборатории ФГБУ ЦАС «Алтайский».

Все виды работ по изучению состава и структуры ЖНП проводились в пределах пробных площадей. Выполнено 61 геоботаническое описание, заложено более 200 учетных площадок, собрано 150 гербарных образцов, сделано более 500 фотографий. Для изучения структуры и состава ЖНП и сбора НЛГМ взято 600 образцов.

ГЛАВА IV. ЛЕСОРАСТИТЕЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЧУПИНСКОГО БОРА

4.1. Почвенный покров

Г.Ф. Морозов (1949) считал, что почвенно-грунтовые условия неизменно отражаются на составе леса и «являются первым условием для выдела насаждений, то есть отнесением того или иного участка леса к тому или иному типу». Н.В. Орлов (1973) обращает внимание на эволюцию почв, считая, что без знания истории почвенного покрова невозможно правильно оценить плодородие лесных почв.

В результате обследования выявлено, что почвенный покров изучаемой территории неоднородный и почвы различаются на типовом уровне. Для характеристики приведем морфологическое описание почв по почвенным разрезам, заложенным на пробных площадях. Сводная ведомость изученных почв представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Сводная ведомость изученных почв

№ почв. разреза	Наименование почвы	РН водная ГОСТ 26423-85	Гумус, % ГОСТ 26213-85	Категория лесопригодности Приказ № 43 от 21.03.96
1	2	3	4	5
1	Аллювиально-дерновая слоистая связно-песчаная	6,6	0,6	I
2	Серая лесная погребенная супесчаная (навеянная)	7,2	2,1	I
3	Дерново-подзолистая глубокая связно-песчаная	7,4	2,7	I
4	Дерново-карбонатная супесчаная	5,8	5,1	II
5	Серая лесная погребенная супесчаная (навеянная)	8,1	2,1	II
6	Дерново-карбонатная песчаная	7,9	0,1	IV
7	Темно-серая лесная супесчаная	6,2	1,2	I
8	Чернозем обыкновенный среднесиловый супесчаный	6,7	2,0	I
9	Чернозем выщелоченный маломощный супесчаный	6,7	3,8	I
10	Чернозем выщелоченный среднесиловый слабогумусированный песчаный	5,2	2,4	I
11	Лугово-черноземная карбонатная среднесиловая супесчаная	7,4	1,4	II

1	2	3	4	5
12	Чернозем обыкновенный среднемощный слабогумусированный супесчаный	6,4	3,8	I
13	Чернозем обыкновенный карбонатный маломощный слабогумусный среднесуглинистый	7,6	3,1	IV
14	Чернозем обыкновенный карбонатный маломощный малогумусный среднесуглинистый	7,7	2,1	III
15	Погребенная серая лесная песчаная	8,1	0,4	I
16	Серая лесная легкосуглинистая	5,9	2,7	I
17	Дерново-подзолистая среднеподзолистая супесчаная	3,9	2,5	I
18	Дерново-подзолистая неглубокоподзолистая супесчаная	4,0	0,6	I
19	Чернозем выщелоченный среднемощный малогумусный среднесуглинистый	4,8	3,8	I
20	Серая лесная супесчаная	4,4	0,4	I
21	Серая лесная супесчаная	7,3	0,2	I
22	Дерново-карбонатная супесчаная	5,4	1,4	III
23	Погребенная светло-серая лесная супесчаная	4,7	1,0	I
24	Аллювиальная дерновая слаборазвитая	2,5	4,7	I
25	Дерново-карбонатная среднемощная (навеянная) с погребенным горизонтом (чернозем обыкновенный)	4,2	3,2	II
26	Дерново-подзолистая слабодерновая супесчаная	4,1	5,0	I
27	Навеянная дерново-подзолистая песчаная	5,7	0,8	I
28	Навеянная дерново-карбонатная супесчаная	5,4	0,7	I
29	Чернозем обыкновенный карбонатный среднемощный слабогумусированный супесчаный	6,5	3,4	IV
30	Чернозем выщелоченный среднемощный малогумусный легкосуглинистый	5,6	1,2	I
31	Дерново-подзолистая песчаная	7,2	5,2	I

Таким образом, на территории объекта исследований было выявлено 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.

Все вышеперечисленные типы почв, а именно черноземы выщелоченные, темно-серые лесные и дерново-подзолистые почвы являются оптимальными для выращивания максимального количества фитомассы в наиболее короткие сроки (Габеев, 1990).

Размещение почвенных разрезов на территории объекта исследований представлено на рисунке 4.1.

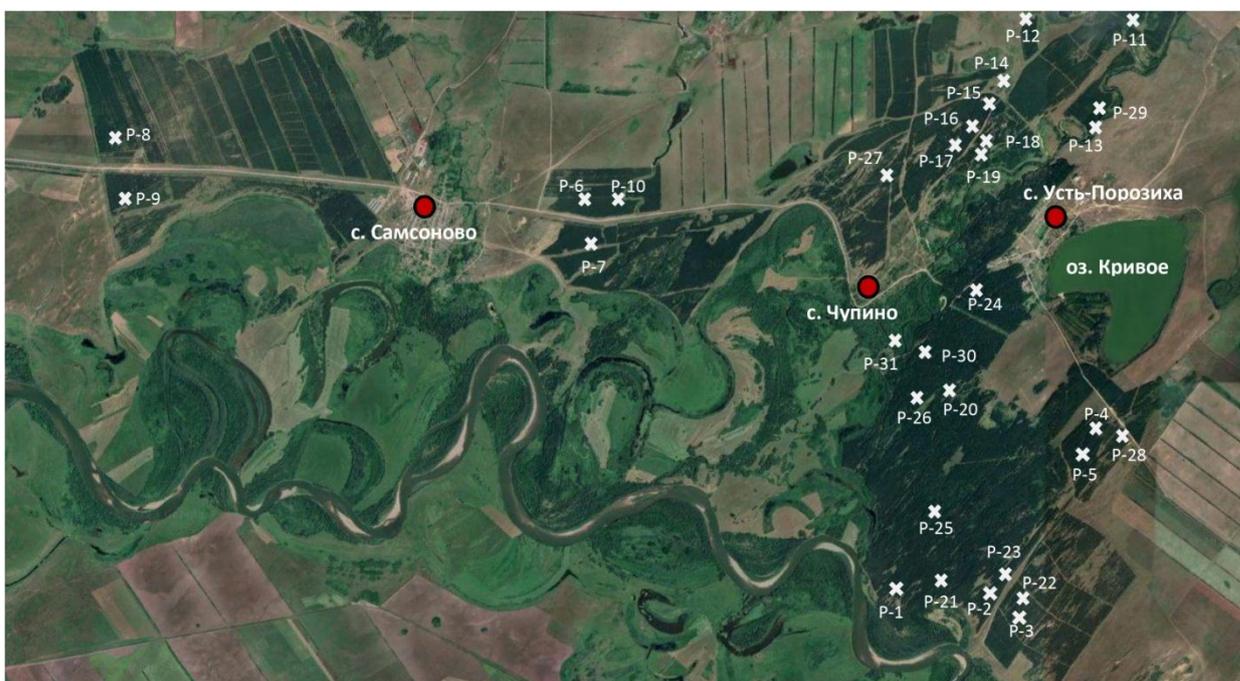


Рисунок 4.1 – Карта почвенных разрезов на территории Чупинского бора

Характерно, что на некоторых разрезах (P-2, P-5, P-15, P-23, P-25, P-27, P-28) зафиксировано наличие погребенных или навесных горизонтов, что подтверждает факт произрастания на данной территории лесных насаждений в прошлом.

Ниже приводится подробная характеристика почвенных разрезов:

Разрез 1. Заложен на выровненном участке прирусловой поймы. Почва характеризуется как аллювиально-дерновая слоистая связно-песчаная, имеет однородный связно-песчаный гранулометрический состав на протяжении всего горизонта, слабокислая, слабо гумусированная, гумусовый горизонт - средне мелкий. Вскипание от 10% HCl в профиле не отмечается, железистые выделения

с глубины 21 см.

Разрез 2. Заложен на выровненном участке надпойменной террасы. характеризуется как серая лесная погребенная супесчаная (навеянная), гранулометрического состав - связно-песчаный, гумусовый горизонт - мелкий, рН – нейтральная, мало гумусированная, Вскипание от 10% HCl в профиле не отмечается. В почве на глубине 40 см обнаружен погребенный горизонт, что свидетельствует об интенсивном развитии на этой территории в прошлом эоловых процессов переотложения песка.

Разрез 3. Заложен на вершине увала. Почва характеризуется как дерново-подзолистая глубокая связно-песчаная, имеет однородный связно-песчаный гранулометрический состав на протяжении всего горизонта, мало гумусированная, рН – нейтральная, гумусовый горизонт - мелкий. Вскипание от 10% HCl в профиле не отмечается.

Разрез 4. Заложен на выровненном участке у подножия увала. Почва характеризуется как дерново-карбонатная супесчаная, имеет однородный супесчаный гранулометрический состав, сильно гумусированная, рН – нейтральная, гумусовый горизонт - мелкий. Вскипание от 10% HCl в профиле отмечается с глубины 28 см.

Разрез 5. Заложен на пологом склоне широкого увала. Почва характеризуется как серая лесная погребенная супесчаная (навеянная), имеет однородный супесчаный гранулометрический состав, мало гумусированная, рН – нейтральная, гумусовый горизонт – средне мелкий. Вскипание от 10% HCl в профиле не отмечается. В профиле почвы на глубине 29 см обнаружен погребенный горизонт, что свидетельствует об интенсивном развитии на этой территории в прошлом эоловых процессов переотложения песка.

Разрез 6. Заложен в межувальном понижении с выраженным микрорельефом. Почва характеризуется как дерново-карбонатная песчаная, имеет однородный супесчаный гранулометрический состав, очень слабо гумусированная, рН – слабо щелочная, гумусовый горизонт – мелкий. Вскипание

от 10% HCl в профиле отмечается с глубины 10 см, с глубины 36 см отмечаются скопления окисной формы железа.

Разрез 7. Заложен в понижении, микрорельеф не выражен. Почва характеризуется как темно-серая лесная супесчаная, имеет однородный супесчаный гранулометрический состав, слабо гумусированная, pH – слабокислая, гумусовый горизонт – среднемощный. Вскипание от 10% HCl в профиле не отмечается.

Разрез 8. Заложен на выровненном участке, микрорельеф не выражен. Почва характеризуется как чернозем обыкновенный среднемощный супесчаный, имеет однородный супесчаный гранулометрический состав, мало гумусированная, pH – слабо кислая, гумусовый горизонт – среднемощный. Вскипание от 10% HCl в профиле отмечается с глубины 59 см.

Разрез 9. Заложен на выровненном участке, микрорельеф не выражен. Почва характеризуется как чернозем выщелоченный маломощный супесчаный, имеет однородный супесчаный гранулометрический состав, средне гумусированная, pH – слабо кислая, гумусовый горизонт – маломощный. Вскипание от 10% HCl в профиле отмечается с глубины 52 см.

Разрез 10. Заложен на выровненном участке, микрорельеф не выражен. Почва характеризуется как чернозем выщелоченный среднемощный слабогумусированный песчаный, имеет однородный песчаный гранулометрический состав, мало гумусированная, гумусовый горизонт – среднемощный. Вскипание от 10% HCl в профиле отмечается с глубины 82 см. Скопления гипса с глубины 96 см. Реакция почвенного раствора в верхних горизонтах слабокислая и близкая к нейтральной, в средних и нижних - слабощелочная и среднещелочная.

Разрез 11. Заложен на выровненном участке, микрорельеф не выражен. Почва характеризуется как лугово-черноземная карбонатная среднемощная супесчаная, имеет однородный супесчаный гранулометрический состав, слабо гумусированная, гумусовый горизонт – маломощный. Вскипание от 10% HCl в профиле отмечается с глубины 34 см, железистые выделения с глубины 63 см.

Почва характеризуется низким содержанием гумуса. Реакция почвенного раствора в верхних горизонтах слабощелочная, в средних и нижних - среднещелочная.

Разрез 12. Заложен на выровненном участке, микрорельеф не выражен. Почва характеризуется как чернозем обыкновенный среднеспособный слабогумусированный супесчаный, имеет однородный супесчаный гранулометрический состав. Почва по содержанию гумуса – среднегумусированная, гумусовый горизонт – среднеспособный. Вскипание от 10% HCl в профиле отмечается с глубины 65 см. Реакция почвенного раствора в верхних горизонтах нейтральная, в средних и нижних - среднещелочная.

Разрез 13. Заложен на пологом склоне, микрорельеф не выражен. Почва характеризуется как чернозем обыкновенный карбонатный маломощный слабогумусированный среднесуглинистый, имеет однородный среднесуглинистый гранулометрический состав. Почва по содержанию гумуса – среднегумусированная, гумусовый горизонт – маломощный. Вскипание от 10% HCl в профиле отмечается с глубины 5 см. Реакция почвенного раствора среднещелочная.

Разрез 14. Заложен на выровненном участке, микрорельеф не выражен. Почва характеризуется как чернозем обыкновенный карбонатный маломощный слабогумусированный легкосуглинистый, имеет преимущественно легкосуглинистый гранулометрический состав, гумусовый горизонт – средне мелкий. Вскипание от 10% HCl в профиле отмечается с глубины 5 см. Почва по содержанию гумуса характеризуется как слабогумусированная. Реакция почвенного раствора среднещелочная. Вскипание от 10% HCl в профиле отмечается с глубины 3 см. Железистые выделения с глубины 74 см. Реакция почвенного раствора среднещелочная.

Разрез 15. Заложен на выровненном участке, микрорельеф не выражен. Почва характеризуется как погребенная серая лесная песчаная, имеет преимущественно песчаный гранулометрический состав. Почва по содержанию гумуса – очень слабогумусированная, гумусовый горизонт – среднеспособный.

Вскипание от 10% HCl в профиле не отмечается. Железистые выделения с глубины 139 см. Реакция почвенного раствора среднещелочная.

Разрез 16. Заложен на верхней части увала, микрорельеф не выражен. Почва характеризуется как серая лесная легкосуглинистая, имеет преимущественно легкосуглинистый гранулометрический состав. Почва по содержанию гумуса – мало гумусированная, гумусовый горизонт – средне мелкий. Вскипание от 10% HCl в профиле не отмечается. Реакция почвенного раствора близкая к нейтральной.

Разрез 17. Заложен на террасе средней части склона, микрорельеф не выражен. Почва характеризуется как дерново-подзолистая среднеподзолистая супесчаная, имеет преимущественно супесчаный гранулометрический состав. Почва по содержанию гумуса – мало гумусированная, гумусовый горизонт – мелкий. Вскипание от 10% HCl в профиле не отмечается. Железистые выделения с глубины 36 см. Реакция почвенного раствора сильноокислая.

Разрез 18. Заложен в межувальном понижении, микрорельеф не выражен. Почва характеризуется как дерново-подзолистая неглубокоподзолистая супесчаная, имеет преимущественно супесчаный гранулометрический состав. Почва по содержанию гумуса – слабо гумусированная, гумусовый горизонт – крайне мелкий. Вскипание от 10% HCl в профиле не отмечается. Железистые выделения с глубины 39 см, пятна оглеения с глубины 106 см. Реакция почвенного раствора в верхней части кислая, вниз по профилю изменяется к нейтральной и далее к среднещелочной.

Разрез 19. Заложен на пологом склоне, микрорельеф не выражен. Почва характеризуется как чернозем выщелоченный среднемошный малогумусный среднесуглинистый, имеет преимущественно среднесуглинистый гранулометрический состав. Почва по содержанию гумуса – очень слабо гумусированная, гумусовый горизонт – среднемошный. Вскипание от 10% HCl в профиле отмечается с глубины 93 см.

Разрез 20. Заложен на выровненном участке, микрорельеф не выражен. Почва характеризуется как серая лесная супесчаная, имеет преимущественно

супесчаный гранулометрический состав. Почва по содержанию гумуса – очень слабо гумусированная, гумусовый горизонт – среднемощный. Вскипание от 10% HCl в профиле не отмечается. Реакция почвенного раствора кислая.

Разрез 21. Заложен на пологом склоне первой надпойменной террасы, микрорельеф не выражен. Почва характеризуется как серая лесная супесчаная, имеет преимущественно супесчаный гранулометрический состав. Почва по содержанию гумуса – очень слабо гумусированная, гумусовый горизонт – мелкий. Вскипание от 10% HCl в профиле не отмечается. Реакция почвенного раствора в верхней части кислая, вниз по профилю изменяется к нейтральной и далее к среднешелочной.

Разрез 22. Заложен на пологом склоне первой надпойменной террасы, микрорельеф не выражен. Почва характеризуется как дерновая карбонатная супесчаная, имеет преимущественно супесчаный гранулометрический состав. Почва по содержанию гумуса – слабо гумусированная, гумусовый горизонт – крайне мелкий. Вскипание от 10% HCl в профиле отмечается с глубины 6 см. Железистые выделения с глубины 7 см. Реакция почвенного раствора слабощелочная.

Разрез 23. Заложен в межувальном понижении. Почва характеризуется как погребенная светло-серая лесная супесчаная, имеет преимущественно супесчаный гранулометрический состав. Почва по содержанию гумуса – слабо гумусированная, гумусовый горизонт – маломощный. Вскипание от 10% HCl в профиле не отмечается. Реакция почвенного раствора в верхнем горизонте кислая, вниз по профилю изменяется до нейтральной.

Разрез 24. Заложен на выровненном участке, микрорельеф не выражен. Почва характеризуется как аллювиальная дерновая слаборазвитая, имеет преимущественно супесчаный гранулометрический состав. Почва по содержанию гумуса – среднегумусированная, гумусовый горизонт – мелкий. Вскипание от 10% HCl в профиле отмечается на глубине 120 см. Реакция почвенного раствора в верхнем горизонте слабокислая, вниз по профилю изменяется до нейтральной.

Разрез 25. Заложен на выровненном участке, микрорельеф не выражен. Почва характеризуется как дерново-карбонатная среднemocная (навеянная) с погребенным горизонтом (чернозем обыкновенный), имеет преимущественно супесчаный гранулометрический состав. Почва по содержанию гумуса – среднегумусированная, гумусовый горизонт – средне мелкий. Вскипание от 10% HCl в профиле отмечается на глубине 120 см. Реакция почвенного раствора в верхнем горизонте слабокислая, вниз по профилю изменяется до нейтральной.

Разрез 26. Заложен на выровненном участке, микрорельеф не выражен. Почва характеризуется как дерново-подзолистая слабодерновая супесчаная, имеет преимущественно супесчаный гранулометрический состав. Почва по содержанию гумуса – среднегумусированная, гумусовый горизонт – маломощный. Вскипание от 10% HCl в профиле не отмечается. Реакция почвенного раствора в верхнем горизонте слабокислая, вниз по профилю изменяется до слабощелочной.

Разрез 27. Заложен на выровненном участке в естественном лесном массиве, микрорельеф не выражен. Почва характеризуется как навеянная дерново-подзолистая песчаная, имеет преимущественно песчаный гранулометрический состав. Почва по содержанию гумуса – слабогумусированная, гумусовый горизонт – средне мелкий. Вскипание от 10% HCl в профиле не отмечается. Реакция почвенного раствора в верхнем горизонте слабощелочная, вниз по профилю изменяется до среднещелочной.

Разрез 28. Заложен на увале. Почва характеризуется как навеянная дерново-карбонатная супесчаная, имеет преимущественно супесчаный гранулометрический состав. Почва по содержанию гумуса – слабогумусированная, гумусовый горизонт – средне мелкий. Вскипание от 10% HCl в профиле отмечается с глубины 6 см. Реакция почвенного раствора в верхнем горизонте слабощелочная, вниз по профилю изменяется до среднещелочной, а в горизонте ВС - слабощелочная.

Разрез 29. Заложен на бугре. Почва характеризуется как чернозем обыкновенный карбонатный среднemocный слабогумусированный супесчаный, имеет преимущественно супесчаный гранулометрический состав. Почва по

содержанию гумуса – средне гумусированная, гумусовый горизонт – среднемощный. Вскипание от 10% HCl в профиле отмечается с глубины 30 см. Реакция почвенного раствора в верхнем горизонте нейтральная, вниз по профилю изменяется до среднещелочной, в нижней части профиля сильнощелочная.

Разрез 30. Заложен на выровненном участке в естественном лесном массиве, микрорельеф не выражен. Почва характеризуется как чернозем выщелоченный среднемощный малогумусный легкосуглинистый, имеет преимущественно легкосуглинистый гранулометрический состав. Почва по содержанию гумуса – средне гумусированная, гумусовый горизонт – маломощный. Вскипание от 10% HCl в профиле не отмечается. Реакция почвенного раствора близкая к нейтральной, в средней и нижней части профиля изменяется до слабощелочной.

Разрез 31. Заложен на увале. Почва характеризуется как дерново-подзолистая песчаная, имеет преимущественно песчаный гранулометрический состав. Почва по содержанию гумуса – слабогумусированная, гумусовый горизонт – маломощный. Вскипание от 10% HCl в профиле отмечается с глубины 70 см. На этой же глубине отмечено выделение карбонатов в виде пятен. Реакция почвенного раствора близкая к нейтральной, в средней и нижней части профиля изменяется до слабощелочной.

Подробная характеристика почвенных разрезов приведена в приложениях 1, 2, 3.

4.2. Живой напочвенный покров

Живой напочвенный покров (ЖНП) в естественных и искусственных насаждениях, на открытых местах, развивается, подчиняясь зональным ботанико-географическим особенностям (Грибанов, 1954; Бугаев, Косарев, 1988). Основу искусственных древостоев образует сосна обыкновенная, реже сосна обыкновенная и лиственница сибирская. В естественных насаждениях древостой образован сосной обыкновенной с примесью березы повислой, осины, на сырых участках преобладает береза и осина (Крылов, 1961).

Подлесок разной густоты состоит из лесных кустарников (карагана древовидная, крушина ломкая и др.), сопутствующих древесных пород (рябина сибирская, черемуха обыкновенная и др.), нежелательных древесных пород (клён ясенелистный и др.). Основу живого напочвенного покрова составляют многолетние злаки, осоки и разнотравье. На открытых участках: междурядьях, прогалинах, опушках происходит значительное задернение почвы, идут процессы олуговения либо остепнения. Всего зарегистрировано 187 видов высших сосудистых растений из 136 родов относящихся к 44 семействам. В среднем в растительных сообществах 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 (опушки, прогалины и т.п.) - 22 вида, на минерализованных полосах - 17 видов.

Растительные сообщества в обследованных местообитаниях обладают всеми признаками фитоценоза: однородностью, видовым составом, структурой, приспособлением видов к совместному произрастанию и влиянию внешних условий. Связь растительности и среды позволяет оценивать экологические условия по характеру растительности (Миркин и др., 2002; Маленко, Малиновских, 2011). Особое значение имеет характер увлажнения почвы, который влияет на состав и структуру растительных сообществ под пологом и на открытых участках.

Для сравнительного анализа мы выбрали описания, выполненные на разных участках: под пологом естественных и искусственных лесных насаждений, открытых участках, зарастающих минерализованных полосах.

Распределение видов по экологическим группам по отношению к увлажнению в насаждениях сосны обыкновенной и на прилегающих участках показано в таблице 4.2.

В лесных культурах с сомкнутым пологом часто развиты мертвопокровные ассоциации либо ассоциации с очень редким, неравномерным покровом (рис. 4.2).

Таблица 4.2 – Распределение видового состава растительных ассоциаций по экологическим группам по увлажнению почвы в насаждениях сосны обыкновенной и прилегающих участках

Группы	Лесные культуры с сомкнут. пологом	Лесные культуры без сомкнут. полога	Открытые участки	Минерал. полосы	Естествен. насажд.
Ксерофиты	5/41,7	3/13,0	4/23,5	1/5,0	2/4,3
Мезоксерофиты	1/8,3	5/21,7	8/47,1	8/40,0	3/6,4
Мезофиты	5/41,7	15/65,3	5/29,4	11/55,0	37/78,7
Мезогигрофиты	1/8,3	-	-	-	5/10,6
Итого	12/100	23/100	17/100	20/100	47/100

Примечание: в числителе - число видов, в знаменателе - % от общего числа

Древостой чистый, состоит из одной древесной породы ксерофита (*Pinus sylvestris* L.). Основу редкого напочвенного покрова составляют виды группы степных и лугово-степных ксерофитов (*Carex supina* Willd., *Hieracium echioides* Lumn., *Gypsophila paniculata* L. и др.), с участием мезоксерофитов (*Berteroa incana* L. и др.). Мезофиты (*Hieracium umbellatum* L., *Chimaphila umbellata* L., *Orthilia secunda* L. и др.), мезогигрофиты (*Neottianthe cucullata* L. и др.) представлены в меньшем обилии лесными видами.



Рисунок 4.2 – ЖНП в лесных культурах с сомкнутым пологом

В чистых сосновых, реже смешанных сосново-лиственничных лесных культурах с широкими междурядьями нет сомкнутого древесного полога. Обилие света в таких лесных культурах приводит к сильному развитию живого напочвенного покрова, более разнообразного, представленного чаще всего разнотравно-злаковыми и злаковыми ассоциациями (рис. 4.3).



Рисунок 4.3 – ЖНП в лесных культурах без сомкнутого полога

Преобладают луговые, опушечно-луговые, степные мезофиты (*Medicago falcata* L., *Elytrigia repens* L., *Dactylis glomerata* L. и др.). Часто обильны из-за процессов остепнения мезоксерофиты (*Poa angustifolia* L., *Scabiosa ochroleuca* L. и др.), травянистые ксерофиты (*Carex supina* Willd.), реже кустарниковые (*Spiraea hypericifolia* L.) ксерофиты.

Развитие напочвенного покрова на открытых участках зависит от местоположения в рельефе: в пониженных участках развиты луговые, на склонах, опушках и приподнятых гривах - степные ассоциации. Основу напочвенного покрова составляют лугово-степные и степные мезоксерофиты (*Galium verum* L., *Galatella biflora* (L.) Nees, *Achillea nobilis* L. и др.). На втором месте группа луговых и сорных мезофитов (*Medicago falcata* L., *Taraxacum officinale* F.H. Wigg,

Poa pratensis L. и др.). На третьем месте по числу видов ксерофиты (*Stipa capillata* L., *Artemisia frigida* Willd. и др.), однако их роль в структуре сообщества часто решающая - они образуют основу остепненного травостоя. На опушках и прогалинах отмечены редкие экземпляры сосны (*Pinus sylvestris* L.).

Минерализованные полосы, проложенные вдоль лесных культур, опушек быстро зарастают травянистой растительностью.

Минерализованные полосы имеют напочвенный покров из сорных и сорно-луговых мезофитов (*Taraxacum officinale* F.H. Wigg, *Conyza canadensis* L., *Elytrigia repens* L. и др.), с заметным участием сорных и лугово-лесных мезоксерофитов (*Berteroa incana* L., *Calamagrostis epigeios* L. и др.). Единично отмечены степные ксерофиты (*Agropyron pectinatum* (M. Bieb.) P. Beauv.).

В естественных сосновых насаждениях наиболее распространен тип леса сосняк разнотравный с хорошо развитым сосновым древостоем с примесью березы и осины. Под пологом леса имеется густой подлесок, состоящий в основном из мезофитных деревьев и кустарников (*Sorbus sibirica* Hedl., *Rubus idaeus* L., *Caragana arborescens* Lam. и др.). Травянистый напочвенный покров разнообразный, его основу составляют лесные, опушечно-лесные мезофиты (*Rubus saxatilis* L., *Polygonatum odoratum* (Mill.) Druce, *Brachypodium pinnatum* (L.) Beauv. и др.). Реже встречаются опушечно-степные и опушечно-луговые мезоксерофиты (*Artemisia gmelinii* Weber ex Stechm., *Sedum telephium* L. и др.) и лесные мезогигрофиты (*Neottianthe cucullata* (L.) Schlechter, *Pulmonaria mollis* Wulfen ex Hornem. и др.).

Распределение видового состава растительных ассоциаций по эколого-ценотическим группам в насаждениях сосны обыкновенной и прилегающих участках показано в таблице 4.3.

В искусственном лесном насаждении мертвопокровного типа преобладают виды растений из степного компонента. Сомкнутый полог в подобных насаждениях «перехватывает» значительную часть осадков, плотная лесная подстилка и опад препятствуют развитию мезофитного напочвенного покрова и

подлеска лесного типа, поэтому получает развитие степная группа видов (*Festuca polesica* Zapał., *Carex supina* Willd. ex Wahlenb. и др.).

Виды этой группы рассеянно встречаются под пологом, более обильно разрастаются в микропрогалинах и «окнах» в пологе.

Таблица 4.3 – Распределение видового состава растительных ассоциаций по эколого-ценотическим группам в насаждениях сосны обыкновенной и прилегающих участках

Группы	Лесные культуры с сомкнут. пологом	Лесные культуры без сомкнут. полога	Открытые участки	Минерал. полосы	Естествен. насажд.
Лесной компонент					
Лесная	4/33,3	6/26,1	1/5,9	-	16/34,0
Опушечно-лесная	-	-	-	1/5,0	13/27,7
Лугово-лесная	-	1/4,3	-	1/5,0	1/2,1
Болотно-лесная	-	1/4,3	-	-	2/4,3
Луговой компонент					
Луговая	-	-	2/11,8	-	-
Опушечно-луговая	1/8,3	1/4,3	2/11,8	1/5,0	5/10,6
Степной компонент					
Степная	3/25,0	1/4,3	2/11,8	1/5,0	-
Лугово-степная	2/16,7	4/17,4	8/47,1	5/25,0	-
Опушечно-степная	1/8,3	1/4,3	-	-	3/6,4
Синантропный компонент					
Сорная	1/8,3	8/34,8	2/11,8	11/55,0	7/14,9
Итого	12/100	23/100	17/100	20/100	47/100

Примечание: в числителе - число видов, в знаменателе - % от общего числа

Отмечены также виды лугово-степной (*Hieracium echioides* Lumn. и др.) и опушечно-степной (*Astragalus onobrychis* L.) групп. Виды из состава лугового компонента представлены опушечно-луговой (*Hieracium umbellatum* L.) группой. Виды лесного компонента представлены лесной группой (*Pinus sylvestris* L., *Neottianthe cucullata* L. и др.), второй по числу видов в составе флоры. Изредка отмечаются виды из сорной (*Berteroa incana* (L.) эколого-ценотической группы, относящейся к синантропному компоненту.

В искусственном лесном насаждении без сомкнутого полога также преобладают виды, характерные для открытых местообитаний из состава лугового, степного и синантропного компонентов. В широких междурядьях растут виды опушечно-луговой (*Dactylis glomerata* L.), лугово-степной (*Medicago falcata* L., *Scabiosa ochroleuca* L. и др.), степной (*Carex supina* Willd. ex Wahlenb), сорной (*Elytrigia repens* (L.) Nevski, *Convolvulus arvensis* L. и др.) групп. К видам лесной группы относятся древесные (*Pinus sylvestris* L., *Larix sibirica* Ledeb.), кустарниковые (*Frangula alnus* Mill. и др.), травянистые (*Polygonatum odoratum* (Mill.) Druce и др.) виды растений.

В зависимости от увлажнения почвы могут получать большее развитие виды напочвенного покрова с преобладанием злаков (более сухие участки) или мезофитного травянистого разнотравья с участием лесных кустарников.

На опушке возле сосновых культур флористический состав почти полностью состоит из степного и лугового компонентов, с единичным участием сорных и лесных видов растений (рис. 4.4).



Рисунок 4.4 – ЖНП на поляне между стеной естественного леса и лесными культурами

Количественно преобладают виды лугово-степной группы (*Galium verum* L., *Medicago falcata* L. и др.), однако основу травостоя образуют виды степной (*Stipa capillata* L.) и луговой (*Poa pratensis* L.) групп.

В небольшом количестве присутствуют виды опушечно-луговой (*Phlomis tuberosa* (L.) Moench и др.) и сорной (*Taraxacum officinale* F.H. Wigg. и др.) групп. На подобных участках господствует травянистая многолетняя злаковая растительность с участием разнотравья, образует мощную дернину из корней и корневищ. На приподнятых, более сухих участках растительность степного типа, в нижней трети склонов, в понижениях более мезофитная, лугово-степного, лугового типа.

На минерализованных полосах, обследованных нами, флористический состав более чем наполовину состоит из группы сорных, одно-двулетних, вегетативно-подвижных видов (*Echium vulgare* L., *Elytrigia repens* (L.) Nevski и др.). Второе место по числу видов принадлежит видам лугово-степной группы (*Senecio jacobaea* L., *Achillea asiatica* Serg. и др.), поселяющихся на минерализованной полосе за счет соседних остепненных участков с зональной степной растительностью.

В состав входят также виды степной (*Agropyron pectinatum* (M. Bieb.) P. Beauv.), опушечно-луговой (*Potentilla canescens* Besser) групп. Виды из состава лесного компонента также участвуют в зарастании минерализованной полосы (*Geum aleppicum* Jacq., *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth). По нашим наблюдениям если не обновлять минерализованные полосы, то на 4-5 год они полностью зарастают многолетними злаковыми травами с участием лугового и сорного разнотравья.

На участке с естественным лесным сосновым насаждением в составе флоры заметно преобладают (68,1%) виды лесного компонента.

Наибольший удельный вес (34,0%) имеет группа лесных видов (*Pinus sylvestris* L., *Rosa majalis* Herrm., *Brachypodium pinnatum* (L.) Beauv. и др.). За ними следуют (27,7%) виды из опушечно-лесной группы (*Lonicera tatarica* L., *Fragaria*

vesca L. и др.). Меньше видов в составе болотно-лесной (*Athyrium filix-femina* (L.) Roth и др.) и лугово-лесной (*Agrimonia pilosa* Ledeb.) групп.

На втором месте по числу видов находится синантропный компонент, в составе сорной группы которого виды растений нарушенных местообитаний, дорог, пустырей (*Acer negundo* L., *Artemisia vulgaris* L. и др.). Присутствие сорных видов связано с наличием дорог и просек внутри массива, проведением рубок, близостью населенных пунктов Белоглазово и Чупино. Луговой компонент занимает третье место по числу видов флоры естественного насаждения (10,6%), представлен опушечно-луговой группой (*Galium boreale* L. и др.). Степной компонент развит несколько слабее, виды из состава опушечно-степной группы (*Artemisia gmelinii* Weber ex Stechm. и др.) отмечены на прогалинах, опушках леса, вдоль дорог.

В искусственном сосновом насаждении с высокой густотой посадки и сомкнутым пологом среди жизненных форм преобладают травянистые поликарпические растения (далее - поликарпики) (66,6%). Среди них выделяется группа многолетних стержнекорневых растений (*Gypsophila paniculata* L., *Hieracium echioides* Lumn. и др.), а также обнаружено по 1 виду короткокорневищных (*Hieracium umbellatum* L.), длиннокорневищных (*Carex supina* Willd. ex Wahlenb.) и других групп травянистых поликарпиков. Древесные и полудревесные растения занимают второе место по удельному весу (25,0%) в составе флоры сообщества и представлены группами деревьев (*Pinus sylvestris* L.) и кустарничков (*Chimaphila umbellata* (L.) W.P.C. Barton, *Orthilia secunda* (L.) House). Травянистые монокарпические растения (далее - монокарпики) расположены на третьем месте по удельному весу (8,3%) во флоре сообщества и представлены 1 видом из группы двулетних (*Berteroa incana* (L.) DC.). Такое распределение жизненных форм в сообществе полностью зависит от породы лесообразователя, посаженной рядами с высокой начальной густотой. Это привело к раннему смыканию крон в насаждении, образовании сомкнутого полога, который «перехватывает» значительную часть осадков, света и тепла, препятствуя развитию подлеска и живого напочвенного покрова.

Распределение видового состава растительных ассоциаций по жизненным формам в насаждениях сосны обыкновенной и прилегающих участках представлено в таблице 4.4.

Таблица 4.4 – Распределение видового состава растительных ассоциаций по жизненным формам в насаждениях сосны и прилегающих участках

Жизненная форма	Лесные культуры с сомкнут. пологом	Лесные культуры без сомкнут. полога	Открытые участки	Минерал. полосы	Естествен. насажд.
Древесные и полудревесные растения					
Деревья	1/8,3	3/13,0	1/5,9	-	11/23,4
Кустарники	-	3/13,0	-	-	8/17,0
Полукустарники	-	-	-	-	1/2,1
Кустарнички	2/16,7	-	-	-	-
Полукустарнички	-	-	1/5,9	-	-
Травянистые поликарпические растения					
Стержнекорневые	4/33,3	5/21,7	5/29,4	3/15,0	3/6,4
Короткокорневищные	1/8,3	1/4,3	4/23,5	5/25,0	14/29,8
Длиннокорневищные	1/8,3	5/21,7	3/17,6	3/15,0	6/12,8
Дерновинные	1/8,3	2/8,7	1/5,9	1/5,0	-
Кистекокорневые	-	-	-	-	-
Корнеклубневые	1/8,3	-	1/5,9	-	2/4,3
Корнеотпрысковые	-	-	-	-	-
Луковичные	-	-	-	-	-
Лианы	-	1/4,3	-	-	1/2,1
Травянистые монокарпические растения					
Однолетние	-	1/4,3	-	1/5,0	1/2,1
Двулетние	1/8,3	2/8,7	1/5,9	7/35,0	-
Итого	12/100	23/100	17/100	20/100	47/100

Примечание: в числителе - число видов, в знаменателе - % от общего числа

В искусственном лиственнично-сосновом насаждении с широкими междурядьями, без сомкнутого древесного полога среди жизненных форм преобладают травянистые поликарпики (56,4%). Наиболее представлены по удельному весу стержнекорневые (*Medicago falcata* L. и др.) и длиннокорневищные (*Elytrigia repens* (L.) Nevski и др.) группы видов. В составе флоры сообщества присутствуют виды растений дерновинной (*Poa angustifolia* L.

и др.) и короткокорневищной (*Viola canina* L.) группы. В составе сообщества присутствуют деревья (*Pinus sylvestris* L. и др.), кустарники (*Frangula alnus* Mill., *Sambucus sibirica* Nakai и др.), которые вместе имеют значительный удельный вес (26,0%) от общего числа видов.

Травянистые поликарпические растения за счет осветления встречаются чаще, чем в сомкнутых сосновых насаждениях, имея больший удельный вес (13,0%) и состоят из групп однолетних (*Fallopia convolvulus* (L.) Á. Löve) и двулетних (*Cynoglossum officinale* L. и др.) видов.

На открытом участке - остепненной опушке возле лесных культур сосны, наибольший удельный вес (82,3%) в составе сообщества имеют травянистые поликарпики. Наибольшее число видов содержат группы стержнекорневых (*Dianthus versicolor* Fisch. ex Link, *Medicago falcata* L. и др.), короткокорневищные (*Achillea nobilis* L. и др.), длиннокорневищные (*Galium verum* L. и др.) видов растений. Единично в составе сообщества отмечены древесные виды (*Pinus sylvestris* L.) в виде всходов и подроста, а также травянистые монокарпики из группы двулетних (*Bertero aincana* (L.) DC.).

На зарастающих нарушенных участках (минерализованная полоса) в составе сообщества нет древесных видов растений (рис. 4.5).



Рисунок 4.5 – ЖНП на минерализованной полосе

Наибольший удельный вес (60,0%) имеют травянистые поликарпики, состоящие из короткокорневищных (*Senecio jacobaea* L. и др.), длиннокорневищных (*Elytrigia repens* (L.) Nevski и др.), стержнекорневых (*Taraxacum officinale* F.H. Wigg. и др.), дерновинных (*Agropyron pectinatum* (M. Bieb.) P. Beauv.) групп видов. Значительный удельный вес (40,0%) имеет группа травянистых сорных монокарпиков, состоящая из однолетних (*Conyza canadensis* (L.) Cronquist) и двулетних (*Lappula squarrosa* (Retz.) Dumort. и др.) групп видов. Появление древесных и кустарниковых видов возможно позднее, после «прохождения» сукцессионного этапа малолетних видов растений.

Естественное сосновое лесное насаждение (сосняк разнотравный) (рис. 4.6) отличается преобладанием в флористическом составе травянистых поликарпиков (55,4%).

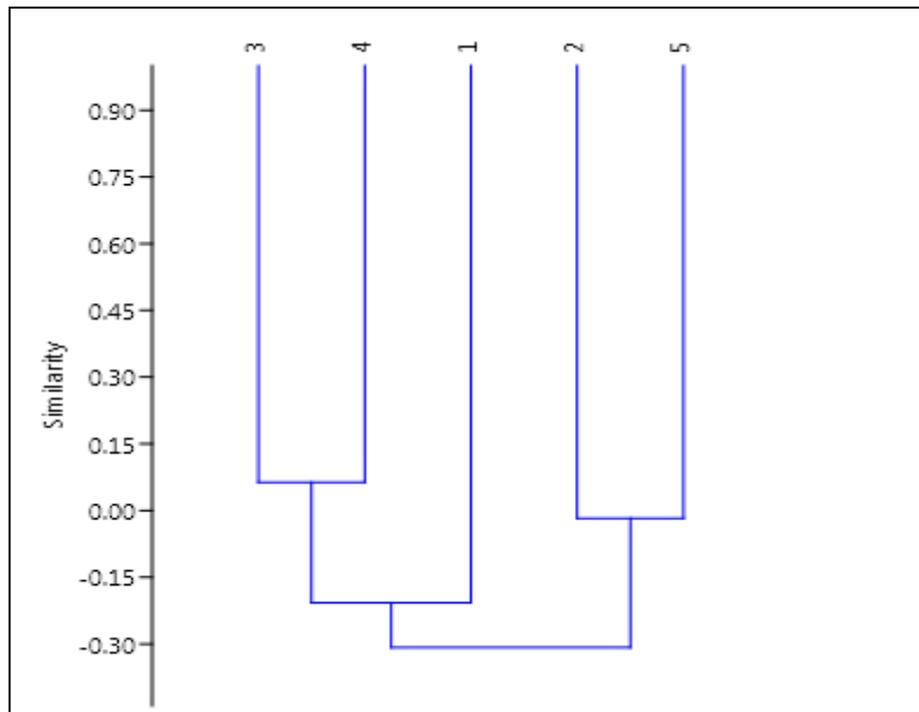


Рисунок 4.6 – ЖНП в естественном насаждении

Наиболее представлена группа короткокорневищных (*Athyrium filix-femina* (L.) Roth, *Galium boreale* L. и др.) видов, менее представлены длиннокорневищные (*Aegopodium podagraria* L., *Brachypodium pinnatum* (L.) Beauv. и др.), стержнекорневые (*Glechoma hederacea* L. и др.) группы видов, с участием других

групп травянистых поликарпиков. Второе место по удельному весу (42,5%) в составе сообщества принадлежит древесным и полудревесным растениям, образующим древостой и подлесок в лесном насаждении. Отмечено 11 видов деревьев (*Pinus sylvestris* L, *Sorbus sibirica* Hedl. и др.), 8 видов кустарников (*Lonicera tatarica* L., *Cotoneaster melanocarpus* Lodd., G. Lodd. & W. Lodd. и др.), а также 1 полукустарник (*Artemisia gmelinii* Weber ex Stechm.). Травянистые монокарпические растения не характерны для естественного лесного насаждения и встречаются единично в составе группы однолетних (*Fallopia convolvulus* (L.) Á. Löve) видов.

Для определения степени сходства видового состава изученных местообитаний были составлена дендрограмма сходства (рисунок 4.7).



Примечание: 1 – Лесные культуры с сомкнутым пологом; 2 – Лесные культуры без сомкнутого полога; 3 – Открытые участки; 4 – Минерализованные полосы; 5 – Естественное насаждение

Рисунок 4.7 – Дендрограмма флористического сходства лесных и нелесных участков в лесном фонде Чупинского бора (метод сходства - UPGMA, мера сходства - Сьёренсен-Чекановский)

Слабая степень флористического сходства обнаружена между лесными культурами без сомкнутого полога и остальными изученными участками ($K = 0,23-0,28$). Слабая степень флористического сходства отмечена между лесными культурами с сомкнутым пологом и открытыми участками ($K = 0,21$), а также между открытыми участками и минерализованными полосами ($K = 0,27$). Во всех остальных вариантах сравнения флористическое сходство очень слабое ($0,03-0,13$). В случае слабого флористического сходства между лесными и нелесными участками осуществляется перенос видов и их достаточно успешное «внедрение» в состав сообщества. При очень слабом флористическом сходстве перенос и «внедрение» видов происходят случайно, единично, т.к. условия местообитания, чаще всего, не соответствуют экологии и биологии видов.

Выводы

1. Почвенный покров представлен аллювиально-дерновыми слоистыми, серыми лесными погребенными наваянными, дерново-карбонатными, темно-серыми лесными почвами, черноземами обыкновенными и выщелоченными, относящимися к различным таксационным единицам, обладающими неодинаковыми свойствами, что способствует созданию неоднотипных условий для развития биоценозов и характеризуются невысоким содержанием гумуса в верхних горизонтах (от 0,6 до 2,1%). Черноземы в верхних горизонтах имеют нейтральную реакцию среды, вниз по профилю она изменяется до слабо- и среднещелочной. примечателен факт наличия погребенных серых лесных песчаных почв на глубине 37-60 см, что говорит о наличии в недавнем прошлом лесных экосистем на этих землях.

2. В большинстве случаев генетические горизонты почв увлажнены и слабогумусированы, что благоприятно сказывается на развитии стержневой корневой системы. Однако, наличие карбонатов и железистых выделений на каждом втором разрезе, а также, в подавляющем большинстве случаев, наличие нейтральной или щелочной среды отрицательно сказывается как на формировании стержневого корня, так и на общем развитии корневой системы.

3. Флористический состав обследованных растительных сообществ включает 187 видов высших сосудистых растений из 136 родов относящихся к 44 семействам. Ёмкость растительных сообществ, в среднем, составляет: лесные культуры с сомкнутым пологом - 15 видов, лесные культуры без сомкнутого полога - 16 видов, естественные насаждения - 35 видов, открытые места (опушки, прогалины и т.п.) - 22 вида, минерализованные полосы - 17 видов.

4. Естественные и искусственные лесные насаждения по-разному способствуют сохранению почвенной влаги и созданию микроклимата, что подтверждается долей участия в их флористическом составе группы мезофитов: лесные культуры с сомкнутым пологом - 41,7%, лесные культуры без сомкнутого полога - 65,3%, естественные насаждения - 78,7%, открытые места (опушки, прогалины и т.п.) - 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.

5. Под влиянием лесных насаждений происходит заметное формирование видов из состава лесного компонента флоры: лесные культуры с сомкнутым пологом - 33,3%, лесные культуры без сомкнутого полога - 34,7%, естественные насаждения - 68,1%, открытые места (опушки, прогалины и т.п.) - 5,9%, минерализованные полосы - 10,0% от общего числа видов.

7. Эдификаторное влияние естественных и искусственных лесных насаждений приводит к заметному увеличению фракции древесных и полудревесных растений в сообществах: лесные культуры с сомкнутым пологом - 25,0%, лесные культуры без сомкнутого полога - 26,0%, естественные древостои - 42,5%, открытые места (опушки, прогалины и т.п.) - 11,8%, минерализованные полосы - 0,01% от общего числа видов.

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

5.1. Приживаемость и рост лесных культур сосны и лиственницы с открытыми и закрытыми корнями

В лесном хозяйстве Алтайского края при выращивании искусственных лесных насаждений посадочным материалом с открытыми корнями больших проблем не возникало. Только за период с 1983 по 2000 гг. в лесном фонде края было создано около 190 тыс. га лесных культур (Парамонов и др., 2000). Из них в Чупинском бору с 1985 по 2021 гг. было высажено около 3,5 тыс. га лесных культур сосны, которые отличаются высокой устойчивостью и продуктивностью (Чичкарев, Маленко, Мишустин, 2021; Чичкарев, Мишустин, 2021; Чичкарев, Маленко, Баженов, 2021).

Переход лесокультурного производства в крае на использование посадочного материала с закрытыми корнями согласно «Об утверждении Правил лесовосстановления...», 2021) коснулся и Чупинского бора. За период с 2014 по 2023 год здесь было создано более 250 га лесопосадок с ЗКС. При этом до настоящего времени не была дана всесторонняя оценка результативности созданных лесных культур с ЗКС.

Наши исследования показали, что подготовка почвы под лесные культуры была проведена плугом ПКЛ-70 на глубину 30-35 см, по схемам: 1) одиночными рядами с расстоянием между ними от 1,7 до 4,9 м и 2) парными рядами с шириной междурядий от 1,5 до 3,5 м и широкими междурядьями от 3,7 до 5,0 м, что определило разную исходную густоту.

Посадка сосны ручная, посадочной трубой в дно плужной борозды. При создании культур использовался посадочный материал с ЗКС, выращенный на Алтайском лесном селекционно-семеноводческом центре. При его выращивании использовали кассеты модели BBC SideSlit 81 (типа Plantek) с внешними размерами 38,5×38,5×8,5 см, с размером ячейки 4,1×4,1×8,5 см, количеством ячеек

81 шт., объемом 100 см³ каждая. Агротехнические уходы, а также дополнение культур не проводили (рис. 5.1).



а) Чернозем обыкновенный (ПП-73; Р-12)



б) Чернозем обыкновенный карбонатный (ПП-71 и ПП-72; Р-13)



в) Чернозем обыкновенный карбонатный (ПП-74; Р-14)



г) Навейная дерново- карбонатная супесчаная (ПП-92; Р-28)



д) Чернозем обыкновенный карбонатный (ПП-87; Р-29)

Рисунок 5.1 – Состояние лесных культур и ЖНП на разных почвах

Почвенный покров представлен черноземами обыкновенными, погребенной серой лесной и дерново-карбонатной почвой, которые относятся к разным таксационным единицам и обладают неодинаковыми свойствами, что способствует созданию разнообразных условий для произрастания травянистой растительности, приживаемости лесных культур и формированию лесных биоценозов.

5.1.1. Приживаемость и рост

Травянистая растительность при выращивании лесных культур может оказывать как положительное (защита почв от эрозии, создание микроклимата, накопление гумуса), так и отрицательное (корневая конкуренция, задернение почвы) влияние на древесные растения. Видовой состав травянистых фитоценозов указывает на условия местопроизрастания, прежде всего на свойства и характеристики почвы (табл. 5.1).

Таблица 5.1 – Краткая характеристика фитоценозов в лесных культурах сосны обыкновенной разной густоты и сохранности

№ ПП	Количество видов, абс. ед.	Общее проективное покрытие, %	Средняя высота травяного яруса, см	Преобладающие виды растений
6	15–20	80–90	60–80	<i>Bromus inermis</i> (Leyss.), <i>Poa pratensis</i> L., <i>Stipa capillata</i> L.
8	15–20	80–90	60–80	
71	20–24	35–100	40	<i>Calamagrostis epigeios</i> (L.) Roth, <i>Stipa capillata</i> L.
72	23–26	45–100	42	<i>Calamagrostis epigeios</i> (L.) Roth
73	10–20	80–100	50	<i>Calamagrostis epigeios</i> (L.) Roth, <i>Stipa pennata</i> L. ssp. <i>Sabulosa</i> (Pacz.) Tzvelev
74	22–25	90–100	55	<i>Calamagrostis epigeios</i> (L.) Roth, <i>Stipa capillata</i> L.
76	20–30	75–90	50	<i>Calamagrostis epigeios</i> (L.) Roth, <i>Artemisia frigid</i> Willd.
87	7–15	80–100	50	<i>Leymus racemosus</i> (Lam.) Tzvelev ssp. <i>Crassinervius</i> (Kar. & Kir.) Tzvelev, <i>Calamagrostis epigeios</i> (L.) Roth
92	20–25	90–100	55	<i>Calamagrostis epigeios</i> (L.) Roth, <i>Stipa capillata</i> L.

Примечание: ПП-6 и ПП-8 – лесные культуры сосны с ОКС.

Почвенные разности на участках с лесными культурами сосны оказывают влияние не только на рост и развитие древесных растений, но и на формирование живого напочвенного покрова из травянистых растений. На большинстве исследованных участков (ПП-6, ПП-8) преобладает вейник наземный (*Calamagrostis epigeios* (L.) Roth) – многолетний длиннокорневищный злак. Это растение предпочитает почвы легкого гранулометрического состава и за счет системы разветвленных корневищ разрастается в междурядьях и на опушках создаваемых посадок. Вейник образует чистые или смешанные с другими травянистыми видами сообщества, в составе которых присутствуют степные, луговые и сорные виды. На суглинистых и более гумусированных почвах к вейнику примешивается ковыль волосатик (*Stipa capillata* L.), полынь холодная (*Artemisia frigida* Willd.), на почвах легкого гранулометрического состава – колосняк кистистый (*Leymus racemosus* ssp. *crassinervius* (Kar.&Kir.), качим метельчатый (*Gypsophila paniculata* L.), лапчатка длиннолистная (*Potentilla longifolia* Willd.) и др.

Большая часть растений в сообществах относится к нетребовательным по отношению к влаге видам – ксерофитам и мезоксерофитам. На отдельных участках с более высоким увлажнением нами отмечены небольшие по площади сообщества с участием мезофитов – пырей ползучий (*Elytrigia repens* (L.) Nevski), зопник клубненосный (*Phlomis tuberosa* L.) и др. В изученных фитоценозах отсутствуют облигатные галофиты, однако встречаются факультативные галофиты – вейник наземный, виды полыни, латук татарский (*Lactuca tatarica* (L.) С.А. Меу) и др. Это подтверждает присутствие карбонатов в почвенном профиле изучаемых участков (ПП-6, ПП-8, ПП-72, ПП-74, ПП-76). Таким образом, в междурядьях культур сосны формируются вторичные луговые, разнотравно-луговые и лугово-степные травянистые фитоценозы, характерные для степной природной зоны Западной Сибири.

Исследования показали, что лесные культуры сосны с открытой и закрытой корневой системой на почвах, обладающих неодинаковыми свойствами, сильно различаются по сохранности растений в 7-8-летнем возрасте. Так, сосны с ОКС на

черноземе выщелоченном (ПП-6 и ПП-8) имеют 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. 5.2).

Таблица 5.2 – Характеристика лесных культур сосны, созданных посадочным материалом с открытой и закрытой корневой системой

№ ПП	№ разреза	Почва	Схема посадки, м	Возраст, Лет	Густота, тыс. шт./га		Сохранность, %
					исходная	текущая	
Лесные культуры с ОКС							
6	10	Чернозем выщелоченный среднемо- щный 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
Лесные культуры с ЗКС							
71	13	Чернозем обыкновенный карбонат- ный маломощный слабогумусиро- ванный 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 среднемо- щный слабогумусированный супесчаный	4,6-3,5×0,8	7	3,47	2,45	70,6
74	14	Чернозем обыкновенный карбонат- ный маломощный слабогумусирова- нный 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
87	29	Чернозем обыкновенный карбонат- ный среднемоощный слабогумуси- рованный	3,8×1,1	8	2,4	1,7	70,8
92	28	Навейная дерново-карбонатная супесчаная	4,4×1,0	7	4,0	2,9	72,5

Осенний учет показал высокую приживаемость сеянцев сосны в первый год роста (табл. 5.3), которая составила: 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 пробных площадях 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% – согласно шкале нормативной приживаемости по лесничествам Алтайского края). 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%) (Приказ Федеральной службы..., 1996). Сохранность культур сосны на ПП-87 остается временно высокой (70,8%) несмотря на нелесопригодность почвы.

Таблица 5.3. – Приживаемость сеянцев и сохранность лесных культур сосны, созданных различным посадочным материалом, %, в возрасте, лет

№ ПП	Посадочный материал	Приживаемость			Сохранность				
		1	2	3	4	5	6	7	8
6	ОКС	72,2	64,4	60,3	60,3	60,3	60,3	60,3	–
8	ОКС	74,6	66,8	63,3	63,3	63,3	63,3	63,3	63,3
71	ЗКС	40,2	32,7	30,1	29,8	28,8	28,3	28,3	–
72	ЗКС	57,8	51,4	47,8	45,5	43,5	43,5	43,5	–
73	ЗКС	79,6	75,1	70,6	70,6	70,6	70,6	70,6	–
74	ЗКС	70,3	60,7	55,7	53,9	53,9	53,9	53,9	–
76	ЗКС	79,2	77,6	73,6	73,6	73,6	73,6	73,6	73,6
87	ЗКС	78,2	74,8	70,8	70,8	70,8	70,8	70,8	70,8
92	ЗКС	78,8	74,8	72,5	72,5	72,5	72,5	72,5	–

Травянистая растительность, более приспособленная к данным условиям, составила конкуренцию сосновым культурам в борьбе за влагу и питательные вещества в почве, что отразилось не только на приживаемости сеянцев, но и на их росте в течение первых 3 лет после посадки. Заметное увеличение прироста сосны в высоту с 4–5-летнего возраста свидетельствует о снижении степени влияния

травостоя на культуры. Изначально наиболее интенсивный рост сосны в высоту отмечен в культурах с ОКС (ПП-8), и в культурах с ЗКС на ПП-73 и ПП-87 (табл. 5.4).

Таблица 5.4 – Прирост сосны по высоте с возрастом культур, м

№ ПП	Посадочный материал	Прирост культур сосны по высоте, м, в возрасте, лет (M ± m)							
		1	2	3	4	5	6	7	8-й
6	ОКС	0,16 ±0,003	0,11 ±0,009	0,29 ±0,007	0,17 ±0,007	0,24 ±0,012	0,51 ±0,007	0,56 ±0,011	–
8	ОКС	0,20 ±0,002	0,27 ±0,005	0,33 ±0,009	0,29 ±0,009	0,43 ±0,012	0,50 ±0,014	0,70 ±0,013	0,58 ±0,019
71	ЗКС	0,18 ±0,003	0,13 ±0,006	0,22 ±0,007	0,25 ±0,01	0,24 ±0,013	0,34 ±0,018	0,43 ±0,024	–
72	ЗКС	0,19 ±0,003	0,11 ±0,004	0,20 ±0,008	0,24 ±0,008	0,29 ±0,011	0,29 ±0,014	0,46 ±0,018	–
73	ЗКС	0,15 ±0,003	0,10 ±0,004	0,25 ±0,008	0,25 ±0,006	0,30 ±0,009	0,70 ±0,011	0,85 ±0,010	–
74	ЗКС	0,10 ±0,002	0,15 ±0,003	0,24 ±0,007	0,26 ±0,005	0,51 ±0,008	0,50 ±0,013	0,55 ±0,012	–
76	ЗКС	0,10 ±0,001	0,20 ±0,003	0,25 ±0,007	0,30 ±0,003	0,45 ±0,006	0,56 ±0,010	0,52 ±0,010	0,64 ±0,01
87	ЗКС	0,10 ±0,005	0,15 ±0,004	0,30 ±0,005	0,40 ±0,004	0,45 ±0,004	0,60 ±0,005	0,70 ±0,009	0,69 ±0,01
92	ЗКС	0,16 ±0,001	0,16 ±0,002	0,30 ±0,003	0,25 ±0,003	0,29 ±0,003	0,29 ±0,006	0,47 ±0,010	–

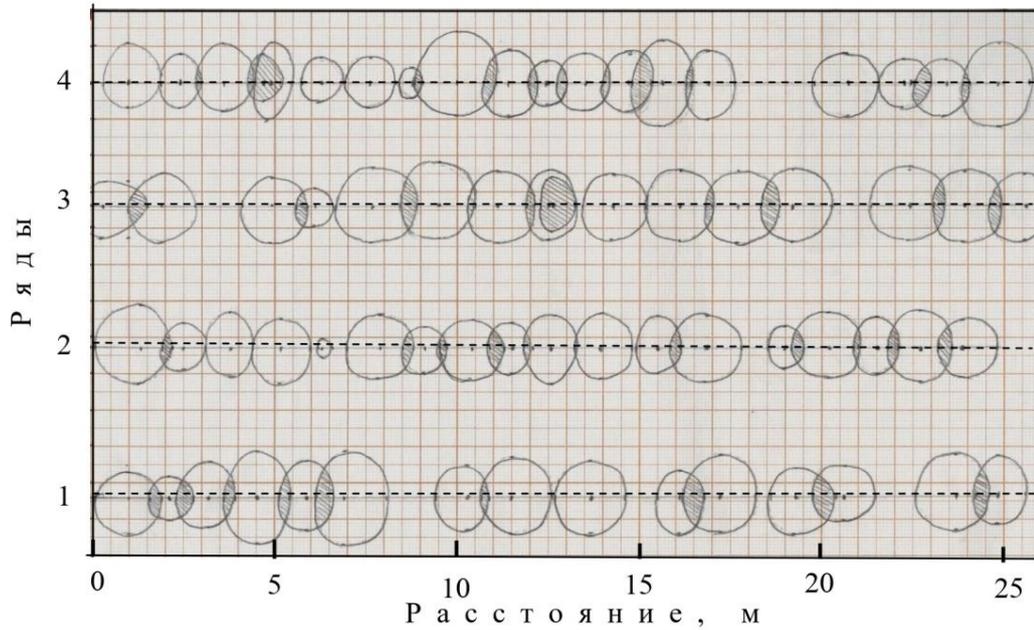
5.1.2. Формирование древесного полога

В степном лесоразведении процесс смыкания крон имеет большое значение для развития лесного ценоза, способного успешно конкурировать с окружающими коренными степными ассоциациями. В противном случае создаваемое искусственное сообщество распадается, и восстанавливаются степные формации (Вдовенко, 1974; Сидоров, Фриккель, 1975).

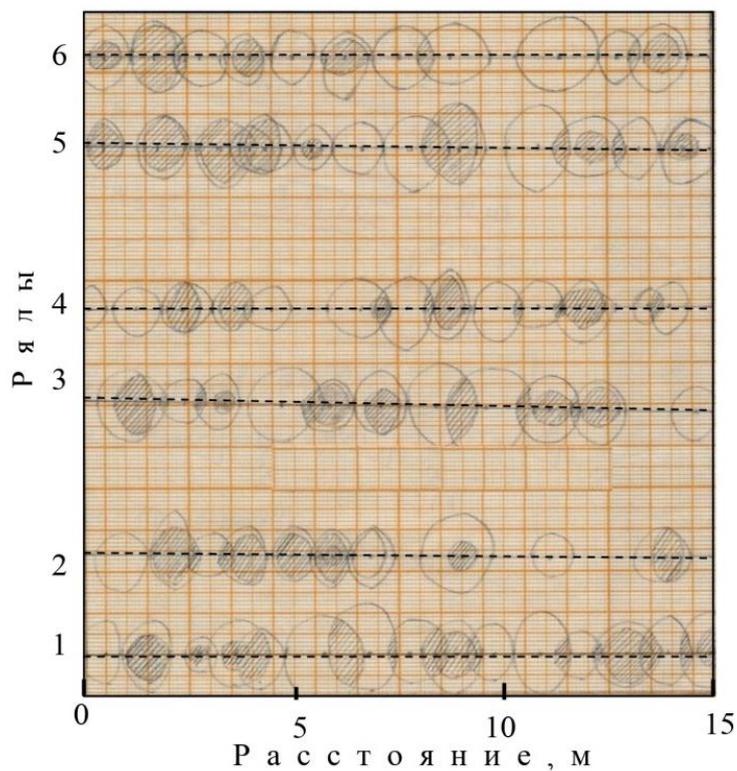
Исследования показали, что у сосновых культур 7–8-летнего возраста сформировались кроны, равные или незначительно отличающиеся по диаметру и имеющие округлую или слабо различимую эллипсовидную форму, длинная сторона которых ориентирована поперек ряда (рис. 5.2).

В целом рост культур сосны характеризуется закономерным увеличением диаметра и высоты деревьев с возрастом, достигая наибольших значений в 8-летних культурах, созданных сеянцами с ОКС (ПП-8) и с ЗКС (ПП-76 и ПП-87)

(табл. 5.5). Самые низкие значения 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.



а) 8-летние культуры сосны одиночными рядами (ПП-87)



б) 8-летние культуры сосны, посадка парными рядами (ПП-76)

Рисунок 5.2 – Схематическое изображение горизонтальных проекций крон лесных культур с ЗКС

При расстоянии между деревьями в ряду 0,7-1,1 м и ширине междурядий 1,5-2,0 м ветви деревьев соприкасаются друг с другом. При более широких междурядьях (2,2-5,0 м) этого не происходит.

Сомкнутость крон (отношение площади крон к площади участка) достигает наибольшего значения (0,42-0,66) в культурах с наибольшей густотой (ПП-6, ПП-8 и ПП-76).

Таблица 5.5 – Биометрические показатели роста культур сосны

№ ПП	№ разреза	Посадочный материал	Возраст, лет	Густота текущая, тыс. шт./га	Диаметр стволика, см		Высота общая, м	Доля культур, не достигших высоты 1,3 м, %
					на корневой шейке	на высоте 1,3 м		
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	–
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

В культурах с широкими междурядьями и небольшой густотой сомкнутость крон составляет от 6 до 20% площади участка. Сомкнутость полога (отношение площади крон к площади участка за минусом площади перекрытия крон) изменяется в той же закономерности, что и сомкнутость крон (табл. 5.6).

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, которая превысила площадь основного полога древостоя. В культурах сосны с ОКС и ЗКС коэффициент перекрытия крон, находящийся в пределах 0,23–0,44, характеризует состояние древесного полога, в котором не происходит массовое отмирание хвои на нижних ветвях в возрасте исследований из-за хорошего бокового освещения.

В целом исследуемые лесные культуры по состоянию сомкнутости древесного полога являются несомкнувшимися, поскольку проекция полога в них не соответствует показателю (80%), установленного Ф.М. Золотухиным (1966).

Таблица 5.6 – Показатели древесного полога в культурах сосны

№ ПП	Возраст, лет	Схема посадки, м	Густота текущая, тыс. шт./га	Диаметр кроны, м		Сомкнутость крон, ед.	Сомкнутость полога, ед.	Коэффициент перекрытия
				вдоль ряда	поперёк ряда			
Культуры сосны с ОКС								
6	7	1,7×0,8	4,4	0,9±0,002	0,9±0,003	0,44	0,35	0,28
8	8	4,6–1,5×0,7	2,85	1,2±0,004	1,4±0,004	0,42	0,29	0,44
Культуры сосны с ЗКС								
71	7	4,9×0,9	0,65	1,0±0,004	1,0±0,005	0,06	0,06	0
72	7	4,9×0,9	1,00	1,0±0,014	1,0±0,013	0,19	0,12	0,03
73	7	4,6–3,5×0,8	2,45	1,0±0,003	1,1±0,004	0,20	0,17	0,23
74	7	5,0–2,0×0,8	1,94	1,0±0,008	1,0±0,009	0,16	0,12	0,31
76	8	3,7–2,2×1,0	2,65	1,2±0,003	1,3±0,03	0,66	0,28	1,35
87	8	3,8×1,1	1,7	0,98±0,003	1,0±0,005	0,36	0,33	0,10
92	7	4,4×1,0	2,9	0,92±0,004	0,96±0,004	0,17	0,17	0

Для редкостойных лесных культур со значениями коэффициента перекрытия от 0 до 0,1 свойственны наличие широких, хорошо освещенных межполосных коридоров, интенсивно заросших многолетними злаковыми корневищными видами (кострец 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.

5.1.3. Формирование корневой системы

Изучение корневых систем сосны в лесных культурах, созданных механизированной посадкой семян с ОКС и ручной посадкой с ЗКС, показало на отсутствие деформации корней. В условиях Чупинского бора у сосны, выращенной из семян с открытыми и закрытыми корнями на лесопригодных почвах (черноземы выщелоченные и обыкновенные, погребенная серая лесная и

дерново-карбонатная), формируется поверхностно-стержневая корневая система, способствующая хорошему росту устойчивых лесных насаждений.

На черноземах обыкновенных с глубоким залеганием карбонатов у сосны с ЗКС образуется стержневой корень, длина которого ограничивается глубиной залегания карбонатного горизонта, что снижает устойчивость сосны к засухам. При поверхностном залегании карбонатов на этих почвах (нелесопригодные) формируется поверхностная корневая система, что увеличивает вероятность отпада деревьев уже в молодом возрасте (рис. 5.3-5.4).



Рисунок 5.3. – Сосна с хорошо развитым стержневым корнем



Рисунок 5.4. – Сосна с поверхностной корневой системой, стержневой корень отсутствует

Необходимо отметить, что во всех посадках сосны с ЗКС естественного возобновления сосны не обнаружено. Исключение составляют 7-летние культуры, созданные на навейной дерново-карбонатной супесчаной (ПП-9) почве, где произрастают единичные сосны приспевающего возраста. Имеющийся здесь 5-6-летний подрост по бороздам отличается хорошим ростом, не уступает в росте высаженной сосне и формирует стержневую корневую систему.

Согласно отчетным данным, в 2017 г. бору одновременно с сосной, были созданы лесные культуры лиственницы сибирской с ЗКС на площади 24,0 га. По этим же данным посадки лиственницы не прижились в первый год роста на площади 23,5 га. Причины гибели не были установлены. Обследуемые нами лесопосадки подтвердили гибель лиственницы. Единично встречающиеся жизнеспособные особи не отличались хорошим ростом, но сформировали стержневой корень (рис. 5.5).



Рисунок 5.5 – Корень лиственницы

5.1.4. Формирование сосново-лиственничных культур

В бору имеются 11-летние сосново-лиственничные культуры, созданные с открытой корневой системой (рис. 5.6).

Они расположены в степной части правобережье р. Порозиха. Рельеф слабо всхолмленный, положение пробы относительно рельефа – слабо покатое. Почва под культурами подготовлена плужными бороздами парными рядами через 2 м с

чередованием необработанных полос шириной 4-4,5 м, шаг посадки – 0,6 м. Посадка весенняя механизированная (МЛУ-1). Посадочным материалом служили сеянцы сосны обыкновенной и лиственницы сибирской 2-летнего возраста, выращенные в питомнике в лесничества из семян сосны местной репродукции и лиственницы, привезенных из Республики Алтай.



Рисунок 5.6 – 11-летние сосново-лиственничные культуры в степи

Почва под лесными культурами характеризуется как лугово-черноземная карбонатная среднemocная; на всем протяжении профиля имеет однородный супесчаный гранулометрический состав, с низким содержанием гумуса (А – 1,4%; АВ – 1,1%). Реакция почвенного раствора в верхних горизонтах слабощелочная, в средних и нижних – среднещелочная. Вскипание от 10% HCl в профиле отмечается с глубины 34 см, железистые выделения просматриваются с глубины 63 см. В целом, почва характеризуется низким уровнем плодородия, что способствует формированию относительно невысоких по продуктивности насаждений сосны и лиственницы.

В междурядьях и рядах сосны и лиственницы общее проективное покрытие составило 70%, здесь отмечено 24 биологических вида растительного покрова, представленного, в основном, лугово-степными травами, среди которых

подмаренник настоящий (*Galium verum* L.), синеголовник плоский (*Eringium planum* L.), желтоцвет обыкновенный (*Senecio jacobaea* L.), василёк шероховатый (*Centaurea scabiosa* L.), гетеропаппус алтайский (*Heteropappus altaicus* Wild.). Доминантным видом является ковыль волосатик (*Stipa capillata* L.). Более половины видов (58%) относится к ксеромезофитной экологической группе, что свидетельствует о засушливых условиях и дефиците влаги в почве.

Исследуемые лесные культуры с порядным смешением пород формировались в режиме самоизреживания. В 11-летнем возрасте культуры с участием двух пород на трех разных участках имели сильно различимые показатели по сохранности, которые составили у сосны – 55,2, 37,2 и 51,6%, в среднем – 48,0%, у лиственницы – 62,4, 26,4 и 36,4%, в среднем – 36,4%.

В культурах, согласно принятой схеме расположения деревьев в рядах и их сохранности, создались неравнозначные условия для формирования кроны деревьев двух пород, что привело к развитию эллипсоидной формы кроны (табл. 5.7). С одной стороны, это привело к быстрому смыканию кроны в рядах, что является положительным моментом, способствующим созданию лесной среды, с другой – повышенной конкуренции деревьев и замедлению их роста. В культурах с порядным смешением пород, сосна сформировала более высокие показатели параметров кроны, чем лиственница, что отразилось на сомкнутости кроны и полога под каждой породой.

Таблица 5.7 – Показатели древесного полога в 11-летних культурах сосны и лиственницы

Порода	Густота текущая, тыс. шт./га	Показатели кроны						
		диаметр кроны, м		площ. кроны 1-го дерева, м ²	площ. кроны, м ²	сомкн. кроны, ед-цы	сомкн. полога, ед-цы	коэф-т перекрыт.
		вдоль ряда	поперек ряда					
Сосна	1,08	1,59 ±0,01	1,92 ±0,01	2,59	108,71	0,4	0,40	0,19
Лиственница	0,81	0,81 ±0,01	0,86 ±0,01	0,94	30,92	0,14	0,13	0,03
Общее	1,89	-	-	-	139,63	0,55	0,53	0,22

В сложившихся лесорастительных условиях средний диаметр на высоте 1,3 м составил: у сосны $6,5 \pm 0,06$ см, лиственницы $2,7 \pm 0,03$ см, средняя высота $4,4 \pm 0,05$ м и $3,6 \pm 0,07$ м соответственно.

Таким образом, формирование сосново-лиственничных культур с порядным размещением пород на лугово-черноземной карбонатной среднетощей супесчаной почве в условиях засушливой степи происходит по закономерностям, свойственным другим регионам. В сложившихся лесорастительных условиях местная сосна обыкновенная по сохранности, диаметру стволов, высоте и показателям, характеризующим древесный полог, превосходит лиственницу сибирскую.

5.2. Формирование древесного полога культур ОКС старше 10 лет

В предыдущем разделе было установлено, что в культурах сосны 7-8-летнего возраста, созданных с открытыми и закрытыми корнями, полная сомкнутость полога не наступает. В продолжение вопроса, считаем важным проанализировать дальнейшие изменения, проходящие в древесном пологе лесных культур старше 10-летнего возраста, созданных с открытой корневой системой.

Исследования, проведенные нами в лесных культурах на 56 пробных площадях, показали на большое расхождение в показателях сомкнутости полога, которые зависят от размещения деревьев на площади, так и их возраста. Разная степень сомкнутости древесного полога приводит к образованию различных по составу и строению типов напочвенного покрова. Так в 11-летних рядовых культурах (рис. 5.7) формируется разнотравно-злаковый луговой, в 13 и 18-летних посадках (рис. 5.8 и рис. 5.9) – злаковый остепненный, а в 21-летних (рис. 5.10) культурах – мертвопокровный тип напочвенного покрова.

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, чем в первом случае, особенно в сторону широких коридоров. При этом разница в

размерах кроны деревьев в направлениях вдоль и поперек ряда в обоих случаях сохраняется, что подтверждается статистически ($t_{\text{табл.}} < t_{\text{факт.}}$) (рис. 5.11).



Рисунок 5.7 – 11-летние культуры (ПП-68) парными рядами, схема 4,0-1,6×0,8 м



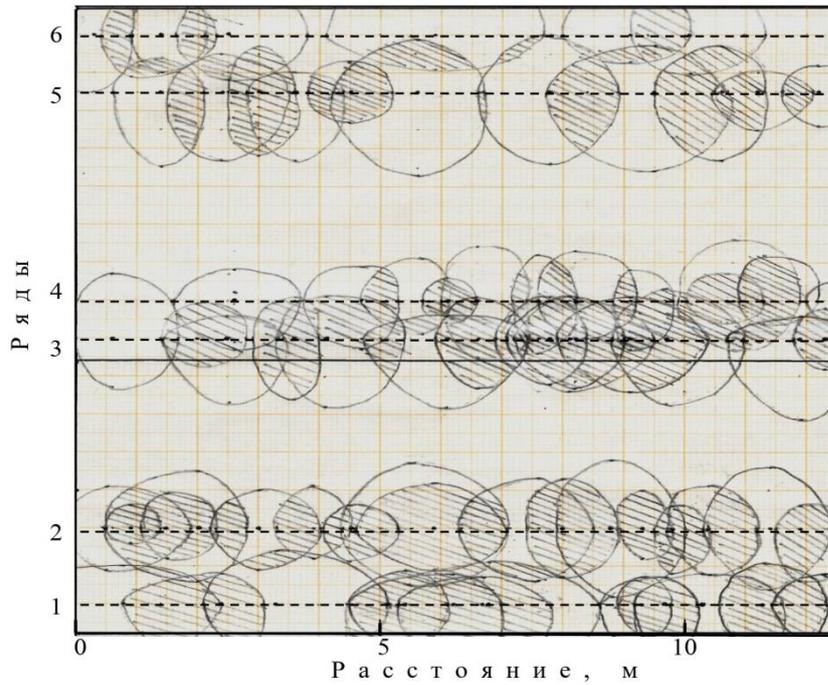
Рисунок 5.8 – 13-летние культуры (ПП-1) парными рядами, схема 5,0-1,5×0,7 м



Рисунок 5.9 – 18-летние культуры сосны (ПП- 78) парными рядами, схема 4,0-2,0×0,6 м



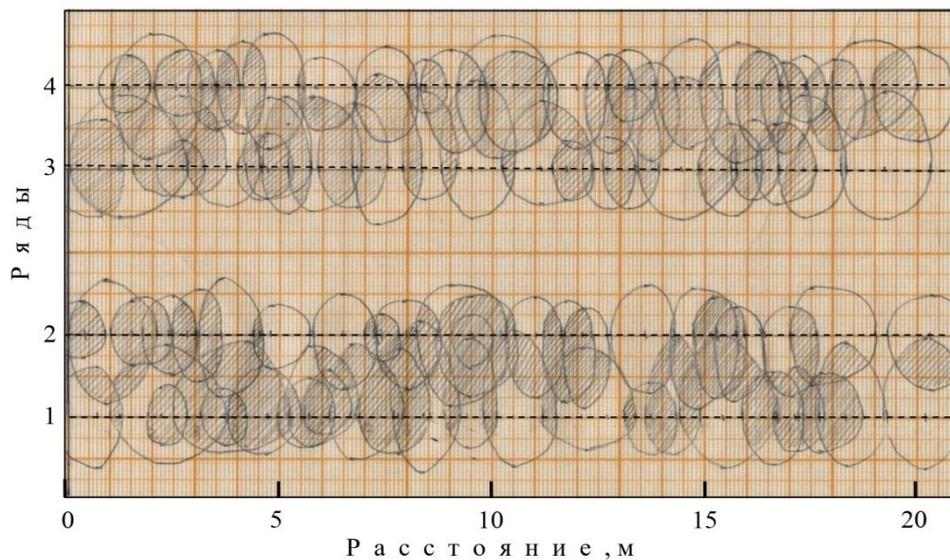
Рисунок 5.10 – 21-летние культуры (ПП-84) сплошного типа, схема 4,0-3,3×1,0 м



а) 13-летние культуры сосны парными рядами ПП-1



б) 24-летние культуры рядовой посадки ПП-23



в) 18-летние культуры сосны парными рядами ПП-87

Рисунок 5.11 – Схематическое изображение горизонтальных проекций крон лесных культур (ОКС)

----- - направление ряда; ○ - крона; ◐ - перекрытия крон

Данный факт связан с «перехватом» кронами света, влаги и тепла и формированием разнообразных эко-климатических условий, часто резко отличающихся от условий в естественных насаждениях.

Установлено, что в культурах сплошного типа диаметры кроны деревьев вдоль ряда имеют меньшие размеры, чем поперек ряда (табл. 5.8).

Сомкнутость крон в сплошных культурах наибольшего значения достигает в загущенных посадках. Значение показателя может быть высоким или снижаться в зависимости от густоты культур. Показатель сомкнутости крон в культурах полосного типа во всех случаях имеет значительно меньшие показатели, несмотря на более развитые диаметры кроны деревьев.

Показатели сомкнутости полога в сплошных и полосных культурах имеют существенно меньшие значения показателей сомкнутости крон, поскольку при расчете сомкнутости полога не были учтены площади перекрытия кроны.

В исследуемых культурах значение коэффициента перекрытия кроны изменяется в большом диапазоне значений (от 0,3 до 6,44) и зависит, прежде всего, от густоты посадок, которая определяется шириной междурядий и расстоянием деревьев в ряду. Рассматриваемые показатели кроны деревьев изменяются с возрастом древостоев. Так в 13-летних культурах сосны полосного типа (ПП-1) значение показателей сомкнутости крон, сомкнутости полога и коэффициента перекрытия находятся в соотношении 0,57 – 0,28 – 1,01, тогда как в 20-летнем возрасте культур эти показатели составили 0,65 – 0,38 – 1,12.

Полученные результаты, характеризующие показатели кроны древесного полога в культурах сосны, позволяют глубже понять процесс формирования древостоев в целях выращивания устойчивых с хорошим качеством стволов древостоев. Регулирование светового режима густотой посадки позволит уменьшить развитие травянистой растительности в рядах и междурядьях культур, ускорить процесс очищения стволов от сучьев, снизив пожарную опасность.

Таблица 5.8 – Показатели древесного полога культур сосны

ПП	Возраст, лет	Схема посадки, м	Густота текущая, шт./га	Диаметр кроны, м			Показатели полога, ед.		
				вдоль ряда	поперек ряда	t факт.	сомкнутость крон	сомкнутость полога	коэффициент перекрытия
Культуры сосны сплошного типа									
23	24	1,5×0,5	10533	1,33±0,04	1,66±0,05	5,15	0,97	0,45	1,13
29	28	1,5×0,5	6481	1,26±0,04	1,47±0,05	3,28	0,80	0,61	0,30
30	30	1,5×0,5	5466	1,57±0,02	1,90±0,02	11,67	0,86	0,46	0,88
22	10	2,5×0,5	2588	1,25±0,01	1,51±0,02	11,63	0,52	0,34	0,53
40	20	2,5×0,5	4275	1,61±0,06	2,52±0,11	7,26	0,78	0,32	1,44
35	21	2,0×0,5	6860	1,66±0,02	1,91±0,02	8,84	0,87	0,55	0,59
34	17	3,0×0,7	2034	1,89±0,02	2,95±0,03	29,40	0,83	0,56	0,47
41	20	3,5×0,5	4190	1,54±0,02	2,11±0,02	20,15	0,44	0,29	2,53
31	17	3,5×0,5	1702	2,05±0,02	2,92±0,03	24,13	0,61	0,29	1,08
Культуры сосны полосного типа									
1	13	5,0-1,5×0,7	3034	1,81±0,03	2,34±0,04	10,6	0,57	0,28	1,01
67	20	5,0-1,5×0,7	2531	1,87±0,06	2,58±0,04	9,58	0,65	0,38	1,12
42	10	4,0-2,0×0,5	3020	1,13±0,02	1,26±0,02	4,60	0,34	0,22	0,57
68	11	4,0-1,6×0,8	2266	1,76±0,08	2,21±0,08	3,98	0,56	0,38	0,47
17	12	5,0-2,0×0,5	2718	1,76±0,03	2,2±0,04	8,80	0,75	0,18	3,17
18	12	7,5-2,0×0,5	918	2,21±0,03	3,60±0,05	23,84	0,38	0,26	0,45
19	23	6,5-1,5×1,0	1300	2,12±0,13	3,59±0,253	5,17	0,74	0,10	6,44
78	13	4,0-2,0×0,6	3690	1,5±0,04	2,3±0,06	11,09	0,67	0,28	1,35

5.3. Диаметр древостоев

5.3.1. Распределение деревьев по ступеням толщины

Изучение распределения деревьев по ступеням толщины имеет важное значение, как для теории, так и практики лесного хозяйства (Макаренко, Смирнов, 1973). Ранее проведенные исследования, в большинстве своем относятся к «нормальным», преимущественно однопородным, спелым насаждениям. При этом вопросы строения молодняков и средневозрастных древостоев, изучены недостаточно.

Выявленные А.В. Тюриным (1923), Н.В. Третьяковым (1927), А.П. Юновидовым (1956) и др. исследователями закономерности в строении касаются естественных древостоев. В этой связи, представляется важным проанализировать строение искусственных древостоев, созданных и формирующихся при различной густоте.

Исследования проведены в естественно формирующихся разногустотных искусственных древостоях сосны. При анализе материала исследуемые древостои были разделены на 5 густотных групп: очень густые (10,3 тыс. шт./га), густые (7,4 тыс. шт./га), средней густоты (4,0 тыс. шт./га), ниже средней (2,8 тыс. шт./га) и редкие (1,6 тыс. шт./га). Ввиду отсутствия естественных насаждений одного возраста с лесными культурами, были изучены естественные насаждения IV класса возраста. Таксационные показатели древостоев приведены в приложении 4.

Приведенные данные показывают, что в естественных древостоях при густоте 0,7 и 0,98 тыс. шт./га распределение деревьев по естественным ступеням толщины отличается от общего ряда распределения, установленного А.В. Тюриным (1923). Это связано с большим количеством (62,6-68,9%) толстомерных деревьев при сравнительно небольшой густоте древостоев, что подтверждает положительная асимметрия кривой распределения. Значение показателя «мода» закономерно приближается к среднему таксационному диаметру, в то время как значение параметра «медиана» смещена в обоих случаях влево от среднего

диаметра дерева, что подтверждается смещением среднего дерева в сторону толстомерных особей (табл. 5.9).

Исследования, проведенные в культурах различной густоты показали, что средний диаметр сосны, при незначительно различающимся возрасте и более широким изменением густоты, увеличивается по мере изреженности древостоев. Максимальное количество деревьев приходится на 1-2 ступени вправо от среднего диаметра.

Число деревьев с диаметрами на 1,3 м больше среднего по четырем густотным группам (очень густые, густые, средние и ниже средней) составляет 57,8-62,4%. При этом наименьший показатель места среднего дерева (54,1%) отмечен в редких культурах.

Таблица 5.9 – Статистические показатели древостоев, характеризующие распределение деревьев по диаметру

Пробная площадь	Показатели									
	возраст, лет	средний диаметр, см	густота, тыс. шт./га	среднее статистическое	мода	медиана	асимметричность	коэффициент варьирования	место среднего дерева %	отношение D_{max}/D_{cp}
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Естественные древостои										
89	72	28,3	0,7	27,58	24	26	1,036	18,3	68,87	1,48
88	76	26,3	0,97	25,96	28	25	0,145	32,8	62,65	1,67
Лесные культуры: очень густые (10,4 тыс. шт./га)										
23	24	8,7	10,5	8,15	8	8	0,082	39,0	58,60	1,84
23а	24	8,7	10,3	8,14	8	8	0,078	38,9	56,93	1,83
Ср	24	8,7	10,4	8,14	8	8	-	38,95	57,76	1,84
Лесные культуры: густые (6,3 тыс. шт./га)										
35	21	10,1	6,9	9,78	12	10	0,000	43,0	58,09	1,98
29	28	10,2	6,5	9,81	12	10	-0,115	37,7	60,46	1,96
30	30	10,6	5,5	10,6	10	10	0,202	33,6	62,04	1,88
Ср	26,3	10,3	6,3	10,1	11,3	10,0	-	38,1	60,2	1,94
Лесные культуры: средней густоты (4,0 тыс. шт./га)										
40	20	10,5	4,3	9,77	12	10	-0,011	47,4	60,38	1,90

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
24	24	11,0	4,2	10,77	12	10	0,019	34,7	62,5	1,83
27	25	12,2	3,9	12,05	16	12	0,070	33,7	58,78	1,80
28	25	15,4	3,5	14,26	12	14	0,256	30,9	68,93	1,56
Ср	23,5	12,3	4,0	11,7	13,0	11,5	-	36,7	62,4	1,77
Лесные культуры: ниже средней густоты (2,8 тыс. шт./га)										
83	35	15,3	3,0	14,32	16	14	0,101	26,9	66,93	1,56
77	26	13,3	2,9	13,16	10	14	0,188	32,5	59,50	1,65
15	26	14,8	2,7	14,99	16	16	-0,505	22,3	55,10	1,62
20	20	12,7	2,5	12,67	12	12	-0,449	26,6	59,68	1,57
Ср	26,8	14,0	2,8	13,8	13,5	14,0	-	27,1	60,3	1,6
Лесные культуры: редкие (1,6 тыс. шт./га)										
69	21	14,5	1,8	14,5	16	16	-0,543	27,3	51,73	1,51
33	13	12,5	1,7	12,4	14	14	-0,591	32,8	51,82	1,60
16	24	18,1	1,5	18,13	20	20	-0,434	32,7	59,15	1,6
38	38	13,4	1,4	13,26	16	14	-0,546	32,5	53,82	1,49
ср	24,0	14,6	1,6	14,57	16,5	16,0	-	31,3	54,13	1,55
36	36	14,6	2,2	13,81	14	14	0,192	34,0	65,07	1,64
	36*	11,6	0,6	11,21	14	12	-0,327	35,2	54,92	1,72

*Примечание:** - лиственница

При рассмотрении показателей в пределах каждой густотной группы установлено, в группе очень густые (10,4 тыс. шт./га) – средний диаметр превышает показатели моды и медианы, кривая распределения минимально отличается от нормальной (минимальные значения асимметричности, а место среднего дерева близкое к 58%), высокое значение соотношения максимального диаметра к среднему.

В густых культурах (6,3 тыс. шт./га) – средний диаметр превышает показатель медианы, но меньше моды, что свидетельствует о смещении распределения в сторону толстомерных особей, однако отсутствие закономерности в значении асимметричности не дает однозначного ответа.. Кривая распределения смещена от нормальной (место среднего дерева близкое к

60,2%), значение соотношения максимального диаметра к среднему – максимальное.

В группе средней густоты (4,0 тыс. шт./га), как и в предыдущем случае, средний диаметр превышает показатели медианы, но уступает моде. Положительная асимметрия и более высокое значение место среднего дерева (62,4%) показывает, на еще большее смещение кривой распределения в сторону толстомерных деревьев.

В группе ниже средней густоты (2,8 тыс. шт./га) средний диаметр превышает показатели моды и медианы. Кривая распределения отличается от нормальной (место среднего дерева 60,3%), однако широкий диапазон значений асимметричности не позволяет дать однозначную оценку изменению кривой распределения.

В редких культурах (1,6 тыс. шт./га) – средний диаметр существенно уступает показателям моды и медианы, кривая распределения резко отличается от нормальной, а также от характера кривых в других группах густот и смещается в сторону тонкомерных стволов. Место среднего дерева меньше 57,5%, значение соотношения максимального диаметра к среднему – минимальное (1,55).

Таким образом, по мере уменьшения густоты древостоев с 10,4 тыс. шт./га до 2,8 тыс. шт./га происходит:

- увеличение среднего диаметра и незначительные колебания значений моды и медианы относительного среднего диаметра;
- сокращается соотношение максимального и среднего диаметра в выборках;
- асимметричность данных стремится к значениям, близким к нулевым;
- показатель «место среднего дерева» близок к значению 57,5%.

В редких древостоях (1,6 тыс. шт./га) – значение среднего диаметра начинает существенно уступать значениям моды и медианы;

- соотношение максимального и среднего диаметра в выборках минимальное;

- асимметричность данных, как правило, принимает отрицательные значения;
- значение показателя «место среднего дерева» меньше 57,5%.

5.3.2. Рост древостоев по диаметру

Рост деревьев по диаметру является одним из основных таксационных показателей, характеризующий рост древостоев. Этому показателю уделяется большое внимание со стороны исследователей (Залесов и др., 2002). Показателями роста, развития и состояния деревьев и древостоев могут служить их морфологические признаки (Соловьёв, 2001).

Для аппроксимации средних диаметров искусственных и естественных древостоев в широком диапазоне возрастов была выбрана функция Теразаки, уравнение которой следующий вид (5.1):

$$D = a * e^{(-\frac{b}{x})} \quad (5.1)$$

где, D – искомый таксационный показатель, см;

x – средний возраст древостоя, лет;

e – постоянная Эйлера;

a, b, – коэффициенты уравнения.

По причине большой среднеквадратичной ошибки и значительного искажения аппроксимации данных, функции Хугерсхофа, Митчерлиха и Корсуня (Кузьмичёв, 1977) в данном исследовании не применялись.

В целях более объективного сравнения исследуемые древостои нами были условно разделены на 2 категории в зависимости от лесопригодности почв: лесопригодные и ограниченно лесопригодные (условно лесопригодные).

Лесные культуры на лесопригодных почвах:

В лесных культурах сосны на данной категории лесопригодности почвы было заложено 8 пробных площадей и 2 пробы в естественных древостоях. По результатам анализа роста модельных деревьев были построены графики по функции Теразаки (рис. 5.12).

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

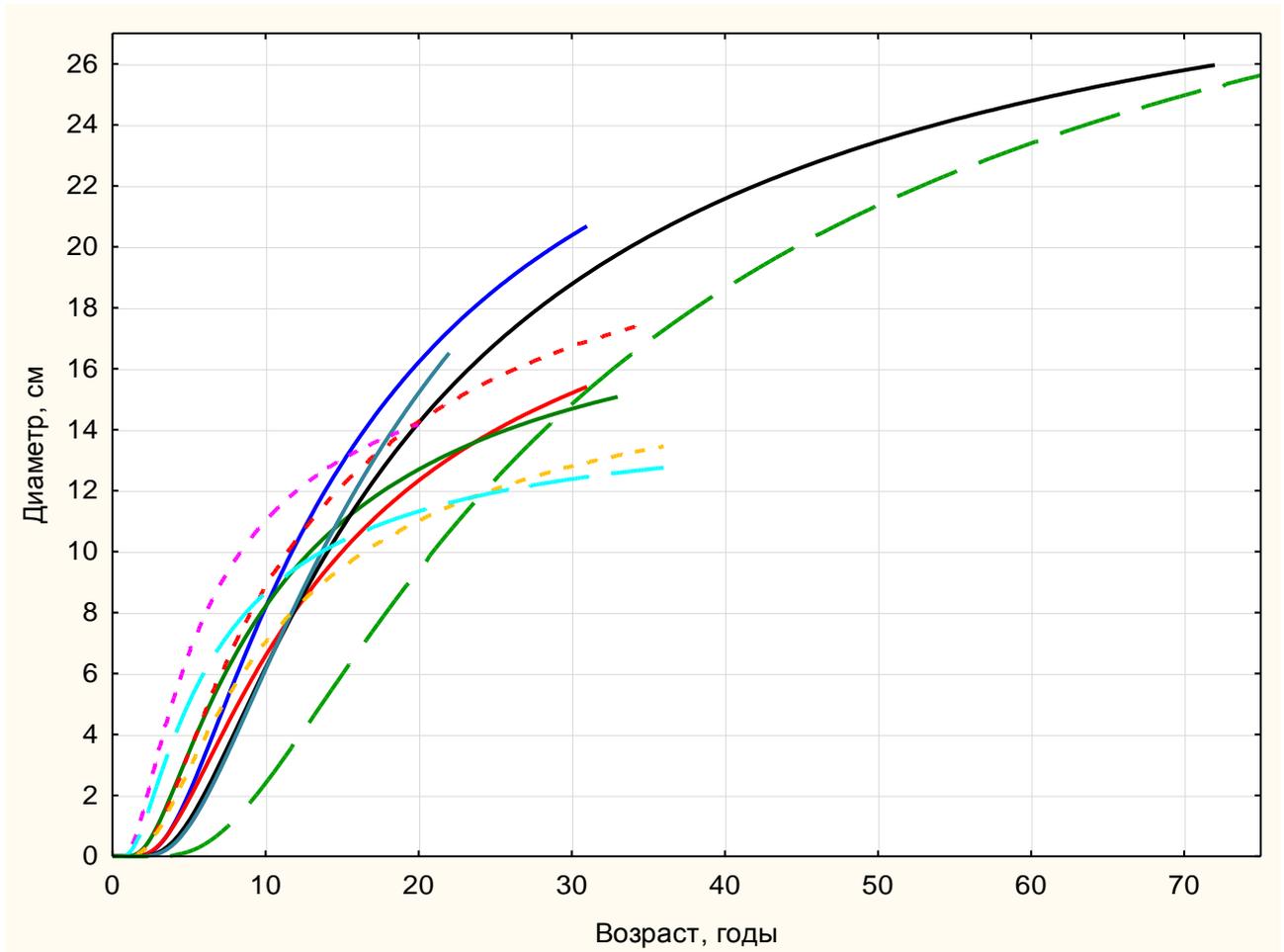


Рисунок. 5.12 – Ход роста по диаметру насаждений на лесопригодных почвах

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

Различие в росте искусственных и естественных древостоев сосны в раннем возрасте, несмотря на произрастание в одной категории – лесопригодные почвы, объясняется напряженностью в росте культур, связанной с загущенностью посадок.

Коэффициенты уравнений, описывающих ход роста по диаметру сосновых и лиственничных древостоев приведены в таблице 5.10.

Таблица 5.10 – Характеристика уравнений зависимости средних диаметров древостоев от возраста на лесопригодных почвах

Пробная площадь	Значения коэффициентов		Коэффициент детерминации, (R^2)	Ошибка	
	a	b		основная, см	средняя, %
ПП-89	32,73	16,67	0,952	±1,54	±4,1
ПП-88	36,90	27,34	0,978	±1,27	±7,45
ПП-75	37,76	18,19	0,993	±0,97	±5,3
ПП-67	18,23	5,04	0,986	±1,08	±9,45
ПП-82	23,11	12,57	0,987	±1,26	±9,1
ПП-91	32,19	13,72	0,987	±1,19	±10,1
ПП-95	19,65	8,74	0,973	±1,34	±13,7
ПП-83	22,99	9,55	0,984	±1,12	±10,45
ПП-39	17,28	9,01	0,982	±1,07	±9,1

Примечание: коэффициенты уравнений достоверны на 5% – ном уровне значимости.

Лесные культуры на ограниченно лесопригодных (условно лесопригодные) почвах:

На почвах этой категории лесопригодности почв было изучено 3 искусственных насаждения сосны, а также 2 естественных древостоя. По результатам анализа роста модельных деревьев были построены графики по функции Теразаки (рис. 5.13).

Полученные данные показывают, что наибольший прирост сосны по диаметру был в естественных насаждениях на ПП-88 и ПП-89. Самый низкий прирост сосны происходил в наиболее возрастных культурах (ПП-84) на погребенной темно-серой лесной песчаной почве. Рост культур сосны на дерново-карбонатных супесчаных почвах до 10-20 летнего возраста имел некоторые преимущества в росте в сравнении с естественными древостоями, затем снизился.

Имеющаяся разница в росте по диаметру лесных культур и естественных древостоев сосны, в данном случае, объясняется различной лесопригодностью почв. В то же время почва под наиболее возрастными культурами (ПП-84), определенная как дерново-карбонатная среднemoshная с погребенным горизонтом

в виде чернозема обыкновенного, является не типичной для развития корневой системы сосны разного возраста, что подтверждается исследованиями В.В. Огиевского (1966); В.В. Миронова (1974); В.Н. Габеева (1990) и др.

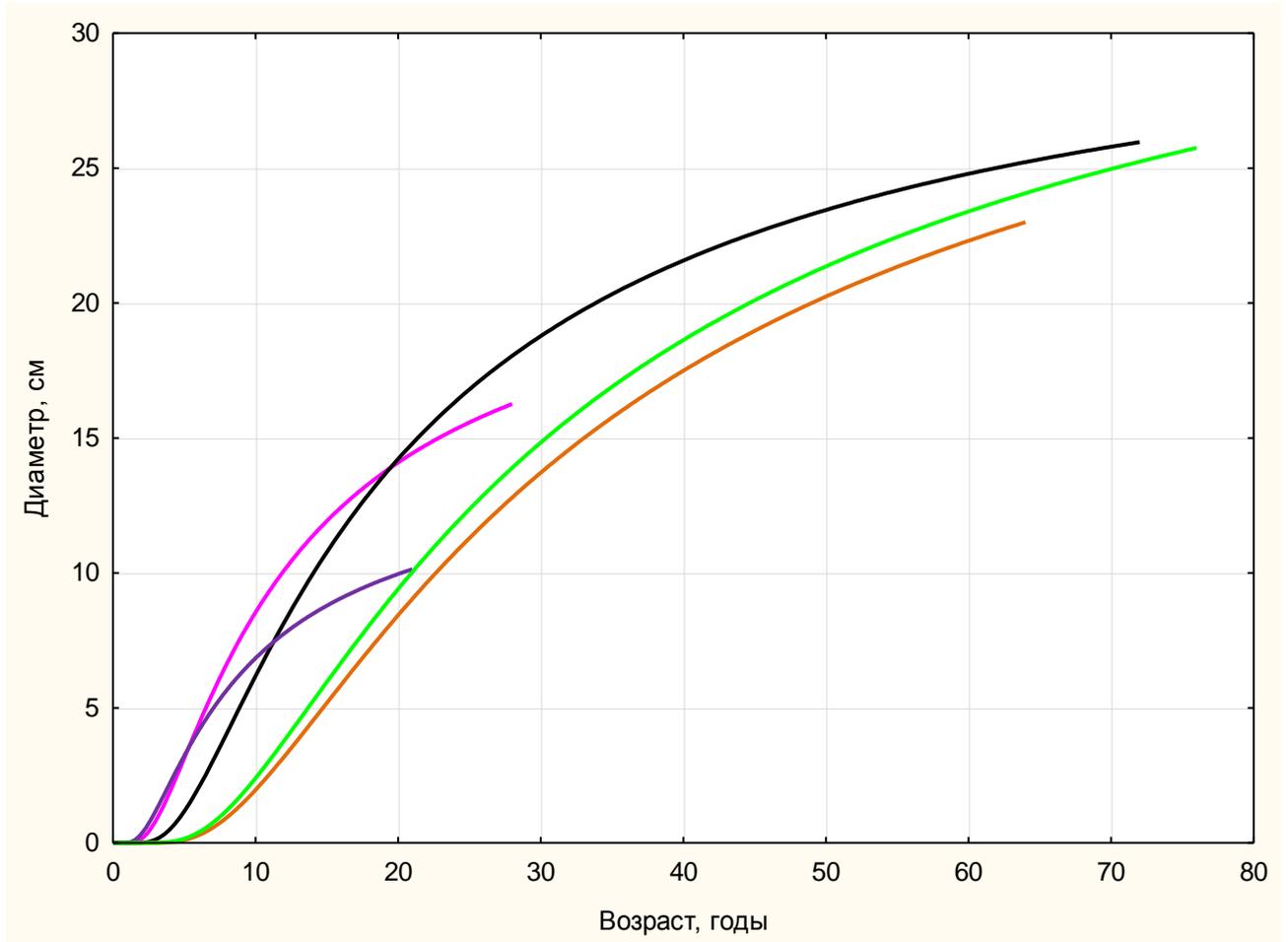


Рисунок 5.13 – Ход роста по диаметру лесных культур на ограниченно лесопригодных и условно лесопригодных почвах

— ПП-89, — ПП-84, — ПП-88, — ПП-96, — ПП-69

Данные особенности прироста по диаметру можно объяснить залеганием близко к поверхности (на глубине 40 см) слоем карбонатов, который препятствует развитию стержневой корневой системы, что вызывает ухудшение динамики роста. Данный факт неоднократно отмечался исследователями при изучении развития корневой системы маловозрастных культур сосны (Огиевский, 1966; Габеев, 1990).

Коэффициенты уравнений, описывающих ход роста по диаметру сосновых древостоев, приведены в таблице 5.11.

Таблица 5.11 – Характеристика уравнений зависимости средних диаметров древостоев от их возраста

Пробная площадь	Значения коэффициентов		Коэффициент детерминации, (R^2)	Ошибка	
	a	b		основная, см	средняя, %
ПП-96	23,26	10,02	0,982	±1,1	±8,1
ПП-69	14,50	7,51	0,981	±1,23	±12,3
ПП-89	32,73	16,67	0,952	±1,54	±4,1
ПП-84	36,28	29,18	0,995	±1,02	±6,7
ПП-88	36,90	27,34	0,978	±1,27	±7,45

Примечание: Коэффициенты уравнений достоверны на 5% – ном уровне значимости.

5.4. Высота древостоев

5.4.1. Рост древостоев по высоте

Высота древостоя является одним из важнейших таксационных показателей. На ход роста сосновых древостоев в высоту оказывают влияние различные климатические факторы: рельеф, физические и агрохимические свойства почв, густота, происхождение древостоев и прочие факторы (Мелехов, 1980). Средняя высота древостоя в определённом возрасте характеризует производительность древостоев в конкретных условиях местопроизрастания (бонитет).

Бонитеровочная шкала М.М. Орлова считается универсальной, хотя в силу географической дифференциации формирования лесов она в некоторых регионах не соответствует действительности. Классы бонитета могут изменяться в одном и том же древостое в зависимости от его возраста. В молодом возрасте, как правило, класс бонитета выше, чем у древостоев более высокого возраста (Луганский и др., 2010 б). Последнее объясняется тем, что бонитеровочная шкала, как и таблицы хода роста созданы для оценки статичных состояний древостоев, и не отражают действительную динамику роста древостоев (Поздеев, 2012; Багинский, 2013).

Лесные культуры на лесопригодных почвах:

Полученные данные по приросту в высоту во многом аналогичны приросту по диаметру. Наибольший прирост показывают насаждения на ПП на аллювиально-дерновой слоистой связно песчаной почве (ПП-91), меньший прирост наблюдается на ПП с подзолистой неглубокоподзолистой супесчаной почве (ПП-82), ПП на серой лесной погребенной супесчаной почве (ПП-95) и худший прирост показывают насаждения на ПП на серой лесной погребенной супесчаной почве (ПП-83) (рис. 5.14). Насаждения на дерново-подзолистой слабодерновой песчаной почве, где произрастают смешанные культуры сосны и лиственницы (ПП-39), также не отличаются высоким приростом в высоту, но сосна преобладает в росте над лиственницей.

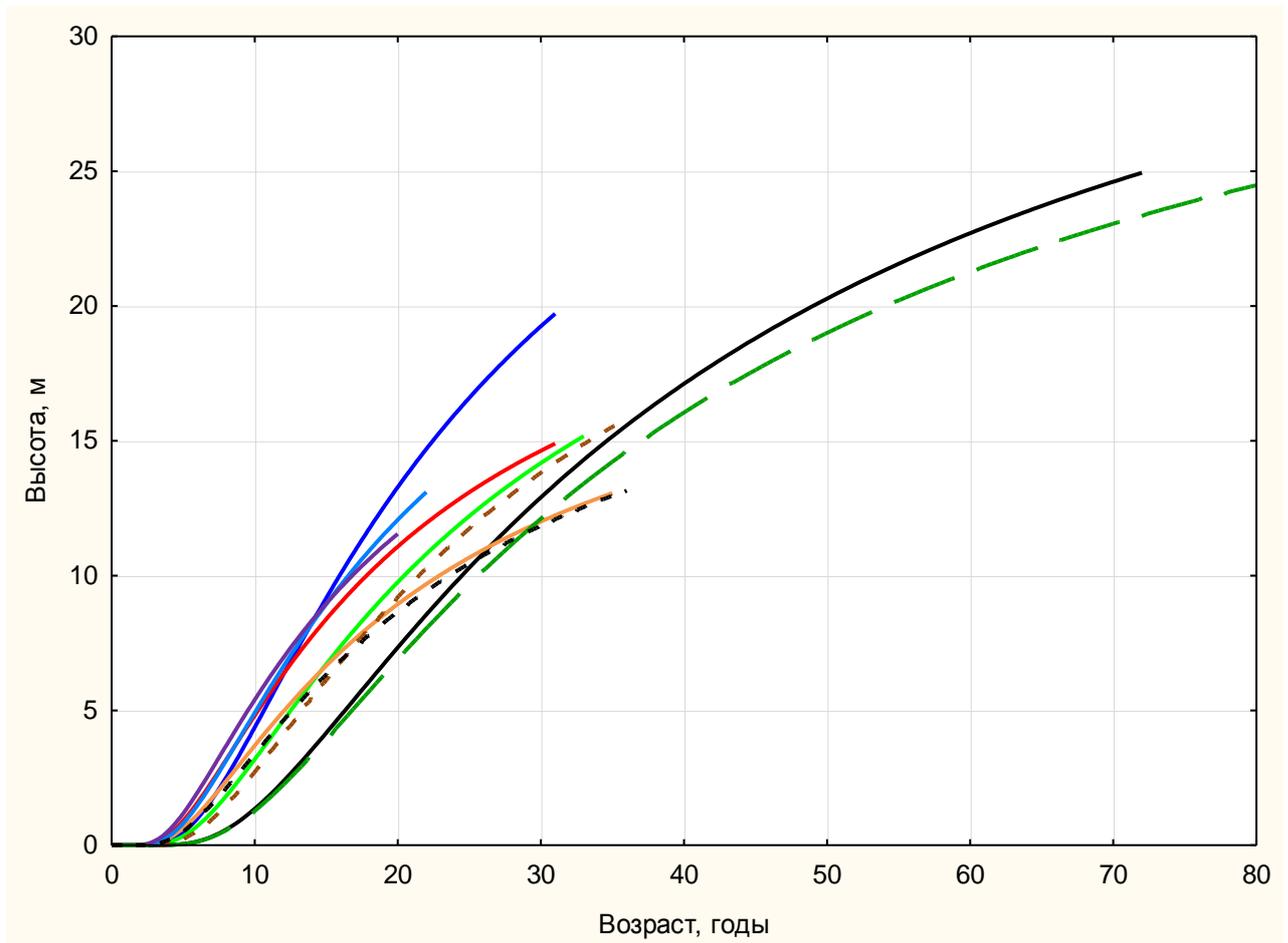


Рис.5.14 – Ход роста по высоте на лесопригодных почвах

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

Также следует отметить факт того, что до возраста 12-15 лет прирост в высоту равномерен. Однако после наблюдается сильное различие в ежегодном приросте, что обуславливается как почвенными условиями, так и изначальной густотой и схемой посадки.

В данном возрастном диапазоне прирост по высоте отличается от прироста по диаметру. Лесные культуры, в основной своей массе, до 30 лет превышают прирост естественных насаждений.

Коэффициенты уравнений, описывающих ход роста по высоте сосновых древостоев, приведены в таблице 5.12. Коэффициенты уравнений достоверны на 5% – ном уровне значимости.

Таблица 5.12 – Характеристика уравнений зависимости средней высоты насаждений от их возраста на лесопригодных почвах

Пробная площадь	Значения коэффициентов		Коэффициент детерминации, (R^2)	Ошибка	
	a	b		основная, м	средняя, %
ПП-89	39,94	33,90	0,996	±0,89	±7,7
ПП-88	37,35	33,79	0,961	±1,24	±12,3
ПП-82	25,53	16,70	0,993	±0,69	±8,7
ПП-91	40,41	22,25	0,998	±0,34	±6,1
ПП-95	29,92	22,41	0,996	±0,62	±6,5
ПП-83	21,64	17,68	0,996	±0,69	±8,7
ПП-39 (сосна)	31,16	23,40	0,977	±0,34	±6,1
ПП-39 (лиственница)	22,27	18,8	0,981	±0,62	±6,5
ПП-75	29,67	16,99	0,994	±0,62	±6,5
ПП-67	24,73	15,23	0,998	±0,31	±5,5

Лесные культуры на ограниченно лесопригодных (условно лесопригодных) почвах:

Согласно В.Н. Габееву (1990), культуры сосны, произрастающие в лесостепи Западной Сибири, формируют высокобонитетные насаждения (I, II) по шкале Орлова. Одним из исключений является насаждения на почвах с залеганием карбонатного слоя в верхних горизонтах почвенного профиля.

Таковыми в нашем исследовании являются древостои на ПП-69 и ПП-96. По результатам анализа роста модельных деревьев были построены графики по функции Теразаки (рис. 5.15).

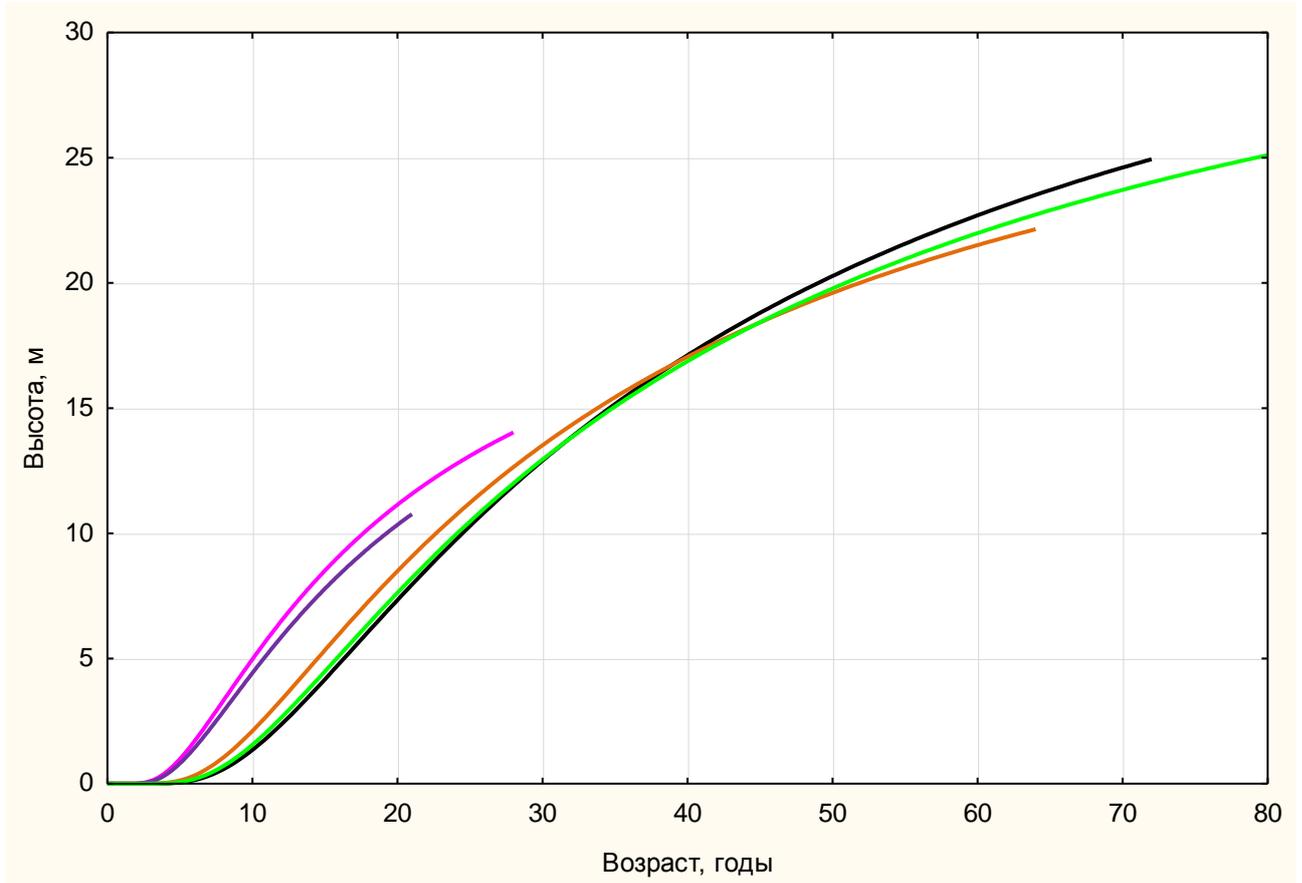


Рисунок 5.15 – Ход роста по высоте на ограниченно лесопригодных (условно лесопригодных)

— ПП-89, — ПП-84, — ПП-88, — ПП-96, — ПП-69

На графике наблюдается отставание в приросте в высоту в 0,5-1,0 м. Причем данный тренд остается стабильным. Лишь на ПП-84 древостой демонстрирует значительное увеличение высоты с возрастом.

Коэффициенты уравнений, описывающих ход роста по высоте сосновых древостоев приведены в таблице 5.13. Коэффициенты уравнений достоверны на 5% – ном уровне значимости.

Таблица 5.13 – Характеристика уравнений зависимости средней высоты насаждений от их возраста на ограниченно лесопригодных (условно лесопригодных) почвах:

Пробная площадь	Значения коэффициентов		Коэффициент детерминации, (R^2)	Ошибка	
	a	b		основная, м	средняя, %
ПП-89	39,94	33,90	0,996	±0,89	±7,7
ПП-88	17,35	9,97	0,979	±1,42	±11,5
ПП-84	34,24	27,89	0,991	±0,84	±9,45
ПП-96	24,98	16,15	0,996	±0,69	±8,7
ПП-69	24,20	17,01	0,995	±0,34	±6,1

5.4.2. Кульминация текущего прироста сосны по высоте

При рассмотрении роста деревьев в высоту, необходимо учитывать возраст кульминации линейного прироста. С практической точки зрения это необходимо для установления начала проведения рубок ухода, поскольку после максимального прироста часть деревьев может его снижать вплоть до полного прекращения.

Исследованиями А.А. Маленко (2012) установлено, что кульминация прироста по высоте в культурах сосны в различных частях ленточных боров зависит от климатических и почвенных условий. Так в южной части ленточных боров Алтайского края в сухом бору (класс бонитета IV-V), кульминация прироста сосны по высоте наблюдается в 11 лет, а в пологом понижении в условиях свежего бора (класс бонитета Ia) – в 13 лет.

В центральной части боров, расположенной в подзоне засушливой степи с годовым количеством осадков 320-350 мм в культурах сосны в типе леса сухой бор, кульминация прироста сосны по высоте наступает в 13 лет. Там же в межгрядных понижениях на черноземно-луговых почвах с супесчаным механическим составом в высокопродуктивных (Ia класс бонитета) культурах сосны, кульминация прироста наступает в возрасте 6 лет, а в культурах, расположенных на вершине высокой плоской гряды (III класс бонитета), максимум прироста в высоту зафиксирован в 11 лет.

В самой северной Алеусской боровой ленте, где годовое количество осадков составляет 450-500 мм, складываются самые благоприятные, в пределах ленточных боров, условия для роста сосны, в культурах сосны II класса бонитета в типе леса сухой бор пологих всхолмлений на дерново-подзолистой почве с супесчаным механическим составом и на черноземах выщелоченных в травяном бору (Ia класс бонитета) кульминация прироста по высоте наступает в 16 лет, а в посевах сосны в условиях бора-зеленомошного на темно-серой лесной почве – в 11 лет.

Наши исследования показывают (табл. 5.14), что в естественных сосняках Чупинского бора I класса бонитета, показатели возраста максимального текущего прироста, а также абсолютные значения прироста в высоту (0,67-0,73 м), имеют некоторые различия, при близких значениях показателей средних приростов и соотношений $H_{\max}/H_{\text{ср}}$.

В лесных культурах сосны, созданных на лесопригодных почвах (категория-I), формирующихся при густоте от 10,5 до 1,2 тыс. шт./га, возраст кульминации линейного прироста находится в пределах от 6 до 15 лет. При этом значения средних приростов выше, а соотношение $H_{\max}/H_{\text{ср}}$ в культурах ниже (за небольшим исключением), чем в естественных сосняках.

В смешанных культурах сосны с лиственницей возраст кульминации прироста у сосны наступает на 3 года раньше, чем у лиственницы; величина среднего прироста и соотношение $H_{\max}/H_{\text{ср}}$ у сосны выше.

В наиболее возрастных культурах сосны (ПП-84), расположенных на почвах ограниченной лесопригодности (категория – II) возраст кульминации и значение среднего прироста по высоте имеют значения близкие аналогичным показателям естественного древостоя (ПП-89), но имеют меньшее абсолютное значение прироста при большем значении соотношения $H_{\max}/H_{\text{ср}}$.

На карбонатных почвах II и III категорий лесопригодности, прирост сосны по высоте кульминирует в возрасте 9 и 19 лет при больших значениях среднего, максимального прироста, а также соотношения $H_{\max}/H_{\text{ср}}$, чем в естественных древостоях сосны.

Таблица 5.14 – Изменение возраста кульминации линейного прироста в древостоях сосны

№ ПП	Категория лесопригодности почвы	Густота, шт./га	Возраст, лет	Класс бонитета	Средний прирост по высоте, м	Максимальный прирост		Соотношение H_{max}/H_{cp}
						в возрасте, лет	значение, м	
Естественные древостои сосны								
88	I	977	76	I	0,33	27	0,67	1,48
89	I	696	72	I	0,35	19	0,73	1,37
Лесные культуры								
23	I	10533	26	Ia	0,45	9	0,75	1,33
30	I	5466	30	II	0,33	10	0,76	1,30
24	I	4240	24	Ia	0,47	6	0,70	1,43
95	I	3566	33	II	0,38	8	0,70	1,42
82	I	3702	31	I	0,41	13	0,78	1,34
83	I	2952	35	Ia	0,45	15	0,65	1,53
77	I	2938	26	Ia	0,53	14	0,92	1,09
67	I	2531	20	Ia	0,54	9	0,80	1,26
94	I	2353	28	Ia	0,57	6	0,75	1,33
91	I	1244	31	Iб	0,71	9	0,95	1,06
93	I	2160	36	Ia	0,48	10	0,65	1,54
		1043*	36	I	0,43	13	0,66	1,51
84	II	869	64	Ia	0,35	18	0,58	1,71
34	II	2027	17	Ia	0,52	10	0,79	1,27
96	II	1670	28	Ia	0,50	9	0,87	1,14
69	III	1877	21	Ia	0,53	19	0,70	1,43

Примечание: * - густота культур лиственницы

Полученные данные не дают однозначного ответа о влиянии категории лесопригодности почвы и густоты лесных культур на возраст максимального прироста сосны в высоту, в сравнении с естественными древостоями сосны. 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, в сравнении с естественными сосняками в молодом возрасте.

5.5. Рост древостоев по объему

Располагая данными хода роста естественных древостоев и культур сосны по диаметру и высоте, представляется возможным проанализировать ход роста сосны по объему (на примере средних деревьев).

Для характеристики роста по объему средних деревьев нами были построены графики хода роста древесных стволов сосны и лиственницы на почвах различной лесопригодности. Для сравнения и лучшей наглядности все они были объединены в единый рисунок (рис. 5.16). Замеры прироста годичных колец у деревьев возрастом до 36 лет проведены по 3-летиям, старше 36 лет – по 5-летиям. Подробные сведения о приросте модельных деревьев по объёму (приложение 5) и его итоговые значения приведены в таблице 5.15.

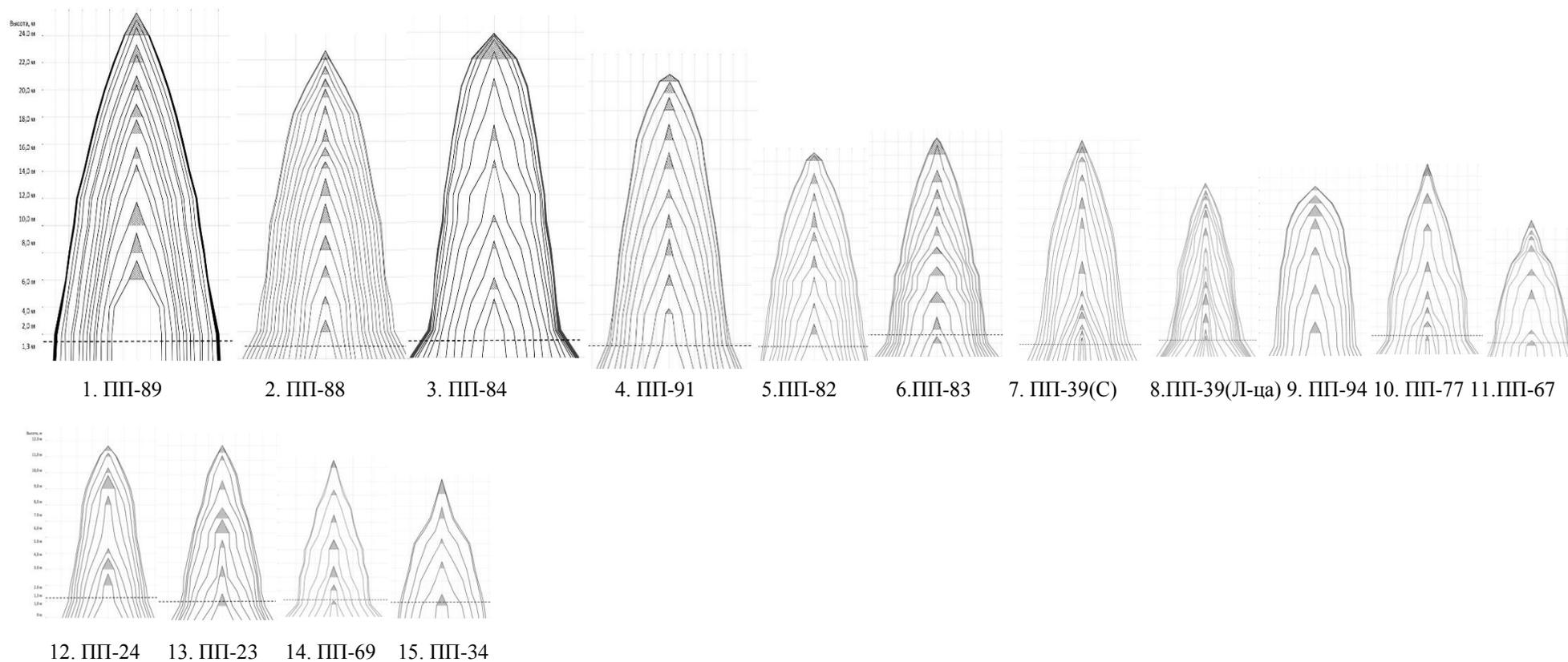
Из приведенных данных следует, что наибольший объем средней модели в естественных древостоях имелся на ПП-89 в связи большим возрастом. Из анализируемых искусственных древостоев сосны, наибольший объем средней модели имелся в 60-летних культурах (ПП-84) на дерново-карбонатной средне-мощной (навеянная) и погребенной (чернозем обыкновенный) почве, который превысил аналогичные объемные показатели в естественных сосняках. В 30-летние посадках (ПП-91), созданных на аллювиально-дерновой слоисто связно-песчаной почве на 1-й напочвенной террасе р. Чарыш также наблюдается наибольший средний прирост по объему.

В смешанных 36-летних сосново-лиственничных культурах сосна по объемным показателям опережает лиственницу. Подробная характеристика объемов модельных деревьев представлена в приложении 5.

Часть культур сосны на лесных (ПП-77, ПП-94, ПП-82, ПП-23), подзолистых (ПП-31) и черноземных (ПП-67) и других почвах, отнесенных к I категории лесопригодности почв, занимают срединные значения по рассматриваемым объемным показателям стволов модельных деревьев; другая часть культур снижает показатели и приближается к таковым на карбонатных почвах, отнесенных к II и III категориям лесопригодности почвы.

Таблица 5.15 – 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 ³	средний прирост, м ³
Естественные древостои							
89	Дерново-подзолистая песчаная	I	72	23,6	25,5	0,490	0,007
88	Аллювиальная дерново-подзолистая	I	76	27,4	22,8	0,564	0,0075
Лесные культуры							
91	Аллювиально-дерновая слоистая связно-песчаная	I	31	22,6	20,5	0,384	0,0128
77	Серая лесная легкосуглинистая	I	22	19,0	13,8	0,178	0,0085
94	Темно серая лесная супесчаная	I	22	15,4	14,4	0,120	0,0057
82	Погребенная светло-серая лесная супесчаная	I	31	18,2	16,2	0,184	0,0055
83	Подзолистая неглубокоподзолистая супесчаная	I	35	16,6	16,25	0,159	0,0053
67	Чернозем выщелоченый малогумусный супесчаный	I	20	13,8	11,6	0,084	0,004
24	Дерново-карбонатная супесчаная	I	26	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
84	Дерново-карбонатная средне-мощная (навеянная) и погребенная почва (чернозем обыкновенный)	II	64	30,2	23,7	0,720	0,012
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



Естественные насаждения:

1. Естеств. нас-е (ПП-89) А- 72 года, Н-25,5 м

2. Естеств. нас-е (ПП-88), А-76 лет, Н-22,8 м

Лесные культуры:

3. ПП 84, А- 64 года, Н-23,75 м

10. ПП-77, А-22 год, Н-13,84 м

4. ПП-91, А-31 год, Н-20,5 м

11. ПП-67, А- 20 лет, Н-11,58 м

5. ПП-82, А-31 год, Н-15,62 м

12. ПП-24, А-26 лет, Н-12,0 м

6. ПП-83, А-35 лет, Н-16,25 м

13. ПП-23, А-24 года, Н-11,5 м

7. ПП-39 (сосна), А-36 лет, Н-15,95 м

14. ПП-69, 21 год, Н-11,48 м

8. ПП-39 (листв-ца), А-36 лет, Н-13,26 м

15. ПП-34, А- 18 лет, Н-11,2 м

9. ПП-94, А- 22 года, Н-14,4 м

Рисунок 5.16 – Усредненные графики хода роста древесных стволов модельных деревьев

5.6. Изменение таксационных показателей древостоев

Для анализа использованы данные сомкнутых наиболее распространенных насаждений сосны, лиственницы, тополя и березы естественного и искусственного происхождения, произрастающих в лесном фонде Чупинского бора и землях сельхозпользования, примыкающих к нему.

Согласно приведенным в таблице 5.16 данным, естественные насаждения представлены чистыми по составу приспевающими высокополнотными древостоями сосны (ПП-88, ПП-89) с запасами древесины 470-555 м³/га сформированными на лесных почвах.

Таблица 5.16 – Таксационная характеристика исследуемых древостоев

№ ПП	Порода	Возраст, лет	Густота, тыс.шт/га	Средние		Класс бонитета	Полнота		Запас, м ³ /га
				диаметр, см	высота, м		абсолютная, м ² /га	относительная	
Естественные насаждения									
88	С	76	977	26,3	24,8	I	53,2	1,2	555
89	С	72	696	28,3	25,8	Ia	43,7	1,0	470
Лесные культуры									
84	С	64	869	26,0	24,4	Ia	45,4	1,0	468
93	С	36	2160	14,6	17,2	Ia	35,9	1,0	281
	Л-ца		1043	11,6	15,6	I	10,5	0,3	91
	Общее		3203	-	-	-	46,4	1,3	373
83	С	35	2952	15,3	15,8	Ia	54,0	1,6	396
95	С	33	3566	13,2	12,4	II	48,7	1,6	288
91	С	31	1244	20,5	22,1	Iб	41,2	1,0	401
82	С	31	3702	10,6	12,6	I	39,15	1,29	251
30	С-ш*	30	5466	10,6	10,0	II	48,9	1,8	270
94	С	28	2353	16,5	16,0	Ia	50,4	1,47	375
77	С	26	2938	13,3	13,7	Ia	40,7	1,3	265
67	С	20	2531	12,7	10,8	Ia	31,92	1,13	168
69	С	21	1877	14,5	11,1	Ia	31,1	1,1	163
34	С	17	2027	11,6	8,9	Ia	21,3	0,83	95
96	С	28	1670	13,3	14,1	Ia	23,1	0,72	147
97	Б	28	1228	18,5	23,4	Iб	32,8	1,26	348
66	Т	32	768	22,3	22,6	Ia	32,22	0,98	360
65	Т	28	1164	21,6	21,4	Ia	48,09	1,23	510

Примечание: С-ш – сосна с шелугой

Искусственные насаждения представлены лесными культурами хвойных и лиственных пород, имели различную исходную густоту, создавались на

лесоприспособных и ограничено лесопригодных почвах. Рост культур хвойных пород I-III классов возраста на лесопригодных почвах соответствует I- Ib классам бонитета с запасом 265-468 м³/га. Наиболее продуктивными древостоями в категории лесопригодных почв являются культуры сосны (ПП-30), созданные на аллювиально-дерновой слоисто связно-песчаной почве на 1-й напочвенной террасе р. Чарыш. Снижение показателей роста и продуктивности в культурах (ПП-95 и ПП-30) связано с повышенной густотой посадки. Сосна в смешанных сосново-лиственничных культурах имеет лучшие показатели роста, чем лиственница.

Рост культур сосны (ПП-34, ПП-69, ПП-96) на карбонатных почвах, относящихся к ограничено лесопригодным почвам в 17-28-летнем возрасте соответствует Ia классу бонитета. При полноте 0,7-1,1 в культурах накопились небольшие запасы древесины (95-163 м³/га), что связано с интенсивным отмиранием сосны в раннем возрасте.

В условиях Чупинского бора рост культур тополя соответствует II классу бонитета, а березы - Ia классу бонитета.

Выводы

1. Приживаемость сеянцев и рост сосны с ЗКС зависит от почвенного покрова, обладающего разными лесорастительными свойствами. Лучшая приживаемость, сохранность и интенсивный рост культур сосны с ЗКС происходит на лесопригодных почвах.

2. Несвоевременное проведение агротехнических уходов при хорошей освещенности междурядий способствуют интенсивному развитию многолетних злаковых корневищных видов растений, что затягивает смыкание крон деревьев до 18-20 лет.

3. Сосна в культурах сплошного и полосного типа формирует эллипсоидную форму кроны с большим значением в направлении поперек ряда. С возрастом параметры крон деревьев в обоих направлениях сохраняются. Сомкнутость крон в сплошных культурах наибольшего значения достигает в

загущенных посадках.

4. В целях ускорения срока смыкания полога и отмирания травянистой растительности необходимо увеличить густоту посадки культур с ЗКС до 4 тыс. шт./га, с ОКС до 6 тыс. шт./га. На участках с повышенным ветровым режимом густота посадки должна быть увеличена до 8-10 тыс. шт./га.

5. На черноземах обыкновенных с глубоким залеганием карбонатов, сосна с ЗКС формирует стержневой корень, длина которого ограничивается глубиной залегания карбонатного слоя. Это приводит к частичному распаду искусственных насаждений в засушливые годы.

6. В 30-40-летних культурах сосны с густотой от 2,8 тыс. шт./га до 10,3 тыс. шт./га кривая нормального распределения смещена в сторону толстомерных стволов, а число деревьев меньше средней толщины составляет в насаждении - 62,4% от общего числа.

7. Снижение роста искусственных и естественных древостоев сосны по высоте и диаметру в раннем возрасте связано с загущенностью посадок. До возраста 12-15 лет прирост в высоту и по диаметру равномерный. С повышением возраста наблюдается сильное различие в ежегодном приросте, что обуславливается почвенными условиями и густотой. Рост лесных культур до 30 лет превышают таковой в естественных древостоях, после чего снижается.

8. Лесопригодность почвы и густота лесных культур на возраст максимального текущего прироста сосны в высоту, в сравнении с естественными древостоями сосны влияние не оказывает. В естественных древостоях сосна в высоту кульминирует 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, в сравнении с естественными молодняками.

9. Наибольший объем средней модели в естественных сосняках отмечен в 76-летних древостоях. В культурах сосны наибольший объем средней модели наблюдается в 64-летних культурах на условно лесопригодных почвах.

Наибольший средний прирост модели по объему отмечен в 30-летних культурах, созданных на аллювиально-дерновой почве.

10. Рост культур сосны I-III классов возраста на лесопригодных почвах соответствует I-IV классам бонитета. Наиболее продуктивными являются культуры сосны с запасом древесины 468 м³/га, созданные на аллювиально-дерновой почве. Повышенная густота, при отсутствии рубок ухода, приводит к снижению показателей роста и продуктивности культур.

Сосна в смешанных сосново-лиственничных культурах имеет лучшие показатели роста, чем лиственница. Рост 17-28-летних культур сосны на ограничено лесопригодным почвам (карбонатные) соответствует Ia классу бонитета. При относительной полноте 0,7-1,1 ед. в культурах накопилось 95-163 м³/га запаса, что связано с интенсивным отмиранием сосны в раннем возрасте.

ГЛАВА 6. ПРОДУКТИВНОСТЬ И УСТОЙЧИВОСТЬ ЕСТЕСТВЕННЫХ И ИСКУССТВЕННЫХ ДРЕВОСТОЕВ НА ПОЧВАХ РАЗЛИЧНОЙ ЛЕСОПРИГОДНОСТИ

6.1. Продуктивность древостоев

Попытки оценки продуктивности насаждений по плодородию почвы принимались давно (Нартов, 1765; Длатковский, 1843; Крюденер, 1903; Зябловский, 2003 и др.). Более поздние исследования, направленные на изучение взаимосвязей некоторых признаков почвы с высотой и запасам хвойных и лиственных насаждений были предприняты В.Д. Зеликовым (1971). В литературе имеются данные о влиянии отдельных почвенных показателей (Бобровник, 1975), или условий, запаса гумуса, кислотности на продуктивность древостоев (Давлятшин, 1993).

При бонитировке почв перспективным направлением являются методы математического моделирования по множеству факторов. В лесном хозяйстве математическое выражение зависимости высоты насаждений от физико-химических свойств почв нашло развитие в работах К.Б. Лосицкого и В.С. Чуенкова (1973), Л.Н. Черных, Р.Н. Шарафутдинова (1993) и др.

Оценка продуктивности насаждений по комплексу признаков плодородия почв, является важным вопросом реализации развивающейся экономической политики природопользования в рыночных условиях (А.Ак. Гурский, Танков, А.Ан. Гурский, 2008).

В настоящей работе продуктивность насаждений Чупинского бора оценивалась классом бонитета по шкале М.М. Орлова (1911), общей продуктивностью древостоя, которая складывается как сумма запаса на период исследований, запаса сухостойных деревьев и вырубленной древесины (при рубке), а также показателями кислотности (рН), гумуса, (%) и глубины вскипания от HCl.

Некоторые лесотаксационные показатели лесных насаждений и почвы, которые были включены в корреляционный анализ, приведены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 Лесотаксационные показатели лесных насаждений и почвы на основных пробных площадях

№ ПП	Почва	pH	Гумус, %	Глубина вскипания HCl, см	Состав	Возраст, лет	Густота, шт./га	Класс бонитета	Относит. полнота, ед.	Общая продуктивность, м ³ /га	Прирост средний, м ³ /га
Естественные насаждения											
88	Аллювиальная дерновая слаборазвитая	4,7	2,5	120	10С	76	977	I	1,2	560	7,4
89	Дерново-подзолистая песчаная	5,6	1,2	120	10С	72	696	Ia	1,0	483	6,7
Лесные культуры											
91	Аллювиально-дерновая слоистая связно-песчаная	6,6	0,6	110	10С	31	1244	Iб	1,0	423	13,6
82	Подзолистая, неглубокоподзолистая, супесчаная	7,3	0,2	нет	10С	31	3702	I	1,3	258	8,3
83	Погребенная светло-серая лесная супесчаная	4,7	1,0	нет	10С	35	2952	Ia	1,6	406	11,6
95	Серая лесная погребенная супесчаная (навеянная)	7,2	2,1	нет	10С	33	3566	II	1,6	325	9,3
30	Серая лесная погребенная супесчаная (навеянная)	7,2	2,1	нет	10С	30	5466	II	1,8	283	9,4
94	Чернозем выщелоченный малогумусный супесчаный	7,4	1,4	82	10С	28	2353	Ia	1,5	382	13,6
77	Серая лесная легкосуглинистая	5,9	2,7	нет	10С	26	2938	Ia	1,3	273	10,5
67	Чернозем выщелоченный малогумусный супесчаный	7,4	1,4	82	10С	20	2531	Ia	1,1	171	8,6
39	Дерново-подзолистая слабодерновая песчаная	4,2	3,2	нет	7С	36	2160	Ia	1,0	300	8,3
					3Л		1043	I	1,0	93	2,6
	Итого	-	-	-	-	-	3203	-	-	393	10,9
84	Дерново-карбонатная среднemocная (навеянная) и погребенная почва (чернозем обыкновенный)	4,2	3,2	120	10С	64	869	Ia	1,0	500	7,8
69	Дерново-карбонатная супесчаная	5,4	1,4	6	10С	21	1877	Ia	1,1	163	7,8
34	Дерново-карбонатная супесчаная	5,8	5,1	28	10С	17	2027	Ia	0,8	99	5,8
96	Дерново-карбонатная супесчаная	5,8	5,1	28	10С	28	1670	Ia	0,7	152	5,5

В расчет включены чистые сосновые и смешанные насаждения сосны с лиственницей в возрасте от 17 до 76 лет, I и II классов бонитета.

Результаты корреляционного анализа показывают (табл. 6.2), что существует достоверная высокая прямая связь между общей продуктивностью и глубиной вскипания HCl (0,89), возрастом (0,88), а также высокая обратная связь с густотой древостоев (-0,74). Кроме того, отмечена прямая связь пар показателей: густоты древостоев с рН (0,74) и среднего прироста и полноты (0,69). Показатели взаимосвязаны биологической особенностью объектов исследований, и подтверждаются статистической обработкой данных, значение которых достоверны на 5-% уровне (табл.6.2).

Таблица 6.2 - Результаты корреляционного анализа показателей почвы, таксационных показателей древостоев и их продуктивности

Факторы корреляционного анализа	рН	Гумус,%	Глубина вскипания HCl, см	Возраст, лет	Густота, тыс. шт.	Класс бонитета	Полнота, ед.	Общая продуктивность, м ³ /га	Средний прирост, м ³ /га
рН	1,00	-0,36	-0,14	-0,64	0,74*	-0,26	0,33	-0,39	0,59
Гумус,%	-0,36	1,00	-0,45	-0,13	0,05	-0,18	-0,66	-0,42	-0,68*
Глубина вскипания HCl, см	-0,14	-0,45	1,00	0,76*	-0,60	0,46	0,35	0,90*	0,34
Возраст, лет	-0,64	-0,13	0,76*	1,00	-0,86*	0,47	0,13	0,89*	-0,18
Густота, тыс.шт.	0,74*	0,05	-0,60	-0,86*	1,00	-0,41	0,22	-0,75*	0,24
Класс бонитета	-0,26	-0,18	0,46	0,47	-0,41	1,00	0,21	0,55	0,15
Полнота, ед.	0,33	-0,66	0,35	0,13	0,22	0,21	1,00	0,43	0,69*
Общая продуктивность, м ³ /га	-0,38	-0,41	0,89*	0,88*	-0,74*	0,55	0,43	1,00	0,29
Средний прирост, м ³ /га	0,58	-0,67*	0,33	-0,19	0,23	0,15	0,69*	0,29	1,00

Примечание: * – связи, достоверные на 5-% уровне значимости

Таким образом, полученные данные показывают, что лесопригодность почвы оказывает основное влияние, на изменение таксационных показателей и общую продуктивность древостоев.

6.2. Оценка насаждений по комплексному оценочному показателю (КОП)

Одним из важных показателей, характеризующих состояние насаждений, является коэффициент напряженности роста или комплексный оценочный показатель (КОП), определяемый отношением высоты дерева к площади поперечного сечения ствола на высоте 1,3 м. (Шульга и др., 2007).

Этот коэффициент имеет помимо таксационной и гидрофизическую составляющую, так как показывает величину объема ствола, обслуживаемую влагой через единицу площади его поперечного сечения (на что указывает его размерность – см/см²).

Комплексный оценочный показатель может быть использован в качестве объективного критерия для обоснования необходимости проведения лесохозяйственных мероприятий, в частности, рубок ухода. Для практического использования комплексного оценочного показателя следует установить региональные показатели оптимальных значений КОП для сосняков.

Всероссийским научно-исследовательским институтом агролесомелиорации для сосновых насаждений юго-востока Европейской территории России, а также в ленточных борах Прииртышья установлены следующие оптимальные значения КОП: в насаждениях до 20 лет – 15-25; 20-30 лет – 10-18; 40-70 лет – 5-8; и свыше 100 лет – 2-3 см/ см² (Шульга, 2002).

Данные по КОП, рассчитанные для исследуемых древостоев, представленные в таблице 6.3, которые свидетельствуют, что значение показателей КОП в естественных сосняках, варьирует от 4,21 до 4,33 см/см², что является меньше оптимальных значений для данного класса возраста древостоя (5-8 см/см²), и указывает на биологическую устойчивость исследуемых сосняков. КОП лесных культур также указывает на устойчивость выращиваемых насаждений. Лишь насаждение на ПП-92 демонстрирует явные признаки отставания в росте и, соответственно, высокое значение КОП.

Таблица 6.3 – Характеристика дерновостоев по КОП

№ ПП	Наименование почвы	pH	Гумус, %	Глубина вскипания HCl, см	D ср., см	H ср., м	A, лет	Запас, м ³ /га	КОП, см/см ²
88	Аллювиальная дерновая слабообразованная	4,7	2,5	120	26,3	24,7	76	555	4,21
89	Дерново-подзолистая песчаная	5,6	1,2	120	28,3	25,8	72	470	4,33
84	Дерново-карбонатная среднеспособная (навеянная) и погребенная почва (чернозем обыкновенный)	4,2	3,2	120	26,0	24,4	64	468	5,24
91	Аллювиально-дерновая слоистая связно-песчаная	6,6	0,6	110	20,5	22,1	31	401	6,70
82	Подзолистая, неглубокоподзо-стая, супесчаная	7,3	0,2	нет	10,6	12,6	31	251	14,29
95	Серая лесная погребенная супесчаная (навеянная)	7,2	2,1	нет	10,6	10,0	27	270	18,86
83	Погребенная светло-серая лесная супесчаная	4,7	1,0	нет	15,3	15,8	35	396	10,08
96	Дерново-карбонатная супесчаная	5,8	5,1	28	11,9	9,7	17	95	19,75
69	Дерново-карбонатная супесчаная	5,4	1,4	6	14,5	11,1	21	163	10,68
77	Серая лесная легкосуглинистая	5,9	2,7	нет	13,3	13,7	26	265	13,1
67	Чернозем выщелоченный малогумусный супесчаный	7,4	1,4	82	8,9	7,0	20	73	11,26
97	Чернозем выщелоченный среднеспособный малогумусный легкосуглинистый	7,2	5,2	70	18,5	23,4	28	348	10,49
87	Чернозем обыкновенный карбонатный среднеспособный слабогумусированный супесчаный	6,5	3,4	30	5,0	3,36	8	40	17,12
92	Навеянная дерново-карбонатная супесчаная	5,4	0,7	6	1,92	4,0	7	30	50,53
39	Дерново-подзолистая слабодерновая песчаная	4,2	3,2	нет	14,6	17,2	36	281	17,84

Достоверная высокая обратная связь обнаружена между КОП и средним диаметром (-0,81), устойчивая средняя связь между глубиной вскипания HCl и

КОП (-0,68). Выявлены, высокие достоверные связи между глубиной вскипания НСІ и такими показателями, как – средний диаметр (0,88), средняя высота (0,92), возраст (0,85) и запас (0,94). Достоверность связи находится на 5-% уровне значимости (табл. 6.4).

Полученные результаты позволяют заключить, что глубина залегания карбонатного слоя оказывает прямое и решающее влияние, как на состояние древостоев по (КОП), так и на их рост по диаметру и высоту, а следовательно – на общую продуктивность насаждений.

Таблица 6.4 – Результаты корреляционного анализа показателей почв, древостоев и КОП

Факторы корреляционного анализа	рН	Гумус, %	Глубина вскипания НСІ, см	Мощность гумус. горизонта, см	Средний диаметр, см	Средняя высота, м	Класс бонитета	Возраст, лет	Запас, м ³ /га	КОП, см/см ²
рН	1	0,00	-0,06	0,65	-0,29	-0,25	0,27	-0,51	-0,32	-0,05
Гумус, %	0,00	1	-0,05	0,52	-0,12	0,23	0,29	0,03	0,11	-0,25
Глубина вскипания НСІ, см	-0,06	0,05	1	0,07	0,88*	0,93*	-0,64	0,86*	0,94*	-0,68
Мощность гум. горизонта, см	0,66	0,52	-0,07	1	-0,39	-0,39	0,67	-0,32	-0,38	0,13
Средний диаметр, см	-0,29	0,12	0,88*	-0,39	1	0,98*	-0,89*	0,93*	0,97*	-0,82*
Средняя высота, м	0,25	0,23	0,93*	0,39	0,98*	1	-0,86*	0,91*	0,98*	-0,74
Бонитет	0,27	0,29	-0,64	0,66	-0,89*	-0,86*	1	-0,71	-0,82*	-0,79
Возраст, лет	-0,51	0,03	0,86*	-0,32	0,93*	0,91*	-0,71	1	0,94*	-0,65
Запас, м ³ /га	-0,32	0,11	0,94*	-0,38	0,97*	0,98*	-0,82*	0,94*	1	-0,73
КОП, см/см ²	-0,05	-0,25	0,68	0,13	-0,82*	-0,74	0,79	0,65	-0,73	1

Примечание: * – связи, достоверные на 5-% уровне значимости

Подобные данные получены А.Ак. Гурским (2008), в Боровском лесном массиве (Казахстан). Влияние КОП на продуктивность древостоев подтверждено исследованиями С.В. Залесова (2016); А.Е. Осипенко и С.В. Залесова (2017); И.О. Измайловой и К.М. Бытовой (2023).

6.3. Пожароустойчивость насаждений Чупинского бора

Планирование охраны лесов от пожаров, а также использование управляемого огня в лесном хозяйстве, должно регламентироваться конкретными лесорастительными условиями. Для этого необходимы специальные исследования, связанные с особенностями распространения лесных пожаров в различных фитоценозах, условий их возникновения, распространения и развития, а также лесоводственные, экологические и экономические последствия воздействия огня на компоненты леса. Частота пожаров и интервалы между ними определяют состояние и динамику лесного насаждения, поэтому их исследование и регулирование должно быть положено в основу пожароуправления.

В литературе имеется большое количество экспериментальных работ по исследованию пожарной опасности растительных горючих материалов, в т.ч. древесины и торфа. Они подтверждают влияние различных факторов на пожароопасные показатели: разновидность фракций НЛГМ, их влажность, интенсивность пожара и т.д. Содержательный обзор данных по пожарной опасности в лесу, обусловленной типом лесорастительной формации и погодными условиями, мероприятиям по предупреждению возникновения лесных пожаров, их обнаружению и планам по оперативной борьбе приведен в работах (Drysdale, 1994; Маленко и др., 2015; Лобода и др., 2020). Исследованиям физических основ зажигания и горения растительных материалов посвящены работы (Anderson, 1970; Гришин, 1992; Конев, 1992; Dimitrakopoulos, Papaioannou, 2001; Щетинский, 2002; Гришин, 2008; Kasymov и др., 2019, 2020; Loboda, Kasymov, 2020; Reyno, 2020).

Планирование охраны лесов от пожаров, а также использование управляемого огня в лесном хозяйстве, должно регламентироваться конкретными лесорастительными условиями. Для этого необходимо провести специальные исследования, связанные с особенностями распространения лесных пожаров в различных фитоценозах, условий их возникновения, распространения и развития, а также лесоводственные, экологические и экономические последствия воздействия огня на компоненты леса. Частота пожаров и интервалы между ними

определяют состояние и динамику лесного насаждения, поэтому их исследование и регулирование должно быть положено в основу пожароуправления.

Нами (Malenko, Chichkarev et al., 2022) экспериментально установлено, что при выбранных параметрах эксперимента на процесс сгорания влияет непосредственно структура образца. Ветви разного размера демонстрировали прирост значений теплового потока при увеличении их диаметра, а также при увеличении плотности.

Следует отметить, что максимальные значения теплового потока достигали значений порядка $49,35 \pm 3,5$ кВт/м² и характерны для таких фракций ЛГМ, как ветви ивы (крупные), а также ветви сосны (мелкие, средние, крупные), чьи максимальные значения теплового потока достигли $45,11 \pm 3,06$, $47,02 \pm 3,19$, $46,20 \pm 3,13$ кВт/м² соответственно. Среди видов трав наибольшие показатели теплового потока зафиксированы в случае сгорания мятлика узколистного, растений семейства бобовые и костреца безостного ($47,36 \pm 3,21$, $44,16 \pm 2,99$, $40,51 \pm 2,61$ кВт/м²соответственно)

Анализ температуры пламени на высоте 10 см от подстилающей поверхности показывает, что кора, ветви, а также трава при сгорании достигают значений температуры в диапазоне 930 – 987 градусов Цельсия. Температура в пламени при сгорании листьев меняется в диапазоне 839 - 856 градусов Цельсия. Результаты исследований показывают, что условия сгорания различных фракций НЛГМ во многом зависят от начального влагосодержания и структуры горючего материала.

Изучение теплотворных характеристик напочвенных лесных горючих материалов показало (табл. 6.5.), что содержание горючих веществ в сухой массе пробы (%) зависит от вида горючего материала. Наибольшее значение горючих веществ содержится в древесине сосны (99,4%), крупных ветвях (98,1%), шишке (98%), хвое (97,8%). Этот показатель в ветвях сосны больше, чем у ивы, а в травянистых растениях составляет – 96,1%, в листьях березы – 94,1%, тополя – 80,7%.

Таблица 6.5 – Результаты измерений теплотворных характеристик напочвенных лесных горючих материалов

Наименование показателя, обозначение, единица измерения	Кора	Хвоя	Шишки	Травянистые растения	Мхи, лишайники	Древесина сосны	Ветви сосны			Ветви шелюги			Листья тополя	Листья березы
							мелкие (до 3 мм)	средние (3,1-7 мм)	крупные (более 7 мм)	мелкие (до 3 мм)	средние (3,1-7 мм)	крупные (более 7 мм)		
Влажность аналитической пробы, %	7,2	4,9	6,5	5,2	11,4	7,2	6,0	5,6	5,7	6,0	6,0	6,4	8,0	7,1
Зольность сухой массы, %	7,8	2,2	2,0	3,9	8,8	0,6	4,6	2,3	1,9	3,4	3,1	5,1	19,3	5,9
Зольность рабочей массы, %	7,8	2,2	2,0	3,9	8,8	0,6	4,6	2,3	1,9	3,4	3,1	5,1	19,3	2,1
Содержание горючих веществ в сухой массе пробы, %	92,2	97,8	98,0	96,1	91,2	99,4	95,4	97,7	98,1	96,6	96,9	94,9	80,7	94,1
Выход летучих веществ из сухой беззольной массы, %	74,6	83,8	78,4	83,9	80,0	85,9	77,3	79,9	79,9	82,4	86,9	77,3	60,6	83,1
Высшая теплота сгорания сухой беззольной массы, кДж/кг (ккал/кг)	20318	23639	21051	19052	18634	19962	21407	21092	21196	20856	20198	20628	20881	23056
	4853	5646	5028	4550	4451	4768	5113	5038	5063	4981	4824	4927	4987	5507
Низшая теплота сгорания рабочего топлива, кДж/кг (ккал/кг)	17205	21591	19102	16781	15466	18314	18894	19079	19265	18619	18044	18048	15323	14521
	4109	5157	4562	4008	3694	4374	4513	4557	4601	4447	4310	4311	3660	1080

Наибольший выход летучих веществ из сухой беззольной массы отмечен у ветвей ивы средних размерам (86,9%), древесине сосны (85,9%), травянистых растениях (83,9%), хвое (83,8%), листьях березы (83,1%) при минимальном значении 60,6% в листьях тополя.

Высшая теплота сгорания сухой беззольной массы также различается по видам горючих материалов и составила: при сгорании хвои – 23639, листьев березы – 23056, ветвей сосны – 21196-21092, шишки – 21051, при минимальном значении показателя у мхов и лишайников – 18634 кДж/кг. Высшая теплота сгорания, наблюдаемая у хвои и листьев березы, объясняется наличием эфирных масел в составе хвои и рыхлой структурой листьев березы, что повышает качественные (тепловой поток, высота пламени), так и количественные (высшую и низшую теплоту сгорания) характеристики горения.

Исследованиями И.С. Мелехова (1947); Н.П. Курбатского (1970); В.В. Фурьева, Г.А. Молодченко (1975) и др., установлено, что состав живого напочвенного покрова, его обилие и характер проективного покрытия оказывают прямое влияние не только на возможность возникновения пожара, но и на его теплофизические характеристики. Наличие в видовом составе огнестойких растений (толокнянка, люпин, папоротник), способствует снижению интенсивности горения, и, следовательно, и повреждаемости огнем насаждений (Фурьев, 2005).

По образцам с напочвенными лесными горючими материалами, взятым в насаждениях и на прогалинах, нами произведен перерасчет массы НЛГМ на т/га сухого состояния, значения которые приведены в таблице 6.6. Данные таблицы показывают, что общая масса НЛГМ в насаждениях сосны старше 10 лет находится в пределах 18,3-41,2 т/га сухого состояния, причем наибольшая ее масса находится в загущенных посадках (ПП-28, ПП-30). Естественные припевающие сосняки (ПП-88 и ПП-89) накопили лесной подстилки значительно меньше, чем в лесных культурах. В 28-летних культурах березы этот показатель равен 34,2 т/га в сухой массы.

Таблица 6.6 – Расчет массы НЛГМ на пробных площадях, т /га (сухое сост.)

№ ПП	Состав	Возраст, лет	Густота, шт./га	Запас, м ³ /га	Масса НЛГМ, т/га (сухое сост.)							
					хвоя, листья	ветки	кора	шишки	трава	мхи, лишайник	сухостой	итого
Естественные древостои												
89	10С	72	696	470,4	14,658	0,117	0,25	0,169	0,089	0,448	7,425	23,202
88	10С	76	977	555,2	16,86	0,748	1,468	1,102	0,023	0,568	2,86	23,634
Лесные культуры												
37	10С	60	850	406	16,241	1,805	2,218	3,095	1,285	0,632	3,36	28,645
75	10С	31	3206	275,2	22,243	1,856	1,709	1,87	1,761	0,122	–	29,561
30	10С	30	5466	270,2	22,963	3,712	3,94	2,63	0,275	0,088	7,425	41,257
28	10С	25	3542	517,7	29,363	3,366	2,161	1,68	0,116	0,016	2,97	39,677
27	10С	25	3849	298,4	17,186	1,566	1,675	1,551	0,028	0,122	4,125	26,287
16	10С	24	1480	217,6	23,065	0,418	1,026	3,816	0,392	0,026	0,11	28,854
2	10С	20	2256	111,4	14,778	0,781	1,232	1,178	0,177	0,2	–	18,352
18	10С	12	918	20,2	0,816	0,103	0,04	0,217	12,128	0,096	–	13,419
8	10С	8	2805	–	1,194	0,102	0,005	–	1,761	–	–	3,076
6	10С	7	4400	–	1,45	0,116	0,025	–	3,105	0,006	–	4,702
39	7СЗБ	30	2950	176,8	24,854	2,277	1,608	1,874	0,022	0,16	1,5	32,303
97	10Б	28	1228	348	28,269	5,568	0,097	0,172	0,06	–	–	34,199
Проголины												
Профиль юго-западного склона				–	2,908	0,248	0,027	–	1,39	–	–	4,677
Пойменные луга р. Чарыш				–	–	–	–	–	22,58	–	–	22,58
Погребенная почва на буграх				–	–	–	–	–	10,19	–	–	10,19
Остепненная прогалина между л/к сосны с лиственницей и естеств. массивом Чупинского бора				–	–	–	–	–	10,41	–	–	10,41
У реки Порозиха на остепненном вейниковом лугу возле л/к				–	–	–	–	–	17,09	–	–	17,09
У дороги на Самсоново,				–	–	–	–	–	8,44	–	–	8,44
На зарастающей минполосе				–	–	–	–	–	7,60	–	–	7,60
На пойменных лугах р. Чарыш				–	–	–	–	–	14,59	–	–	14,59

Наибольшая доля НЛГМ в культурах сосны приходится на фракцию хвои (55,6-80,5%). В культурах березы доля листвы составляет 87,5% от общей массы. Доля других фракций от общей массы подвержена сильной изменчивости и зависит от возраста и густоты насаждений. При этом, наиболее значимые значения выпадают на фракции: ветви, кору, шишку, а наименьшие – на траву, мхи, лишайники, остатки жизнедеятельности лесной энтомофауны. В культурах сосны 7-8-летнего возраста основная доля фракции НЛГМ приходится на траву (57,3-66,1%) и хвою (30,8-38,9%) при минимальном или полном отсутствии других фракций.

На прогалинах или других открытых местах, лишенных древесной растительности весь напочвенный горючий материал приходится на траву, за исключением склона, прилегающего к лесу, на котором хвоя, ветки и кора сносятся ветром.

Значение теплотворной способности НЛГМ в насаждениях и прогалинах Чупинского бора, приведено в таблице 6.7. Из приведенных данных следует, что наибольший показатель теплотворной способности отмечен в культурах сосны старше 20 лет и составляет 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 как в лесных насаждениях, так и на прогалинах и составила от общей теплотворной способности: 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%. На шишку, от общей теплотворной способности 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).

Таблица 6.7 – Теплотворная способность НЛГМ в насаждениях и прогалинах Чупинского бора, Гкал/га

№ ПП	Состав	Возраст, лет	Густота, шт./га	Запас, м ³ /га	Теплотворная способность НЛГМ, Гкал (сухое сост.)							
					хвоя, листья	ветки	кора	шишки	травы	мхи, лишайник	сухостой	итого
Естественный лес												
89	10С	72	696	470,4	316,48	2,23	4,30	3,23	1,49	143,04	6,93	477,7
88	10С	76	977	555,2	364,02	14,27	25,26	21,05	0,39	55,1	8,78	488,87
Лесные культуры												
37	10С	60	850	406	350,66	34,44	38,16	59,12	21,56	64,73	9,77	578,44
75	10С	31	3206	275,2	480,25	35,41	29,40	35,72	29,55	–	1,89	612,22
30	10С	30	5466	270,2	495,79	70,82	67,79	50,24	4,61	143,04	1,36	833,65
28	10С	25	3542	517,7	633,98	64,22	37,18	32,09	1,95	57,22	0,25	826,89
27	10С	25	3849	298,4	371,06	29,88	28,82	29,63	0,47	79,47	1,89	541,22
16	10С	24	1480	217,6	498,00	7,98	17,65	72,89	6,58	2,12	0,40	605,62
2	10С	20	2256	111,4	319,07	14,90	21,20	22,50	2,97	–	3,09	383,73
18	10С	12	918	20,2	17,62	1,97	0,69	4,15	203,52	–	1,48	229,42
8	10С	8	2805	–	25,78	1,95	0,09	–	29,55	–	–	57,36
6	10С	7	4400	–	31,31	2,21	0,43	–	52,11	–	0,09	86,15
39	7СЗБ	36	2950	176,8	536,62	43,44	27,67	35,80	0,37	–	2,47	646,37
97	10Б	28	1228	348	410,49	106,23	1,67	3,29	1,01	–	–	522,69
Прогалины												
Профиль юго-западного склона					42,23	4,73	0,46	–	23,38	–	–	70,80
Пойменные луга р. Чарыш					–	–	–	–	378,98	–	–	378,98
Погребенная почва на буграх					–	–	–	–	171,01	–	–	171,01
Остепненная прогалина между л/к сосны с лиственницей и естеств. массивом Чупинского бора					–	–	–	–	286,85	–	–	286,85
У реки Порозиха на остепненном вейниковом лугу возле л/к					–	–	–	–	141,63	–	–	141,63
У дороги на Самсоново,					–	–	–	–	127,48	–	–	127,48
На зарастающей минполосе					–	–	–	–	244,87	–	–	244,87

В несомкнутых 7-8-летних лесных культурах сосны, созданных парными рядами, интенсивно заросшими злаково-бобовой растительностью, теплотворная способность травостоя составляет 52-60%. Еще более горимыми являются лесные культуры редкой посадки, где в хорошо освещенных коридорах накопились многолетние растительные остатки чабреца и отмирание нижних ветвей сосны не происходило, доля теплотворной способности составила 88% от общей.

Наибольшее значение теплотворной способности НЛГМ на прогалинах отмечено в пойменом лугу (378,98 Гкал/га), остепненной прогалине в лесу (286,85 Гкал/га) и зарастающих минерализованных полосах (244,87 Гкал/га). Эти участки представляют повышенную пожарную опасность, поэтому к ним следует применять дополнительные меры, например, использовать в качестве сенокоса, регулярное проведение уходов за минполосами, применять отжиг по обочинам наиболее опасных проезжих дорог.

По данным накопления НЛГМ проанализированы изменения показателя на различных возрастных этапах развития насаждений. На рисунке 6.1. показано, что в стадии молодняка в составе НЛГМ преобладает фракция трав (66% от общей массы) и хвои (33%); в возрасте сосны 30 лет, фракция «хвоя» становится преобладающей (73%), в то время как доля травянистых растений снижается до незначительной (3%) и её вытесняют в общей массе фракции «ветви» (13%), «кора» (8%) и «шишки» (5%). В возрасте 60 лет структура накопления НЛГМ остается на прежнем уровне, лишь незначительно увеличивается масса фракций «шишка» и «травы». К моменту достижения возраста приспевания сосняков около 90% всей массы НЛГМ составляет хвоя.

На остепненных лугах, примыкающих к участкам лесных культур, также накапливается большое количество напочвенных горючих материалов. Отмечена тенденция к увеличению их накопления по мере приближения к реке Чарыш.

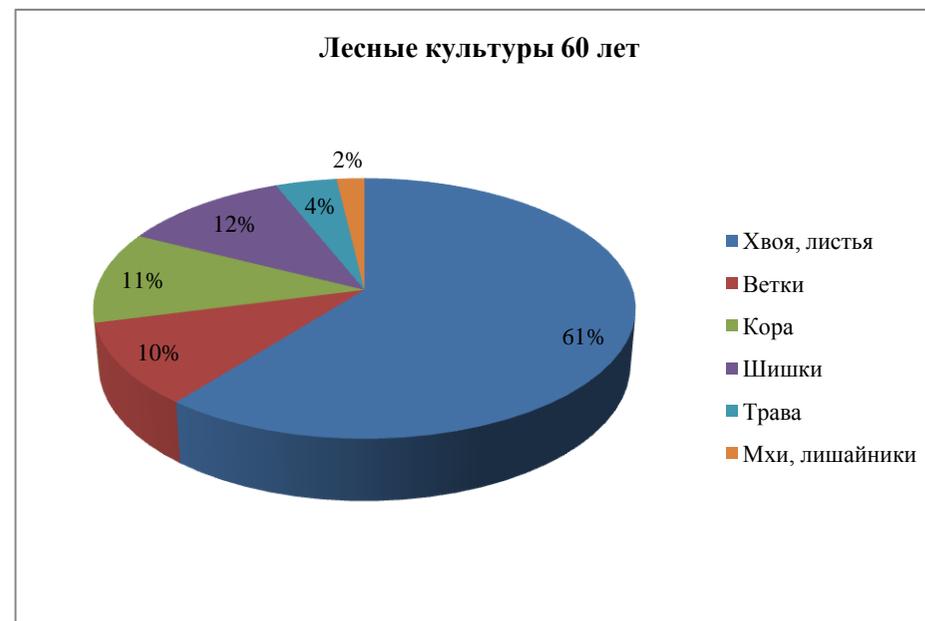
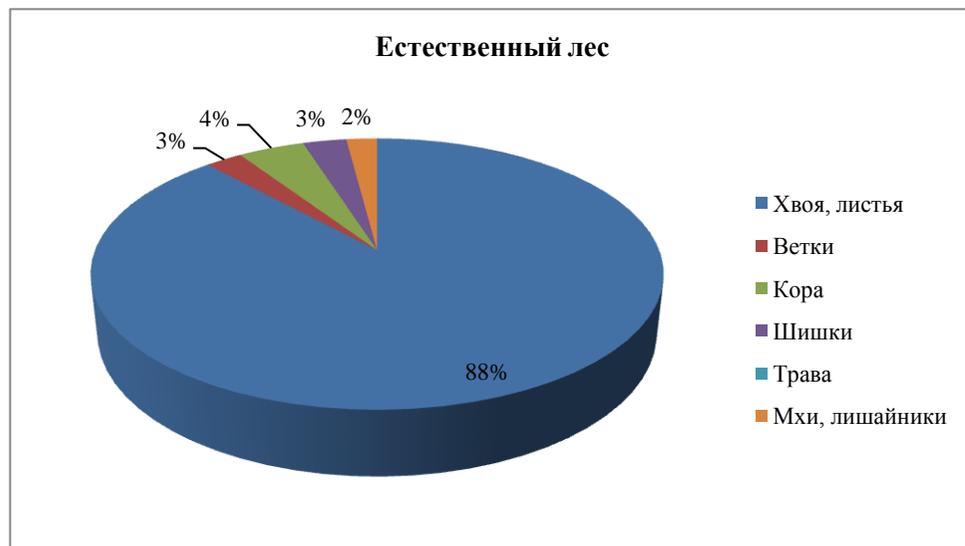


Рисунок 6.1 – Соотношение тепловыделения фракций НЛГМ в зависимости от возраста и происхождения древостоев, %

Следует отметить, что в нашем исследовании сухостой выделялся отдельно, поскольку эта категория не относится к наземным горючим материалам. Однако, не следует отрицать его роль в увеличении пожарной опасности. К примеру, Н.П. Курбатский (1970) выделял сухостой в отдельную группу горючих материалов со смешанным характером горения в зависимости от влажности и стадии его разложения.

Таким образом, загущенные лесные культуры, обладающие повышенным содержанием НЛГМ, являются не только объектом повышенного горения, но при наличии сухостойных деревьев могут способствовать переходу пожара из низового в верховой. В этой связи, уменьшение густоты древостоев с помощью рубок ухода, будет способствовать снижению их горимости.

Травостой на остепненных лугах, примыкающих к лесным культурам, а также произрастающий на минерализованных полосах не только может препятствовать распространению пожара, но и в некоторых случаях ускорить процесс горения. Кроме того, недостаточная ширина минерализованных полос, небольшая их протяженность и нерегулярный уход за ними, не является эффективной мерой противопожарной профилактики.

Выводы:

1. Расчетные значения комплексного оценочного показателя не превышают оптимальные значения (по Шульге, 2002) в древостоях II-III классов возраста, что указывает на устойчивость исследуемых сосняков, кроме насаждений на почвах с близким залеганием карбонатного слоя.

2. Проведенный корреляционный анализ свидетельствует о высокой обратной связи между КОП и средним диаметром, и устойчивой средней связи между глубиной вскипания НС1 и КОП. Установлена высокая достоверная связь между глубиной вскипания НС1 и средними показателями: диаметром, высотой, возрастом и запасом древостоев.

3. Теплотворная способность зависит от запасов НЛГМ, которые достигают наибольшего значения в лесных культурах в возрасте от 25 до 36 лет, а также в естественных древостоях, остепенённых лугах и прогалинах.

4. Наибольшую пожарную опасность представляют продуктивные и загущенные лесные культуры связи с большим накоплением НЛГМ. Пирологическая обстановка ухудшается по причине недостаточной ширины и протяженности минерализованных полос и несвоевременного ухода за ними.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Комплексные исследования, проведенные в рефугиуме Чупинского бора, 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, что способствует созданию разнотипных условий для развития лесных биоценозов. Реакция среды верхних горизонтов изменяется от нейтральной до слабощелочной. Гранулометрический состав неоднороден и варьирует от рыхло-песчаного до среднесуглинистого. Выделены три основных типа почв: черноземы, деново-подзолистые и серые лесные. Наличие карбонатов и железистых выделений, а также нейтральной или щелочной среды отрицательно сказывается на формировании стержневого корня и общее развитие корневой системы сосны.

2. Лесные культуры сосны уже через 15-20 лет после посадки в значительной степени трансформируют исходный нелесной (луговой, степной) тип растительного покрова. Сильная трансформация видов происходит при полном смыкании древесного полога (0,7-1,0 ед.), частичная – при не полном смыкании древесного полога (0,3-0,6 ед.).

3. На лесопригодных почвах, приживаемость сосны с ЗКС в первый год роста выше, чем с ОКС и превышает плановую для района (65,0%), при минимальном значении на нелесопригодных почвах. Отмирание сосны на лесопригодных почвах завершается на третий, а на нелесопригодных почвах – на пятый год роста. Сохранность культур в 5-летнем возрасте с ОКС соответствует нормативной (60%), в культурах с ЗКС на лесопригодных почвах – выше нормативной, а на нелесопригодных почвах – ниже нормативной.

4. Рост сосны характеризуется закономерным увеличением диаметра и высоты деревьев с возрастом, достигая наибольших значений в культурах с ОКС и ЗКС на лесопригодных почвах.

5. В 7–8-летних культурах сосны при ширине междурядий более 2,2 м.,

смыкание сомкнутости полога не происходит. В культурах с изреженным пологом, при хорошем боковом освещении, отмирание хвои на нижних ветвях кроны, многолетних злаковых корневищных видов и вторичной разнотравно-ковыльной растительности на протяжении 18-20 лет не происходит, что представляет повышенную пожарную опасность.

6. В связи с особенностями формирования искусственных сосняков на стадии приживаемости необходимо установить густоту посадки 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.

7. Ручная и механизированная посадка сосны с ОКС и ЗКС к деформации корней не приводит. На лесопригодных почвах сосна с ОКС и ЗКС формирует поверхностно-стержневую корневую систему. Сосна с ЗКС на черноземах обыкновенных с глубоким залеганием карбонатов образует стержневой корень, длина которого ограничивается глубиной залегания карбонатного слоя. На нелесопригодных почвах при поверхностном залегании карбонатов сосна формирует поверхностную корневую систему.

8. Культуры сосны на лесопригодных почвах обладают лучшим ростом по диаметру и высоте в сравнении с естественными насаждениями, а также культурами, на ограничено-лесопригодных и условно-лесопригодных почвах. В культурах с густотой от 2,8 до 10,3 тыс. шт./га распределение деревьев по толщине, закону нормального распределения не подчиняется. Кульминация прироста сосны в высоту в естественных древостоях наступает позже, чем в лесных культурах.

9. Наибольший средний прирост по объему среднего дерева отмечен в 30-летних культурах сосны на лесопригодных почвах, который превышает аналогичный показатель 72-76-летних естественных сосняков и 64-летних культур.

10. Лесопригодность почвы оказывает решающее значение на таксационные показатели и общую продуктивность древостоев. Рост культур сосны I-III классов возраста на лесопригодных почвах соответствует I-IV классам бонитета.

Загущенность культур снижает показатели роста и продуктивности. Сосна в смешанных сосново-лиственничных культурах имеет лучшие показатели роста, чем лиственница.

11. Изменение расчетных значений КОП подтверждает решающую роль на рост, продуктивность и устойчивость искусственных насаждений в степи наличие карбонатного слоя.

12. Лесные и степные формации накапливают до 41 т/га (сухое состояние) НЛГМ, из которых в лесу на долю хвой приходится до 80%, на степных участках полностью преобладает трава (100 %). Долевое участие НЛГМ изменяется с возрастом насаждений. При сгорании НЛГМ образуется до 833 Гкал/га тепловой энергии. 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 повышение пожароустойчивости древостоев.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

Агроклиматические ресурсы Алтайского края: без Горно-Алтайской автономной области. – Л: Гидрометеиздат, 1971. - 157с.

Александрова, В.Д. Природные районы Алтайского края / В.Д. Александрова, Н.И. Базилевич, Г.В. Занин // Природное районирование Алтайского края. - М., 1958. - С. 161-202.

Андрева, Е.Н. Методы изучения лесных сообществ: монография / Е.Н. Андрева, И.Ю. Баккал, В.В. Горшков // Российская академия наук, Ботанический институт им. В.Л. Комарова. – Санкт-Петербург: НИИХ Химии СПбГУ, 2002. - 240 с.

Анучин, Н.П. Лесная таксация: учебник для вузов / Н.П. Анучин. - 5-е изд., доп. - М.: Лесная промышленность, 1982. - 552 с.

Атрохин, В.Г. Формирование высокопродуктивных насаждений / В.Г. Атрохин. - Москва: Лесная пром-сть, 1980. - 231 с.

Ахмеров, А.М. О динамике прироста сосны обыкновенной в вегетационный период / А.М. Ахмеров // Известия вузов. Лесной журнал. - 1967. - № 5. - С. 55-59.

Ахромейко, А.В. Физиологическое обоснование разведения сосны в степях / А.В. Ахромейко. - Москва; Ленинград: Гослесбумиздат, 1950. - 262 с.

Ахтиманкина, А.В. Исследование динамики концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе г. Шелехова / А.В. Ахтиманкина // Известия Иркутского государственного университета. Сер.: Науки о Земле. - 2015. - Т. 13, № 7. - С. 42-57.

Бабенко, Д.К. Влияние интенсивных рубок ухода на рост сосны / Д.К. Бабенко, И.А. Коробов // Лесное хозяйство. - 1978. - № 8. - С. 49-51.

Бальчугов, А.В. Опыт создания лесонасаждений в Омской области: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / А.В. Бальчугов. - Омск, 1953. - 16 с.

Белозерцева, И.А. Воздействие техногенных выбросов Иркутского алюминиевого завода на окружающую среду / И.А. Белозерцева // Геосистемные исследования в Сибири - Иркутск: Изд-во Института географии

СО РАН, 1999. - С. 60-70.

Берников, В.В. Рост и устойчивость хвойных древесных пород в центральной лесостепи Омской области / В. В. Берников, Г. И. Зайков // Научные Труды Омского сельскохозяйственного института им. С.М. Кирова. - Омск: [б. и.], 1977. - Т. 165. - С. 48-52.

Бирюков, В.Н. Причины усыхания сосны в ленточных борах Прииртышья / В.Н. Бирюков, А.Н. Маланьин, З.П. Бирюкова, А.М. Соловьев // Лесоведение. - 1979. - № 2. - С. 3-12.

Бобровник, В.П. Почвенный покров нагорных лесов на гранитных породах Северного и Центрального Казахстана: автореф. дис. ... канд. биол. наук/ В.П. Бобровник. - Москва: Моск. ун-т им. М. В. Ломоносова, 1975. - 27 с.

Бондаренко, Н.Я. Рубки ухода в культурах сосны на Придонских песках / Н.Ф. Бондаренко // Лесное хозяйство. - 1966. - № 2. - С. 23-24.

Брысова, Л.Н. Режим влажности песчаных почв ленточных боров Прииртышья / Л.Н. Брысова // Ленточные боры Прииртышья. - Москва: Акад. наук СССР, 1962. - С. 58-110.

Бурдучкина, Т.В. Зависимость ростовых процессов сосны обыкновенной в начальные периоды онтогенеза от действия нанопорошка железа Прииртышья / Т.В. Бурдучкина, Г.Н. Фадькин, Полищук С.Д. // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. - 2020. – № 2(46). – С. 108-112.

Вагниц, П.Р. Ленточные боры / П.Р. Вагниц. - Ленинград: Москва: Гослесбумиздат, 1953. - 64 с.

Вдовенко, П.Н. К вопросу взаимодействия сосны и травянистой растительности в культурах ленточных боров Прииртышья / П. Н. Вдовенко // Леса и древесные породы Северного Казахстана: ботанические исследования: [сб. ст.]. - Ленинград: Наука, Ленингр. отд-ние, 1974. - С. 122-126.

Верзунов, А.И. Влияние почвенно-грунтовых условий на формирование корневых систем сосны и лиственницы в степных борах Казахстана / А.И. Верзунов // Экология. - 1986. - № 5. - С. 69-71.

Воронков, Н.А. Влагооборот и влагообеспеченность сосновых насаждений / Н.А. Воронков. - М.: Лесная промышленность, 1973. - 183 с.

Воронков, Н.А. Водный режим и устойчивость культур сосны на степных песках / Н.А. Воронков // Тезисы докладов на Юбилейной научной конференции, посвященной достижениям лесохозяйственной науки и практики. - Пушкино: Всесоюзный научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства, 1967. - С. 73-77.

Востриков, А.П. Некоторые данные о корневой системе сосны / А.П. Востриков // Труды Брянского лесохозяйственного института. - 1940. - Т. 4. - С. 217-225.

Высоцкий, Г.Н. О гидрологическом и метеорологическом влиянии лесов / Г. Н. Высоцкий. - 2-е изд. - Москва; Ленинград: Гослесбумиздат, 1952. - 112 с.

Высоцкий, Г.Н. Степное лесоразведение / Г.Н. Высоцкий // Избранные труды / Г.Н. Высоцкий. - Москва: Сельхозгиз, 1960. - С. 295-429.

Габеев, В.Н. Влияние густоты произрастания и рубок ухода на продуктивность чистых культур сосны / В.Н. Габеев // Эффективность использования лесных ресурсов и их восстановление в Западной Сибири: тезисы Межобластной научно-технической конференции ученых и специалистов лесного хозяйства. - Новосибирск: НТО лесной промышленности и лесного хозяйства, 1971. - С. 220-229.

Габеев, В.Н. Лесные культуры как путь повышения продуктивности лесов в лесостепных районах Западной Сибири / В.Н. Габеев // Вопросы повышения продуктивности лесов: материалы конференции по Сибири. - Новосибирск: Зап.-Сиб. кн. изд-во, 1968. - С. 234-239.

Габеев, В.Н. Продуктивность культур сосны / В.Н. Габеев. - Новосибирск: Наука, Сиб. отд-ние, 1982. - 190 с.

Габеев, В.Н. Экология и продуктивность сосновых лесов / В.Н. Габеев. - Новосибирск: Наука, Сиб. отд-ние, 1990. - 228 с.

Гаель, А.Г. Режим почвенно-грунтовых вод сосновых насаждений Доно-Арчединского песчаного массива / А.Г. Гаель, И.И. Судницын // Лесоведение. - 1971. - № 5. - С. 46-56.

Гамова, Н.С. Пирогенные смены лесной растительности центральной части Хамар-Дабана (Южное Прибайкалье) / Н.С. Гамова // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии. - 2014. - № 13. - С. 55-59.

Голубинский, С.С. Ленточные боры Западно-Сибирского края // Труды Лебяжинской ЗонЛЮС. – М; Свердловск: Гослестехиздат, 1934. - Вып.1. С. 3-20.

ГОСТ 12536-2014. Грунты. Методы лабораторного определения гранулометрического (зернового) и микроагрегатного состава = Soils. Methods of laboratory granulometric (grain-size) and microaggregate distribution: межгосударственный стандарт: издание официальное: утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 12.12.2014 № 2022-ст: взамен ГОСТ 12536-79: дата введения 2015-07-01. - Москва: Стандартинформ, 2015. - III, 18 с.

ГОСТ 17.4.4.01-84. Охрана природы. Почвы. Методы определения емкости катионного обмена = Soils. Methods for determining the capacity of cation exchange: межгосударственный стандарт: издание официальное: утвержден и введен в действие Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 28.04.1984 № 1503: дата введения 1985-04-01. - Москва: Стандартинформ, 2008. - 6 с.

ГОСТ 26212-2021. Почвы. Определение гидролитической кислотности по методу Каппена в модификации ЦИНАО = Soils. Determination of hydrolytic acidity by Karpen method modified by CINAО: государственный стандарт союза ССР: издание официальное: утвержден и введен в действие Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 29.12.91 № 2389: взамен ГОСТ 26212-84: дата введения 1993-07-01. - Москва: Изд-во стандартов, 1992. - 5 с.

ГОСТ 26213-2021. Почвы. Методы определения органического вещества = Soils. Methods for determination of organic matter: межгосударственный стандарт: издание официальное: утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 31.08.2021 № 892-ст: взамен ГОСТ 26213-91: дата введения 2022-08-01. - Москва: Российский институт стандартизации, 2021. - III, 7 с.

ГОСТ 26423-85. Почвы. Методы определения удельной электрической проводимости, рН и плотного остатка водной вытяжки = Soils. Methods for determination of specific electric conductivity, рН and solid residue of water extract: межгосударственный стандарт: издание официальное: утвержден и введен в действие Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 08.02.1985 № 283: дата введения 1986-01-01. - Москва: Стандартинформ, 2011. - 4 с.

Гоф, А.А. Опыт создания лесных культур сеянцами с закрытой корневой системой на гарях Алтайского края / А.А Гоф, Е.В Жигулин, С.В. Залесов, А.С. Оплетаев // Международный научно-исследовательский журнал. - 2019. - № 12-2(90). - С. 125-130.

Грибанов, Л.Н. Ленточные боры Алтайского края и Казахстана / Л.Н. Грибанов. - Москва: Сельхозгиз, 1954. - 88 с.

Грибанов, Л.Н. Степные боры Алтайского края и Казахстана / Л.Н. Грибанов. - Москва; Ленинград: Гослесбумиздат, 1960. - 156 с.

Гришин, А.М. Математическое моделирование лесных пожаров и новые способы борьбы с ними / А.М. Гришин. - Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1992. - 404 с.

Гришин, А.М. Комплекс экспериментальных установок для исследования природных пожаров / А.М. Гришин, В.П. Зима, В.Т. Кузнецов и др. // Известия высших учебных заведений. Физика. - 2009. - Т.52, №2(2). - С. 84-89.

Гурский, А.Ак. Совершенствование оценки продуктивности насаждений и лесопригодности почв / А.Ак. Гурский, А.А. Танков, А.Ан. Гурский //

Известия Оренбургского государственного аграрного университета. - 2008. - № 2 (18). - С. 42-44.

Давлятшин, И.Д. Статистические параметры и бонитировка пахотных почв семиаридной зоны равнинного Казахстана: автореф. дис. ... д-ра биол. наук / И.Д. Давлятшин. - Новосибирск, 1993. - 52 с.

Данчева, А.В. Лесной экологический мониторинг: учебное пособие / А.В. Данчева, С.В. Залесов, А.С. Попов // Екатеринбург: УГЛТУ, 2023. - 146 с.

Даньшин, И.И. Лесоводственная и хозяйственная эффективность облесения эродированных супесей Нижнего Дона / И.И. Даньшин // Защитное лесоразведение и лесные культуры: (тематический сборник) / Всесоюзный научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства. - Москва: Лесная пром-ть, 1971. - С. 36-49.

Длатковский, А.А. Курс лесовозобновления и лесоразведения / А.А. Длатковский. - Санкт-Петербург: М-во гос. Имуществ, 1843. - 441 с.

Дмитриев, П.П. Создавать устойчивые насаждения сосны / П.П. Дмитриев, Н.И. Дремов, В.Ю. Тимофеев // Лесное хозяйство. - 1979. - № 9. - С. 57-59.

Егоров, В.В. Классификация и диагностика почв СССР / В.В. Егоров, В.М. Фридланд, Е.Н. Иванова и др. - Москва: Колос, 1977. - 223 с.

Ерусалимский, В.Н. Восстановление лесонасаждений на плакоре степной зоны / В.Н. Ерусалимский // Лесное хозяйство. - 2005. - № 3. - С. 36-38.

Заблоцкий, В.И. Экологические особенности восстановления ленточных боров Алтая на крупноплощадных гарях: автореф. дис. ... канд. биол. наук / В.И. Заблоцкий. - Барнаул, 2000. - 131 с.

Заблоцкий, В.И. Динамика экологических условий на гарях в сосновых лесах юго-востока Западной Сибири: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук / В.И. Заблоцкий. - Барнаул, 2006. - 306 с.

Залесова, Е.С. Динамика комплексного оценочного показателя после рубок ухода в сосняке брусничном / Е.С. Залесова, Е.Н. Нестерова // Аграрное образование и наука. - 2016. - № 4. - С. 37.

Залесов, С.В. Проблема повышения продуктивности насаждений лесостепного Зауралья / С.В. Залесов, И.А. Фрейберг, О.В. Толкач // Сибирский лесной журнал. - 2016. - № 3. - С. 84-89.

Зеликов, В.Д. Почвы и бонитет насаждений / В.Д. Зеликов. - Москва: Лесная пром-сть, 1971. - 120 с.

Золотухин, Ф.М. Сравнительный анализ роста сосновых молодняков естественного и искусственного происхождения / Ф.М. Золотухин // Лесное хозяйство. - 1966. - № 2. - С. 30-33.

Зюзь, Н.С. Объемный вес и твердость бугристых песков Среднего Дона / Н.С. Зюзь // Биологические науки. - 1968. - № 8. - С. 110-117

Зябловский, Е.Ф. Начальные основания лесоводства: учеб. 1804 г. / Е.Ф. Зябловский. - Москва: Изд-во Моск. гос. ун-та леса, 2003. - 2. изд. - 236 с.

Иванова, Г.А. Зональность лесных горючих материалов и их пирогенная трансформация в сосняках Средней Сибири / Г.А. Иванова, В.А. Иванов // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. - 2020. - № 4(376). - С. 9-26.

Иванова, Г.А. Лесопожарная роль доминантов напочвенного покрова в сосняках разнотравно-брусничных: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. / Г.А. Иванова. - Красноярск, 1985. - 21 с.

Иваньков, Н.Н. Опыт лесных культур в юго-западной части ленточных боров Алтайского края / Н.Н. Иваньков // Материалы Второй научно-производственной конференции по рационализации лесного хозяйства Сибири. - Новосибирск, 1958. - С. 294-295.

Извекова, Л.Н. Чупинский бор / Л.Н. Извекова // Алтайская правда. - 2003. - 6 июня (№ 149-151). - С. 20.

Измайлова, И. О. Использование комплексного оценочного показателя и относительной высоты в оценке состоянии сосняков защитного назначения / И.О. Измайлова, К.М. Бытотова // Молодежная наука для развития АПК: сборник трудов LX Студенческой научно-практической конференции. -

Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2023. - С. 33-39.

Иозус, А.П. Особенности влияния микоризы на приживаемость и биохимический состав семян сосны обыкновенной в сухой степи Нижнего Поволжья / А.П. Иозус, А.А. Завьялов, С.Ю. Бойко // Успехи современного естествознания. – 2019. – № 6. – С. 23-27.

Исаков, С.И. Современное состояние искусственных сосновых насаждений в ленточных борах Прииртышья / С.И. Исаков, Ж.Т. Жорабекова, М.М. Елемесов // Развитие «зелёной экономики» и сохранение биологического разнообразия: материалы Междунар. науч.-практ. конф. - Щучинск: КазНИИЛХА, 2013. - С. 117-123.

Казаков В.И., Создание культур сосны сеянцами с открытой и закрытой корневой системой на горельнике в лесостепной зоне / В.И. Казаков, Н.Е. Проказин, А.М. Мартынюк // Лесохозяйственная информация. – 2023. – № 4. – С. 53-60.

Калиниченко, Н.П. Лесовосстановление и лесовыращивание / Н.П. Калиниченко, А.И. Писаренко, Н.А. Смирнов. - Москва: Лесная пром-сть, 1967. - 232 с.

Калиниченко, Н.П. Лесовосстановление на вырубках / Н.П. Калиниченко, А.И. Писаренко, Н.А. Смирнов. - Москва: Лесная пром-сть, 1973. - 326 с.

Калугина, О.В. Сосна обыкновенная как биоиндикатор состояния техногенно загрязняемых лесных экосистем Байкальского региона / О.В. Калугина, Т.А. Михайлова, Е.Н. Тараненко // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. - 2013. - № 1 (39). - С. 11-19.

Касаткин, А.С. Конкуренция за свет в естественных сосновых насаждениях с учётом доминантного положения деревьев / А.С. Касаткин, А.А. Бойко, А.И. Колтунова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2012. – № 3(35). – С. 17-21

Колтунова, А.И. Продуктивность древостоев в зависимости от условий

произрастания / А.И. Колтунова, А.В. Портянко // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2005. – № 1(5). – С. 85-87.

Конев, Э.В. Физические основы горения растительных материалов при лесных пожарах и палах: автореферат дис. ... д-ра техн. наук / Э.В. Конев. - Москва: Моск. лесотехн. ин-т, 1992. - 32 с.

Конспект флоры Иркутской области (сосудистые растения) / В.В. Чепинога, Н.В. Степанцова, А.В. Гребенюк и др. - Иркутск: Изд-во Иркутского гос. ун-та, 2008. - 327 с.

Копытков, В.В. Лесоводственная эффективность создания лесных культур различными методами и способами / В.В. Копытков, А.В. Боровков, Ю.А. Таирбергенов // Вестник Мозырского государственного педагогического университета им. И.П. Шамякина. – 2021. – № 2(58). – С. 32-42.

Крылов, Г.В. Леса Западной Сибири / Г.В. Крылов, Н.Г. Салатова. - Новосибирск: Новосиб. обл. гос. изд-во, 1950. - 176 с.

Крылов, Г.В. Леса Западной Сибири и пути повышения их продуктивности / Г.В. Крылов, В.Н. Габеев. // Лесное хозяйство. - 1965. - № 6. - С. 2-7.

Кузнецов, З.И. Сосновые культуры в условиях солонцового комплекса / З. И. Кузнецов. - Омск: Сибирский институт сельского хозяйства и лесоводства, 1928. - 25 с.

Кузнецов, Н.А. Выживаемость густых сосновых культур на борových почвах в условиях засухи 1972-1973 годов в Среднем Поволжье / Н.А. Кузнецов, П.М. Данилов, А.И. Мурсов // Лесоводство, лесные культуры и почвоведение: межвузовский сборник научных трудов. - Ленинград: ЛТА, 1976. - Вып. 5. - С. 38-41.

Кузьмичев, В.В. Рост сосновых культур Подгорной лесной дачи Омской области / В. В. Кузьмичев // Организация лесного хозяйства в некоторых категориях лесов Сибири. - Красноярск: Краснояр. кн. изд-во, 1963. - С. 61-69.

Куминова, А.В. Геоботаническое районирование юго-востока Западно-Сибирской низменности / А.В. Куминова, Т.В. Вагина, Е.И. Лапшина //

Растительность степной и лесостепной зон Западной Сибири. – Новосибирск, 1963. – Вып. 6. – С. 35–61.

Куприянов, А.Н. Восстановление лесных экосистем после пожаров / А.Н. Куприянов, И.Т. Трофимов, В.И. Заблоцкий и др. - Кемерово: Ирбис, 2003. - 261 с.

Курбатский Н.П. Исследование количества и свойств лесных горючих материалов / Н.П. Курбатский // Вопросы лесной пирологии. - Красноярск: ИЛИД, 1970. - С. 5-58.

Курбатский, Н.П. Лесные почвенные пожары и борьба с ними / Н.П. Курбатский, Н.Н. Красавина, В.А. Жданко. - Ленинград: Б. и., 1957. - 32 с.

Ленточные боры и ведение хозяйства в них: монография / под общ. ред. А. А. Мартынюка. - Пушкино: ВНИИЛМ, 2022. - 216 с.

Лесная энциклопедия: В 2-х т. / Гл.ред. Воробьев Г.И.; Ред.кол.: Анучин Н.А., Атрохин В.Г., Виноградов В.Н. и др. - М.: Сов. энциклопедия, 1985. - 563 с.

Лесохозяйственный регламент Шипуновского лесничества Алтайского края: утв. приказом Минприроды Алтайского края от 28.11.2018 № 1880 (ред. От 13.02.2023). – URL: https://minprirody.alregn.ru/files/incoming/files/documenti/inue_norm_akt_les_reglament/LXP%20Шипуновского%20лесн2020.pdf (дата обращения: 31.07.2023).

Лобанов, Н.В. Микотрофность древесных растений / Н. В. Лобанов. – Москва: Советская наука, 1953. - 232 с.

Лобода Е.Л., Влияние малых природных пожаров на характеристики атмосферы вблизи очага горения / Е.Л. Лобода, Д.П. Касымов, М.В. Агафонцев, В.В. Рейно, Е.В. Гордеев, В.А. Тарканова, П.С. Мартынов, К.Е. Орлов, К.В. Савин, А.И. Дутов, Ю.А. Лобода // Оптика атмосферы и океана. - 2020. - Т. 33, № 10 (381). - С. 818-823.

Макаренко, А.А. Рубки ухода в лесных культурах северных областей Казахстана / А.А. Макаренко, Е.А. Макаренко // Интенсификация лесного хозяйства Казахстана. - Алма-Ата: Кайнар, 1978. - С. 100-119.

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.

Маленко, А.А. К вопросу о рубках ухода в ленточных борах Алтайского края. / А.А. Маленко, М.И. Семенов, В.В. Елизаров // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. - 2012. - № 12 (98). - С. 54-57.

Маленко, А.А. Выращивание лесных культур сосны с закрытой корневой системой в условиях степи на юге Западной Сибири / А.А. Маленко, А.С. Чичкарев, С.И. Завалишин, А.А. Малиновских, Е.С. Курсикова// Лесохозяйственная информация. – 2023. – № 3. – С. 103-116.

Маленко, А.А. Пространственная структура напочвенных лесных горючих материалов в искусственных сосняках Алтайского края, созданных под защитой ивы остролистной / А.А. Маленко, М.А. Савин, А.С. Чичкарев // Оптимизация лесопользования: материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции с международным участием, посвященной 70-летию Почетного работника высшего образования, Заслуженного лесоведа России Залесова Сергея Вениаминовича. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2023. – С. 190-196.

Малиновских, А.А. Восстановление напочвенного покрова после пожаров 1997 года в сосновых лесах Алтайского края / А.А. Малиновских // Леса Евразии в третьем тысячелетии: материалы Международной конференции молодых ученых. - Том 1. - Москва: Московский государственный университет леса, 2001.- С. 141-142.

Малиновских, А.А. Восстановление равнинных сосновых лесов юга Западной Сибири после крупных пожаров 1997г / А.А. Малиновских // Проблемы промышленной ботаники индустриально развитых регионов: материалы IV Международной конференции и отчетного заседания Рабочей группы Проекта ПРООН-ГЭФ. - Кемерово: Институт экологии человека Сибирского отделения Российской академии наук, 2015. – С. 98-101.

Малиновских, А.А. Пирогенные сукцессии в равнинных сосновых лесах

южной части Западной Сибири / А.А. Малиновских, А.Н. Куприянов. – Новосибирск: Издательство Сибирского отделения РАН, 2015. – 208 с.

Малиновских, А.А. Послепожарный восстановительный процесс на горях 1997 г. в равнинных сосновых лесах юга Западной Сибири / А.А. Малиновских // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. - 2015. - № 3 (125). - С. 70-76.

Малышев, Л.И. Особенности и генезис флоры Сибири: (Предбайкалье и Забайкалье) / Л.И. Малышев, Г.А. Пешкова. - Новосибирск: Наука, Сиб. отделение, 1984. - 263 с.

Манаенков, А.С. Основы устойчивости культур сосны при неустойчивом увлажнении / А.С. Манаенков // Лесное хозяйство. - 2002. - № 4. - С. 35-38.

Манаенков, А.С. Лесообразование и пожарная опасность в монокультурах сосны на территории засушливых областей / А.С. Манаенков, Е.В. Егорова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2013. – № 3(31). – С. 56-61.

Материалы по изучению русского леса / ред. Г.Ф. Морозов. – Вып. 3: Основы классификаций типов насаждений и их народохозяйственное значение в обиходе страны / А.А. Крюденер. – Петроград: Тип. Главного Управления Уделов, 1916. – 190 с.

Месоед, И.Ю. К вопросу об установлении наиболее рациональных методов искусственного возобновления сосны в условиях ленточных боров Западно-Сибирского края / И.Ю. Месоед // Сборник статей по лесному хозяйству, лесным культурам и агролесомелиорации зоны ленточных боров. - Свердловск; Москва: Гослестехиздат, 1934. - С. 73-104.

Миркин, Б.М. Фитоценология: принципы и методы / Б.М. Миркин, Г.С. Розенберг. - Москва: Наука, 1978. - 211 с.

Миркин, Б.М. Фитоценология: принципы и методы / Б.М. Миркин, Г.С. Розенберг. - Москва: Наука, 1978. - 212 с.

Молчанов, А.А. Гидрологическая роль сосновых лесов на песчаных почвах: монография / А.А. Молчанов. - Москва: Изд-во АН СССР, 1952. - 487 с.

Морозов, В.Ф. Биологические основы ухода за лесом / В.Ф. Морозов. - Минск: Сельхозгиз, 1962. - 143 с.

Морозов, Г.Ф. Избранные труды: в 3 т. - Т. 3. / Г.Ф. Морозов. - Москва: Почвенный ин-т им. В. В. Докучаева, 1970 - 304 с.

Морозов, Г.Ф. Учение о лесе / Г.Ф. Морозов. - 3-е изд. - Ленинград: Гос. изд-во, 1926. - Т. XIV, 368 с.

Нартов, А.А. О посеве леса / А.А. Нартов // Труды Императорского Вольного Экономического общества. - 1765. - Ч. 1. - С. 28-35.

Нестеров, В.Г. Вопросы современного лесоводства: монография / В.Г. Нестеров. - Москва: Сельхозгиз, 1961. - 384 с.

Нестеров, Н.С. Очерки по лесоведению / Н.С. Нестеров. - Москва: Сельхозгиз, 1960. - 485 с.

Новокшенов, И.В. Динамика лесных пожаров и запас напочвенных горючих материалов в лесах ГНПП «Бурабай» / И.В. Новокшенов, С.В. Залесов // Международный научно-исследовательский журнал. - 2020. - № 9-1 (99). - С. 41-45.

О внесении изменений в приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 18.08.2014 № 367 «Об утверждении Перечня лесорастительных зон Российской Федерации и Перечня лесных районов Российской Федерации»: приказ Минприроды России от 19.02.2019 № 105 (зарегистрировано в Минюсте России 04.04.2019 № 54291) // Официальный интернет-портал правовой информации. - URL: <http://publication.pravo.gov.ru/document/0001201904050022> (дата обращения: 31.08.2023).

Об утверждении Правил лесовосстановления, формы, состава, порядка согласования проекта лесовосстановления, оснований для отказа в его согласовании, а также требований к формату в электронной форме проекта

лесовосстановления // Официальный интернет-портал правовой информации. - URL: <https://docs.cntd.ru/document/728111110?marker=8OQ0LQ> (дата обращения: 31.08.2023).

Об утверждении Руководства по ведению хозяйства в насаждениях гослесополос: приказ Федеральной службы лесного хозяйства России от 21.03.1996 № 43 // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. - URL: <https://docs.cntd.ru/document/9018061> (дата обращения: 31.08.2023).

Общесоюзная инструкция по почвенным обследованиям и составлению крупномасштабных почвенных карт землепользований // Министерство сельского хозяйства СССР, Главное управление землепользования и землеустройства. - Москва: Колос, 1973. - 95 с.

Общесоюзные нормативы для таксации лесов: справочник // В.В. Загребев и др. - Москва: Колос, 1992. – 494 с.

Огиевский, В.В. Лесные культуры в Западной Сибири: монография / В.В. Огиевский. - Москва: Наука, 1966. - 187 с.

Огиевский, В.В. Обследование и исследование лесных культур: метод. пособие для лесоводов / В.В. Огиевский, А.А. Хиров. - Москва: Лесная промышленность, 1964. - 50 с.

Орлов, А.Я. Почвенная экология сосны / А.Я. Орлов, С.П. Кошельков. - Москва: Наука, 1971. - 323 с.

Орлов, А.Я. Роль почвенных факторов в формировании лесных биогеоценозов / А.Я. Орлов // тезисы докладов совещания: итоги научных исследований по лесоведению и лесной биогеоценологии. – Москва: [б. и.], 1973. - Вып. 2. - С. 50-53.

Осипенко, А.Е. Комплексный оценочный показатель естественных и искусственных сосняков в ленточных борах Алтайского края / А.Е. Осипенко, С.В. Залесов // Леса России и хозяйство в них. – 2017. – № 3(62). – С. 4-9.

Основы фитомониторинга: учеб. пособие / Н.П. Бунькова, С.В. Залесов, Е.А. Зотеева, А.Г. Магасумова. - Изд. 2-е, доп. и перераб. - Екатеринбург: Уральский гос. лесотехнический ун-т, 2011. - 88 с.

ОСТ 56-69-83 Площади пробные лесоустроительные. Метод закладки: отраслевой стандарт: издание официальное: утвержден и введен в действие приказом Государственного комитета СССР по лесному хозяйству от 23 мая 1983 г. № 72: введен впервые: дата введения 1984-01-01. - Москва: ЦБПТИ Гослесхоза СССР, 1984. - 60 с.

Павлов, И.Н. Глобальные изменения среды обитания древесных растений: монография / И.Н. Павлов. - Красноярск: СибГТУ, 2003. - 156 с.

Павлова, Г.Г. Сосновые леса в лесостепной и степной зонах Приобья / Г.Г. Павлова // Растительность степной и лесостепной зон Западной Сибири. – Новосибирск: Изд-во Сиб. отд-ние Акад. наук СССР, 1963. - С. 131-162.

Парамонов, Е.Г. Влияние экологических факторов на рост сеянцев сосны обыкновенной / Е.Г. Парамонов, М.Е. Ананьев, А.А. Маленко. - Барнаул: Изд-во АлтГУ, 2006. - С. 34-51.

Парамонов, Е.Г. Лесовосстановление на Алтае / Е.Г. Парамонов, Я.Н. Ишутин, В.А. Саета и др. - Барнаул: [б. и.], 2000. - С. 83-97.

Побединский, А.В. Сосновые леса Средней Сибири и Забайкалья / А.В. Побединский. - Москва: Наука, 1965. - 268 с.

Победов, В.С. Применение удобрений в лесном хозяйстве / В.С. Победов. - Москва: Лесная пром-сть, 1972. - 201 с.

Победов, В.С. Растительная диагностика питания насаждений основных древесных пород в БССР / В.С. Победов, В.Е. Волчков, П.С. Шиманский // тезисы докладов совещания «Итоги научных исследований по лесоведению и лесной биогеоценологии». - Москва: [б. и.], 1973. - Вып. 2. - С. 68-70.

Полигон адаптированного комбинированного содействия естественному возобновлению на гари в бассейне реки Голоустная возле п. Солнопечный (Южное Предбайкалье) / Ю.В. Полюшкин, Д.Ф. Леонтьев, А.И. Шеховцов, В.И. Шастин // Инновационное развитие: потенциал науки и современного

образования. - Пенза: Наука и Просвещение, 2017. - С. 190-197.

Поляков, В.Я. Рост сосновых культур на почвах солонцового комплекса: / В.Я. Поляков. - Красноярск: [б. и.], 1957. - 11 с.

Понятовская, А.А. Учет обилия и характера размещения растений в сообществах / А.А. Понятовская // Полевая геоботаника: сб. ст. - Москва; Ленинград: Наука, 1964. - Т. 3. - С. 209-285.

Правдин, Л.Ф. Сосна обыкновенная. Изменчивость, внутривидовая систематика и селекция. - М., Наука, 1964. - 192 с.

Репшас, Э.А. Культуры сосны на приморских песках южной Прибалтики и их рост в зависимости от степени развития почв, механического и минералогического состава песков / Э.А. Репшас // Биологические науки. - 1973. - № 9. - С. 116-122.

Савин, М.А. Оценка запаса напочвенных лесных горючих материалов в искусственных сосняках сухой степи / М.А. Савин, А.А. Маленко, С.В. Пономарев // Перспективы внедрения инновационных технологий в АПК: сборник статей II Российской (Национальной) научно-практической конференции. - Барнаул: Алтайский государственный аграрный университет, 2019. - С. 38-40.

Савин, М.А. Оценка запаса напочвенных лесных горючих материалов в сосновом молодняке в засушливой степи / М.А. Савин, А.А. Маленко, Р.В. Дергунов // Аграрная наука - сельскому хозяйству: сборник материалов XIII Международной научно-практической конференции: в 2 кн. - Кн. 1. - Барнаул: Алтайский государственный аграрный университет, 2018. - С. 402-403.

Сибитев, Л.А. Изучение причины массового усыхания сосновых культур в Подгородной лесной даче г. Омска / Л.А. Сибитев // Вопросы лесного хозяйства Сибири и Дальнего Востока: труды Научно-производственной конференции, посвященной основам ведения хозяйства в лесах Сибири и Дальнего Востока. - Красноярск: [б. и.], 1959. - С. 159-174.

Сидоров, В.А. Рост и состояние культур березы в Северном Казахстане на почвах различной лесопригодности / В.А. Сидоров, Я.А. Фриккель // Лесное

хозяйство и агромелиорация в Казахстане. - Алма-Ата: Кайнар, 1976. - С. 130-142.

Смирнов, В.Е. Полувековой опыт лесовосстановления в ленточных борах Казахстана и Алтая / В.Е. Смирнов. - Алма-Ата, 1966. - 131 с.

Смирнов, Н.Т. Основные закономерности строения и особенности таксации молодняков / Н.Т. Смирнов // Вопросы таксации молодых древостоев: рефераты докладов на совещании при КазНИИЛХ. - Алма-Ата: Казахский научно-исследовательский институт лесного хозяйства, 1970. - С. 5-15.

Сортиментные и товарные таблицы для древостоев Западной и Восточной Сибири / сост. Э.Н. Фалалев [и др.]. – Красноярск: Изд-во Ин-та леса, 1991. - 146 с.

Старостенко, В.П. Формирование полога сосновых культур пристепной части УССР / В.П. Старостенко // Лесоводство и агролесомелиорация: республиканский межведомственный тематический научный сборник. - Киев: Урожай, 1968. - Вып. 13. - С. 108-113.

Сукачев, В.Н. Руководство к исследованию типов лесов / В.Н. Сукачев. - Москва; Ленинград: Сельхозиздат, 1930. - 318 с.

Сукачев, В.Н. Дендрология с основами лесной геоботаники / В.Н. Сукачев. - Гослестехиздат, 1934. - 634 с.

Таран, И.В. Сосновые леса Западной Сибири / И.В. Таран. - Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1973. - 292 с.

Тимофеев, В.П. Роль лиственницы в поднятии продуктивности лесов: к 100-летию Лесной опытной дачи Московской ордена Ленина сельскохозяйственной академии им. К.А. Тимирязева / В.П. Тимофеев. - Москва: Изд-во Акад. наук СССР, 1961. - 160 с.

Ткаченко, М.Е. Общее лесоводство / М.Е. Ткаченко, А.И. Асосков, В.Н. Синев. - Ленинград: Гослестехиздат, 1939. - 746 с.

Тольский, А.П. Материалы по изучению формы и развития корней сосны и других древесных пород / А.П. Тольский. - Санкт-Петербург: Тип. т-ва «Общественная польза», 1905. - 61 с.

Тольский, А.П. Материалы по изучению состояния и развития корней у отдельных сосен в насаждениях Бузулукского бора: (из наблюдений в Боровом опытном лесничестве, Самарской губернии) / А.П. Тольский. - Санкт-Петербург: Тип. М. А. Александрова, 1911. - 39 с.

Турчина, Т.А. Продуктивность кулисных лесных культур сосны обыкновенной при разной технологии их создания на песках среднего Дона // Охрана окружающей среды - основа безопасности страны: Сборник статей по материалам Международной научной экологической конференции, посвященной 100-летию КубГАУ. - Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2022. - С. 258-261.

Тюрин, И.В. Материалы по изучению гумуса лесных почв / И.В. Тюрин, В.В. Пономарева // Труды Лесотехнической академии им. С. М. Кирова. - 1940. - № 56. - С. 3-49.

Тюрин, И.В. Органическое вещество почвы и его роль в плодородии: монография / И.В. Тюрин. - Москва: Наука, 1965. - 320 с.

Усольцев, В.А. О статусе древесной растительности на экотоне лес - степь / В.А. Усольцев, А.И. Колтунова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. - 2012. - № 4(36). - С. 8-12.

Фарбер, С. К. Особенности лесовосстановления на вырубках Нижнего Приангарья / С.К. Фарбер, К.С. Коневина, Н.С. Кузьмик // Лесная таксация и лесоустройство. - 2011. - № 1-2 (45-46). - С. 70-76.

Флора Сибири: в 14 т. / под ред. Л.И. Малышева, Г.А Пешковой. - Новосибирск: Наука, Сиб. отд-ние, 1988-2003.

Флора Центральной Сибири = Flora Sibiriae Centralis: [в 2 т.] / В.В. Бусик, Н.С. Водопьянова, М.М. Иванова [и др.]. - Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1979. - 1048 с.

Фрейберг, И.А. Приживаемость и рост культур сосны в связи с комплексностью почвенного покрова в Зауралье / И.А. Фрейберг, А.П. Исаев. - Текст непосредственный // Леса Урала и хозяйство в них. - Свердловск: УЛТИ, 1968. - Вып. 1. - С. 393-396.

Фрейберг, И.А. Влияние обменных магния и натрия на характер солонцов и лесорастительные свойства их в лесостепи Зауралья / И.А. Фрейберг, А.М. Бирюкова, К.И. Шахова // Леса Урала и хозяйство в них. - Свердловск: УЛТИ, 1972. - Вып. 7. - С. 162-171.

Фуряев, В.В. Пожароустойчивость сосновых лесов / В.В. Фуряев, В.И. Заблоцкий, В.А. Черных. – Новосибирск: Наука, 2005. – 160 с.

Фуряев, И.В. Формирование напочвенных горючих материалов в лесных экосистемах Верхне-Обского массива: автореф. дис. ... канд. биол. наук / И.В. Фуряев. – Екатеринбург, 2013. – 20 с.

Харитонович, Ф.Н. Биология и экология древесных пород / Ф.Н. Харитонович. - Москва: Лесная пром-сть, 1968. - 304 с.

Харитонович, Ф.Н. Закономерности роста сосны обыкновенной / Ф.Н. Харитонович // Лесное хозяйство. - 1961. - № 11. - С. 18-22.

Хватов, Ю.А. Облесение земель, нарушенных при разработке месторождений полезных ископаемых. - Москва: [б. и.], 1973. - 56 с.

Черных, В.А. Оценка насаждений юго-западной части ленточных боров Алтая по степени пожароустойчивости / В.А. Черных, В.В. Фуряев, Л.П. Злобина // Лесное хозяйство. - 2004. - № 6. - С. 26-27.

Четин, Я.И. Особенности роста и засухоустойчивости лиственницы, сосны, ели и березы в культурах агролесомелиоративной зоны Западной Сибири и Северного Казахстана / Я.И. Четин // Материалы Второй Научно-производственной конференции по рационализации лесного хозяйства Сибири. - Новосибирск, 1958. - С. 328-338.

Четин, Я.И. Рост сосны обыкновенной и отпад ее в засушливый период 1951-1952 гг. в лесостепных районах Омской области в зависимости от

почвенных условий / Я.И. Четин. // Известия Омского отдела Географического общества Союза ССР. - Омск: Омское кн. изд-во, 1961. - Вып. 4 (11). - С. 75-82.

Четин, Я.И. Устойчивость древесных пород в годы засух в искусственных древостоях в степи и лесостепи Западной Сибири / Я.И. Четин // Сборник научных работ Сибирского научно-исследовательского института сельского хозяйства (СИБНИИСХОЗ). - Омск: Омское обл. кн. изд-во, 1968. - С. 153-157.

Чефранова, М.Н. Влияние технологии лесовосстановления на приживаемость и рост сосны в культурах, созданных на горях / М.Н. Чефранова // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. – 2015. – Т. 3, № 2-1(13-1). – С. 157-160.

Чешуин, Е.Н. Влияние почвенно-эдафических факторов на рост сосново-березовых культур в борах Марийского Заволжья / Е.Н. Чешуин, Ю.П. Демаков // Современные проблемы почвоведения и экологии: всероссийская научно-практическая конференция: сб. ст. - Йошкар-Ола: Марийский гос. технический ун-т, 2006. - Ч. 1. - С. 227-231.

Чжан, С.А. Оценка устойчивости сосны обыкновенной в зонах аэротехногенного загрязнения по данным экологического мониторинга / С.А. Чжан, Е.М. Рунова, О.А. Пузанова // Вестник МГУЛ - Лесной вестник. - 2009. - № 1 (64). - С. 180-183.

Чипанина, Е.В. Влияние промышленности города Шелехова на экологическое состояние реки Олхи / Е.В. Чипанина, И.В. Томберг, И.И. Маринайте, Л.М. Сороковикова // География и природные ресурсы. - 2011. - № 3. - С. 45-50.

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 международной научно-практической конференции: в 2-х кн. – Кн. 1. – Барнаул: Алтайский государственный аграрный университет, 2020. – С. 322-323.

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: РИО АГАУ, 2021. - № 2. - С. 31-34.

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 Международной научно-практической конференции: в 2 кн. - Барнаул: РИО АГАУ, 2021. - Кн. 1. - С. 303-304.

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 межрегиональной научно-практической конференции (с международным участием. - Барнаул: Изд-во Алт. гос. ун-та, 2021. - С. 96-98.

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.

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 международной научно-практической конференции: в 2-х кн. – Кн. 1. – Барнаул: Алтайский государственный аграрный университет, 2022. – С. 368-370.

Чичкарев, А.С. Рост и продуктивность сосново-лиственничных культур в условиях степи Юго-Западной Сибири / А.С. Чичкарев, А.А. Маленко // Хвойные бореальной зоны. - Красноярск: РИО СибГУ им. М. Ф. Решетнева, 2023. - Т. XLI, № 5. - С. 384 - 389.

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:

сборник материалов XVIII международной научно-практической конференции, приуроченной к 80-летию Алтайского ГАУ: в 2-х кн. – Кн. 2. – Барнаул: Алтайский государственный аграрный университет, 2023. – С. 48-50.

Шебалова, Н.М. К механизмам повреждения и устойчивости сосны обыкновенной, произрастающей в зонах техногенного загрязнения / Н.М. Шебалова, Л.Г. Бабушкина // Известия вузов. Лесной журнал. - 2000. - № 5-6. - С. 26-31.

Шебалова, Н.М. Оценка воздействия экстремальных условий на состояние древостоя сосны обыкновенной / Н.М. Шебалова, С.В. Залесов // Лесное хозяйство. - 2005. - № 6. - С. 25-26.

Шиманюк, А.П. Дендрология / А.П. Шиманюк. - 2-е изд., доп. - Москва: Лесная пром-сть, 1974. - 264 с.

Шмальгаузен, И.И. Интеграция биологических систем и их саморегуляция / И.И. Шмальгаузен // Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отдел биологический. - 1961. - Т. 66, № 2. - С. 104-134.

Шульга, В.Д. Устойчивость защитных лесных насаждений степных ландшафтов: с автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук / Шульга Виктор Дмитриевич. - Волгоград, 2002. - 48 с.

Шульга, В.Д. Обоснование облигатности интенсивных лесоводственных уходов для рекреационных древостоев аридной зоны / В.Д. Шульга, А.И. Густова, Д.К. Терехина // Аридные экосистемы. – 2007. – Т. 13, № 33-34. – С. 81-88.

Шутов, И.В. Значение неравномерного размещения деревьев в культурах сосны / И.В. Шутов, Л.Н. Товкач, Н.М. Минакова // Лесное хозяйство. - 2001. - № 4. - С. 18-20.

Шутов, И.В. Рост сосны в рядовых культурах при заданных вариантах густоты, разных ширине междурядий и шаге посадки / И.В. Шутов, А.М. Иванов, О.И. Антонов [и др.]. // Лесное хозяйство. - 2014. - № 3. - С. 27-30.

Щанова, Л.И. Шипуновский район: страницы истории / Л.И. Щанова. – с. Шипуново: [б. и.], 2012. - 199 с.

Щетинский Е.А. Тушение лесных пожаров. Пособие для лесных пожарных. / Е.А. Щетинский. – Москва: ВНИИЛМ, 2002. - 104 с.

Эдельштейн, Я.С. Гидрогеологический очерк Обь-Иртышского района / Я. С. Эдельштейн. - Москва; Ленинград: Геологическое изд-во, 1932. - 55 с.

Эйтинген, Г.Р. Избранные труды / Г.Р. Эйтинген. - Москва: Сельхозиздат, 1962. - 500 с.

Anderson, H.E. Forest fuel ignitibility / H.E. Anderson // Fire Technol. – 1970. - Т.6. – P. 312–319.

Crecente-Campo, F. Impacts of thinning on structure, growth and risk of crown fire in a *Pinus sylvestris* L. plantation in northern Spain / F. Crecente-Campo, A. Pommerening, R. Rodríguez-Soalleiro // Forest Ecology and Management. - 2009. - Т. 257, №. 9. - P. 1945-1954.

Dimitrakopoulos, A. Flammability Assessment of Mediterranean Forest Fuels / A. Dimitrakopoulos, K.K. Papaioannou // Fire Technology. - Vol. 37. - P. 143-152 (2001).

Drysdale, D. An Introduction to Fire Dynamics / D. Drysdale // Chichester. - UK: Wiley. - 1994. - 424 p.

Ichim, R. Variabilitatea caracteristicilor dendrometrice ale arborilor din orboretele de molid exploatabile si de tip regulat / R. Ichim // Revista Padurilor. - 1968. - № 9. - P. 477-481.

Jitang, Li. Drought Resilience of Mongolian Scotch Pine (*Pinus sylvestris* Var. *Mongolica*) at the Southernmost Edge of its Natural Distribution: A Comparison of Natural Forests and Plantations / Jitang Li, Yuyang Xie, Tuya Wulan et al. // Forest Ecology and Management. - 2023. - Vol. 542. - P. 121104.

Kara, F. Influence of stand density and canopy structure on the germination and growth of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) seedlings / F. Kara, O. Topaçoğlu // Environmental monitoring and assessment. - 2018. - Т. 190, №. 12. - P. 749.

Kasymov, D. Investigation of the ignition of wood structural materials (with and without fire retardant treatment) under the influence of a model fire of irregular

intensity / D.Kasymov, M. Agafontsev, V. Perminov, P. Matrynov // Materials of EPJ Web Conference. - 2019. - Vol. 196. - P. 38.

Kasymov, D. Experimental investigation of the effect of heat flux on the fire behavior of engineered wood samples / D. Kasymov, M. Agafontsev, V. Perminov, P. Martynov, V. Reyno, E. Loboda // Fire. - 2020. - Vol. 3. - P. 61.

Loboda, E.L. Some results of seminatural researches of small seat of wildland fire / E.L. Loboda, D.P. Kasymov, M.V. Agafontsev, V.V. Reyno, E.V. Gordeev, V.A. Tarakanova, P.S. Martynov, K.E. Orlov, K.V. Savin, A.I. Dutov // Materials of 26th International Symposium on Atmospheric and Ocean Optics, Atmospheric Physics. - 2020. - Vol. 11560. - P. 17.

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, Kasymov D.P., Agafontsev M.V. // Journal of Physics: Conference Series. - Novosibirsk, 2022. - Vol. 2233. - P. 012010.

Navarro-Cerrillo, Rafael M. Is Thinning an Alternative When Trees Could Die in Response to Drought? The Case of Planted *Pinus nigra* and *P. sylvestris* Stands in Southern Spain / Rafael M. Navarro-Cerrillo, Raúl Sánchez-Salguero, Carlos Rodriguez et al. // Forest Ecology and Management. - 2019. - Vol. 433. - P. 313-324.

Navarro-Cerrillo, Rafael M. Developing Alternatives to Adaptive Silviculture: Thinning and Tree Growth Resistance to Drought in a *Pinus* Species on an Elevated Gradient in Southern Spain / Rafael M. Navarro-Cerrillo, Antonio M. Cachinero-Vivar, Óscar Pérez-Priego, Aspizua Cantón, Rut; Begueria, Santiago; Julio Camarero, J. // Forest Ecology and Management. - 2023. - Vol. 537. - P. 120936.

Samec, P. Spatial lag effect of aridity and nitrogen deposition on Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.) damage / P. Samec, M. Zapletal, P. Lukeš, P. Rotter // Environmental Pollution. - 2020. - Vol. 265, Part B. - P. 114352.

Vospornik, S. Tree species growth response to climate in mixtures of *Quercus robur*/*Quercus petraea* and *Pinus sylvestris* across Europe – a dynamic, sensitive

equilibrium / S. Vospernik, M. Heym, H. Pretzsch et al. // *Forest Ecology and Management*. - 2023. - Vol. 530. - P. 120753.

Wyssotzky, G. N. Skizzen über die hydrologischen Grundlagen der Bodenkunde / G. N. Wyssotzky // *Почвоведение*. - 1930. - № 4. - С.5-31.

Zhang, Ting. Spatial distribution of root systems of *Pinus sylvestris* Var. *Mongolica* trees with different ages in a semi-arid sandy region of Northeast China // Ting Zhang, Lining Song, Jiaojun Zhu et al. // *Forest Ecology and Management*. – 2021. – Vol. 483. - P. 118776.

Характеристика почвенного профиля на разрезах

Разрез 1. Почва - Аллювиально-дерновая слоистая связно-песчаная. Разрез заложен на выровненном участке прирусловой поймы.

A_d 0 - 4 см Дернина, густо переплетена корнями травянистой растительности, влажная, коричнево-бурого цвета, на поверхности слаборазложившийся лиственный и хвойный опад, переход в нижележащий горизонт резкий;

A 4 - 11 см Влажный, темно серый, связно-песчаного гранулометрического состава, бесструктурный, рассыпчатый, гумусовые вещества, корни, переход ясный;

AB 11-25 см Влажный, буро-серый неоднородный, связно-песчаного гранулометрического состава; непрочно-комковатая структура, рассыпчатый, прослойки глины и соединений окисного железа, переход ясный;

B 25 - 64 см Влажный, бурый, связно-песчаного гранулометрического состава, бесструктурный, рассыпчатый, соединения окисного железа, переход постепенный;

BC > 64 см Переход к материнской породе, влажный светло-бурый, супесчаный бесструктурный, соединения окисного железа.

Вскипание от 10% HCl в профиле не отмечается, железистые выделения с глубины 21 см.

Разрез 2. Почва - Серая лесная погребенная супесчаная (навеянная). Разрез заложен на выровненном участке надпойменной террасы.

A_d 0 - 4 см Опад хвои буро-коричневый, в слабой степени разложившийся, дернина слабо выражена, переход в нижележащий горизонт резкий;

A_1 4 - 10 см Свежий, светло-серый, супесчаного гранулометрического состава, бесструктурный, рассыпчатый, гумусовые вещества, корни, переход постепенный;

A_1A_2 10-20 см Свежий, светло-серо-белесый, связно-песчаного гранулометрического состава, бесструктурный, уплотнен, кремнеземистая присыпка, корни, переход постепенный;

B 20 - 40 см Свежий, бурый, связно-песчаного, бесструктурный, уплотнен, корни, переход ясный;

A_{II} 40 - 77 см Погребенный гумусовый горизонт, свежий, серый, связно-песчаного гранулометрического состава, мелкокомковатый, плотный, гумусовые вещества, корни, переход постепенный;

$B_{II} > 77$ см Погребенный иллювиальный горизонт, свежий, неоднородный серо-белесо-бурый, не выраженная структура, плотный.

Вскипание от 10% HCl в профиле не отмечается. В почве на глубине 40 см обнаружен погребенный горизонт, что свидетельствует об интенсивном развитии на этой территории в прошлом эоловых процессов переотложения песка.

Разрез 3. Почва - Дерново-подзолистая глубокая связно-песчаная. Разрез заложен на вершине увала. Хорошо выражен микрорельеф в виде микропонижений и микроповышений.

A_d 0 - 4 см Опад хвои и травянистой растительности коричнево-серого цвета, слабой степени разложения, переход в нижележащий горизонт резкий;

A_1 4 - 11 см Свежий светло-серый связно-песчаного гранулометрического состава, бесструктурный, рассыпчатый, корни, гумусовые вещества переход постепенный;

A_2 11 - 20 см Свежий, буро-белесый, легкосуглинистого гранулометрического состава, бесструктурный, рассыпчатый, корни, кремнеземистая присыпка, переход постепенный;

B 20 - 77 см Свежий, бурый, песчаный, бесструктурный, рассыпчатый, корни, переход постепенный;

$BC > 77$ см Переход к материнской породе, свежий, светло-бурый, песчаного гранулометрического состава, бесструктурный, рассыпчатый.

Вскипание от 10% HCl в профиле не отмечается.

Разрез 4. Почва - Дерново-карбонатная супесчаная. Разрез заложен на выровненном участке у подножия увала.

A_0 0 - 3 см Опад хвои коричневый, средней степени разложения, переход в нижележащий горизонт резкий;

A_1 3 - 11 см Влажный темно-серый супесчаного гранулометрического состава, комковатой структуры, уплотнен, корни, переход постепенный;

B 11 - 38 см Влажный, бурый, легкосуглинистого гранулометрического состава, неоднородный комковатой и слоистой структуры, уплотнен, корни, карбонаты кальция, переход ясный;

$BC > 38$ см Переход к материнской породе, влажный, буро-белесый, супесчаного гранулометрического состава, бесструктурный, рассыпчатый, карбонаты кальция.

Вскипание от 10% HCl в профиле отмечается с глубины 28 см.

Разрез 5. Почва - Серая лесная погребенная супесчаная (навеянная). Разрез заложен на пологом склоне широкого увала.

A_d 0 - 3 см Опад хвои буро-коричневый, в слабой степени разложившийся, дернина слабо выражена, переход в нижележащий горизонт резкий;

A_1 4 - 9 см Свежий, светло-серый, супесчаного гранулометрического состава, бесструктурный, рассыпчатый, гумусовые вещества, корни, переход постепенный;

A_1A_2 9-29 см Свежий, серо-белесый, супесчаного гранулометрического состава, бесструктурный, рассыпчатый, кремнеземистая присыпка, корни, переход ясный;

A_n 29 - 59 см Погребенный гумусовый горизонт, свежий, серый, супесчаного гранулометрического состава, непрочно-мелкокомковатый, рыхлый, гумусовые вещества, корни, переход ясный;

$B_n > 59$ см Погребенный иллювиальный горизонт, свежий, бурый, супесчаного гранулометрического состава, бесструктурный, рассыпчатый, включения корней.

Вскипание от 10% HCl в профиле не отмечается. В профиле почвы на глубине 29 см обнаружен погребенный горизонт, что свидетельствует об интенсивном развитии на этой территории в прошлом эоловых процессов переотложения песка.

Разрез 6. Почва - Дерново-карбонатная песчаная. Разрез заложен в междувальном понижении с выраженным микрорельефом.

A_д 0 - 3 см Слабо выраженная дернина, опад хвои коричневатый, средней степени разложения, переход в нижележащий горизонт резкий;

A₁ 3 - 10 см Свежий, светло-серый связно-песчаного гранулометрического состава, бесструктурный, рассыпчатый, корни, переход постепенный;

B_к 10 - 78 см Свежий, светло-бурый, связно-песчаного гранулометрического состава, бесструктурный, рассыпчатый, корни, карбонаты кальция, оксиды железа, переход постепенный;

BC_к> 38 см Переход к материнской породе, свежий, бурый, связно-песчаного гранулометрического состава, бесструктурный, рассыпчатый, карбонаты кальция, оксиды железа.

Вскипание от 10% HCl в профиле отмечается с глубины 10 см, с глубины 36 см отмечаются скопления окисной формы железа.

Разрез 7. Почва - Темно-серая лесная супесчаная. Разрез заложен в понижении, микрорельеф не выражен.

A₀ 0 - 4 см Опад хвои буро-коричневый, в слабой степени разложившийся, переход в нижележащий горизонт резкий;

A₁ 4 - 20 см Свежий, серый, супесчаного гранулометрического состава, комковатой структуры, рыхлый, гумусовые вещества, корни, переход постепенный;

A₁A₂ 20 - 51 см Свежий, серо-белесый, супесчаного гранулометрического состава, комковатой структуры, рыхлый, кремнеземистая присыпка, корни, переход постепенный;

В 51 - 75 см Свежий, буро-серый, супесчаного гранулометрического состава, комковатой структуры, рыхлый, корни, переход постепенный;

BC > 75 см Переход к материнской породе, свежий, бурый, супесчаного гранулометрического состава, бесструктурный, рассыпчатый, корни.

Вскипание от 10% HCl в профиле не отмечается.

Разрез 8. Почва - Чернозем обыкновенный среднemosный супесчаный. Разрез заложен на выровненном участке, микрорельеф не выражен.

A_д 0 - 3 см Хорошо выраженная дернина, корни более 50 % от общего объема, серо-коричневого цвета, переход в нижележащий горизонт резкий;

A 3 - 31 см Гумусово-аккумулятивный горизонт, свежий, серый, супесчаного гранулометрического состава, непрочно-комковатой структуры, уплотнен, гумусовые вещества, корни, переход постепенный;

AB 31 - 59 см Свежий, серо-бурый, супесчаного гранулометрического состава, непрочно-комковатой структуры, уплотнен, корни, переход ясный;

Bк > 59 см Свежий, светло-бурый, супесчаного гранулометрического состава, комковатой структуры, уплотнен, карбонаты;

Вскипание от 10% HCl в профиле отмечается с глубины 59 см.

Разрез 9. Почва - Чернозем выщелоченный маломощный супесчаный. Разрез заложен на выровненном участке, микрорельеф не выражен.

A_д 0 - 3 см Хорошо выраженная дернина, корни более 50 % от общего объема, серо-коричневого цвета, переход в нижележащий горизонт резкий;

A 3 - 25 см Гумусово-аккумулятивный горизонт, свежий, серый, супесчаного гранулометрического состава, непрочно-комковатой структуры, уплотнен, гумусовые вещества, корни, переход постепенный;

AB 25 - 36 см Свежий, серо-бурый, супесчаного гранулометрического состава, непрочно-комковатой структуры, уплотнен, корни, переход постепенный;

B 36-52 см Свежий, бурый, супесчаного гранулометрического состава, комковатой структуры, уплотнен, карбонаты, гумусовые затеки;

$BC_k > 52$ см Переход к материнской породе, свежий, светло-бурый, супесчаного гранулометрического состава, бесструктурный, рассыпчатый, карбонаты кальция.

Вскипание от 10% HCl в профиле отмечается с глубины 52 см.

Почвы обследуемых участков имеют легкий гранулометрический состав от связно-песчаного до легкосуглинистого. Преобладают фракции крупного и среднего песка.

Разрез 10. Почва - Чернозем выщелоченный среднемоощный слабогумусированный песчаный. Разрез заложен на выровненном участке.

$A_d 0 - 3$ см Дернина слабо выражена. Густо переплетена корнями. Корни составляют более 50% горизонта. На поверхности опад хвойной древесной растительности.

$A 3 - 26$ см Свежий, светло-серый, песчаного гранулометрического состава, непрочно-комковатой структуры, уплотнен, гумусовые вещества, корни, переход резкий;

$AB 26-43$ см Свежий, серо-бурый неоднородный, супесчаного гранулометрического состава; непрочно-комковатой структуры, уплотнен, затеки гумусовых веществ, корни, переход ясный;

$B 43 - 82$ см Свежий, светло-бурый, супесчаного гранулометрического состава, непрочно-комковатой структуры, уплотнен, единичные корни, затеки гумуса, переход резкий;

$BC_k 82 - 96$ см Свежий, светло-бурый, песчаного гранулометрического состава, непрочно-комковатой структуры, плотный, карбонаты, переход ясный;

$С_k > 96$ см Свежий, буро-белесый, супесчаного гранулометрического состава, непрочно-комковатой структуры, плотный, карбонаты, легкорастворимые соли в форме гипса;

Вскипание от 10% HCl в профиле отмечается с глубины 82 см. Скопления гипса с глубины 96 см. Почва характеризуется низким содержанием гумуса. Реакция почвенного раствора в верхних горизонтах слабокислая и близкая к нейтральной, в средних и нижних - слабощелочная и среднещелочная.

Разрез 11. Почва - Лугово-черноземная карбонатная среднетощая супесчаная. Разрез заложен на выровненном участке.

А 0 - 23 см Свежий, по окраске неоднородный, серый с бурыми пятнами, супесчаного гранулометрического состава, непрочной комковатой структуры, уплотнен, гумусовые вещества, корни, переход ясный;

АВ 23-33 см Свежий, серо-бурый неоднородный, супесчаного гранулометрического состава; непрочной комковатой структуры, уплотнен, затеки гумусовых веществ, корни, переход ясный;

В_к 33 - 64 см Свежий, светло-бурый, супесчаного гранулометрического состава, непрочной комковатой структуры, уплотнен, карбонаты, переход постепенный;

ВС_к 64 - 83 см Свежий, светло-бурый, супесчаного гранулометрического состава, непрочной комковатой структуры, рыхлый, карбонаты, Fe₂O₃ переход постепенный;

С_к>83 см Свежий, светло-бурый, супесчаного гранулометрического состава, бесструктурный, рыхлый, карбонаты, Fe₂O;

Вскипание от 10% HCl в профиле отмечается с глубины 34 см, железистые выделения с глубины 63 см. Почва характеризуется низким содержанием гумуса. Реакция почвенного раствора в верхних горизонтах слабощелочная, в средних и нижних - среднещелочная.

Разрез 12. Почва - Чернозем обыкновенный среднетощый слабогумусированный супесчаный. Разрез заложен на выровненном участке, микрорельеф не выражен.

А_д 0 - 7 см Хорошо выраженная дернина, корни более 50 % от общего объема, буро-серого цвета, переход в нижележащий горизонт резкий;

А 7 - 40 см Гумусово-аккумулятивный горизонт, увлажнен, темно-серый, супесчаного гранулометрического состава, комковато- зернистой структуры, уплотнен, гумусовые вещества, корни, переход постепенный;

АВ 40 - 67 см Свежий, буро-серый, супесчаного гранулометрического состава, непрочной комковатой структуры, уплотнен, корни, переход постепенный;

В_к 67 - 85 см Свежий, светло-бурый, супесчаного гранулометрического состава, комковатой структуры, уплотнен, карбонаты, переход постепенный;

В_{ск} >85 см Свежий, палевый, супесчаного гранулометрического состава, комковатой структуры, уплотнен, карбонаты;

Вскипание от 10% НС1 в профиле отмечается с глубины 65 см. Почва по содержанию гумуса характеризуется как слабогумусированная. Реакция почвенного раствора в верхних горизонтах нейтральная, в средних и нижних - среднещелочная.

Разрез 13. Почва - Чернозем обыкновенный карбонатный маломощный слабогумусированный среднесуглинистый. Разрез заложен на пологом склоне, микрорельеф не выражен. Дерновый горизонт не выражен.

А_к 0 - 23 см Гумусово-аккумулятивный горизонт, увлажнен, серого цвета, легкосуглинистого гранулометрического состава, комковатой структуры, рыхлый, гумусовые вещества, корни, карбонаты, переход резкий;

АВ_к 23 - 33 см Увлажнен, серо-бурый, супесчаного гранулометрического состава, комковатой структуры, уплотнен, корни, карбонаты, переход ясный;

В_к 33 - 69 см Увлажнен, бурый, легкосуглинистого гранулометрического состава, комковатой структуры, уплотнен, карбонаты, переход постепенный;

В_{ск} 69 - 99 см Увлажнен, светло-бурый, легкосуглинистого гранулометрического состава, комковатой структуры, уплотнен, карбонаты, переход постепенный;

С_к >99 см Свежий, светло-бурый, легкосуглинистого гранулометрического состава, комковатой структуры, плотный, карбонаты;

Вскипание от 10% НС1 в профиле отмечается с глубины 5 см. Почва по содержанию гумуса характеризуется как слабогумусированная. Реакция почвенного раствора среднещелочная.

Разрез 14. Почва - Чернозем обыкновенный карбонатный маломощный слабогумусированный легкосуглинистый. Разрез заложен на выровненном участке, микрорельеф не выражен. Проявлений эрозии нет

A_d 0 - 4 см Хорошо выраженный дерновый горизонт. Буро коричневый, рыхлый, присутствует опад хвойной и травянистой растительности.;

A_k 4 - 18 см Гумусово-аккумулятивный горизонт, увлажнен, темно-серого цвета, неоднородный легкосуглинистого гранулометрического состава, комковатой структуры, уплотнен, гумусовые вещества, корни, карбонаты, переход постепенный;

AB_k 18 - 29 см Увлажнен, серо-бурый, супесчаного гранулометрического состава, комковатой структуры, уплотнен, корни, карбонаты, переход постепенный;

B_k 29 - 78 см Увлажнен, светло-бурый, песчаного гранулометрического состава, бесструктурный, уплотнен, карбонаты, единичные корни переход постепенный;

$BC_k > 78$ см Увлажнен, светло- бурый, песчаного гранулометрического состава, бесструктурный, уплотнен, карбонаты, Fe_2O_3 ;

Вскипание от 10% HCl в профиле отмечается с глубины 3см. Железистые выделения с глубины 74 см. Почва по содержанию гумуса характеризуется как слабогумусированная. Реакция почвенного раствора среднещелочная.

Разрез 15. Почва - Погребенная серая лесная песчаная. Разрез заложен на выровненном участке, микрорельеф не выражен.

A_d 0 - 8 см Хорошо выраженный дерновый горизонт. Буро коричневый, рыхлый, присутствует опад хвойной и травянистой растительности.;

A_1 8 - 37 см Навейный горизонт. Увлажнен, палевого цвета, песчаного гранулометрического состава, бесструктурный, рыхлый, гумусовые вещества, корни, переход ясный;

A_1A_2 37 - 56 см Увлажнен, палево-бурый, песчаного гранулометрического состава, бесструктурный, рыхлый, корни, переход резкий;

A_{1п} 56 - 71 см Погребенный. Увлажнен, темно-серый, песчаного гранулометрического состава, комковатый, уплотнен, гумусовые вещества, кремнезем, переход ясный;

A_{1Вп} 71 - 93 см Погребенный. Увлажнен, серо-бурый, песчаного гранулометрического состава, комковатый, уплотнен, гумусовые вещества, кремнезем, переход ясный;

В 93 - 119 см Увлажнен, светло-бурый, песчаного гранулометрического состава, бесструктурный, рыхлый, переход постепенный;

BC >119 см Увлажнен, палевый, песчаного гранулометрического состава, бесструктурный, рыхлый, Fe₂O₃;

Вскипание от 10% HCl в профиле не отмечается. Железистые выделения с глубины 139 см. Почва по содержанию гумуса характеризуется как слабогумусированная. Реакция почвенного раствора среднещелочная.

Разрез 16. Почва - Серая лесная легкосуглинистая. Разрез заложен на верхней части увала, микрорельеф не выражен.

A₀ 0 - 5 см Буро-коричневый. Густо переплетен корнями, опад древесной растительности;

A₁ 5 - 18 см Увлажнен, темно-серый, песчаного гранулометрического состава, непрочно-комковатый, уплотнен, гумусовые вещества, кремнезем, переход ясный;

A₁A₂ 18-28 см Увлажнен, серо-буро-белесый, легкосуглинистого гранулометрического состава, бесструктурный, уплотнен, гумусовые вещества, кремнезем, единичные корни, переход ясный;

A₂В 29 - 49 см Увлажнен, буро-белесый, среднесуглинистого гранулометрического состава, бесструктурный, рыхлый, кремнезем, единичные корни, переход постепенный;

В 49 - 96 см Увлажнен, светло-бурый, среднесуглинистого гранулометрического состава, бесструктурный, рыхлый, единичные корни, переход постепенный;

BC>96 см Увлажнен, палевый, супесчаного гранулометрического состава, бесструктурный, уплотнен, единичные корни;

Вскипание от 10% HCl в профиле не отмечается. Почва по содержанию гумуса характеризуется как слабогумусированная. Реакция почвенного раствора близкая к нейтральной.

Разрез 17. Почва - Дерново-подзолистая среднеподзолистая супесчаная. Разрез заложен на террасе средней части склона, микрорельеф не выражен.

A₀ 0 - 9 см Буро-коричневый слаборазложившийся опад хвойной и лиственной древесной растительности;

A₁ 9 - 13 см Увлажнен, светло-серый, супесчаного гранулометрического состава, бесструктурный, рыхлый, гумусовые вещества, кремнезем, корни, переход постепенный;

A₂ 13-21 см Свежий, белесый, среднесуглинистого гранулометрического состава, бесструктурный, рыхлый, кремнезем, корни, переход резкий;

A₂B 21 - 40 см Свежий, буро-белесый, среднесуглинистого гранулометрического состава, бесструктурный, рыхлый, кремнезем, единичные корни, переход постепенный;

B 40 - 67 см Свежий, бурый неоднородный, легкосуглинистого гранулометрического состава, непрочно-комковатой структуры, плотный, единичные корни, прослойки Fe₂O₃, переход постепенный;

BC>67 см Свежий, светло бурый, среднесуглинистого гранулометрического состава, бесструктурный, рыхлый, единичные корни;

Вскипание от 10% HCl в профиле не отмечается. Железистые выделения с глубины 36 см. Почва по содержанию гумуса характеризуется как слабогумусированная. Реакция почвенного раствора сильноокислая.

Разрез 18. Почва - Дерново-подзолистая неглубокоподзолистая супесчаная. Разрез заложен в межувальном понижении, микрорельеф не выражен.

A₀ 0 - 4 см Буро-коричневый слаборазложившийся опад;

А₁ 4 - 9 см Увлажнен, светло-серый, супесчаного гранулометрического состава, бесструктурный, рыхлый, гумусовые вещества, кремнезем, корни, переход постепенный;

А₂ 9-19 см Увлажнен, белесый, песчаного гранулометрического состава, бесструктурный, рыхлый, кремнезем, корни, переход постепенный;

А₂В 19 - 36 см Увлажнен, белесо-бурый, песчаного гранулометрического состава, бесструктурный, рыхлый, кремнезем, единичные корни, переход постепенный;

В 36 - 128 см Влажный, бурый неоднородный, песчаного гранулометрического состава, бесструктурный, рыхлый, Fe₂O₃, FeO, переход постепенный;

ВС>128 см Влажный, бурый, супесчаного гранулометрического состава, бесструктурный, рыхлый, Fe₂O₃;

Вскипание от 10% HCl в профиле не отмечается. Железистые выделения с глубины 39 см, пятна оглеения с глубины 106 см. Почва по содержанию гумуса характеризуется как слабогумусированная. Реакция почвенного раствора в верхней части кислая, вниз по профилю изменяется к нейтральной и далее к среднешелочной.

Разрез 19. Почва - Чернозем выщелоченный среднemosный малогумусный среднесуглинистый. Разрез заложен на пологом склоне, микрорельеф не выражен.

А_д 0 - 5 см Хорошо выраженная дернина, содержащая более 50% корневой массы растений;

А 5 - 41 см Увлажнен, темно-серый, среднесуглинистого гранулометрического состава, комковатый, уплотнен, гумусовые вещества, корни, переход постепенный;

АВ 41 - 66 см Увлажнен, буро-серый, среднесуглинистого гранулометрического состава, комковатый, уплотнен, гумусовые вещества, корни, переход постепенный;

В 66 - 93 см Увлажнен, бурый, песчаного гранулометрического состава, комковатый, уплотнен, затеки гумуса, кротовина, корни, переход резкий;

$BC_k > 93$ см Увлажнен, палевый, песчаного гранулометрического состава, комковатый, уплотнен, кротовина, карбонаты;

Вскипание от 10% HCl в профиле отмечается с глубины 93 см.

Разрез 20. Почва - Серая лесная супесчаная. Разрез заложен на выровненном участке, микрорельеф не выражен.

A_0 0 - 10 см Хорошо выражен. Густо переплетён корнями опад древесной и травянистой растительности.;

A_1 10 - 31 см Влажный, темно-серый, супесчаного гранулометрического состава, непрочно-комковатый, бесструктурный, рыхлый, гумусовые вещества, кремнезем, переход постепенный;

A_1A_2 31-52 см Увлажнен, серо-буро-белесый, песчаного гранулометрического состава, бесструктурный, непрочно-слоистый, уплотнен, гумусовые вещества, кремнезем, единичные корни, переход постепенный;

B 52 - 99 см Увлажнен, бурый, песчаного гранулометрического состава, бесструктурный, рыхлый, единичные корни, переход постепенный;

$BC > 99$ см Увлажнен, светло-бурый, супесчаного гранулометрического состава, бесструктурный, рыхлый, единичные корни;

Вскипание от 10% HCl в профиле не отмечается. Почва по содержанию гумуса характеризуется как слабогумусированная. Реакция почвенного раствора кислая.

Разрез 21. Почва - Подзолистая неглубокоподзолистая супесчаная. Разрез заложен на пологом склоне первой надпойменной террасы, микрорельеф не выражен.

A_0 0 - 5 см Буро-коричневый слаборазложившийся опад;

A_1 5-14 см Влажный, белесый, супесчаного гранулометрического состава, бесструктурный, рыхлый, кремнезем, корни, переход постепенный;

B 14 - 38 см Увлажнен, буро-белесый, супесчаного гранулометрического состава, бесструктурный, рыхлый, корни, переход ясный;

BC 38-136 см Увлажнен, светло-бурый, песчаного гранулометрического состава, бесструктурный, рыхлый, корни, переход постепенный

$C > 136$ см Увлажнен, бурый, песчаного гранулометрического состава, бесструктурный, рыхлый, корни.

Вскипание от 10% HCl в профиле не отмечается. Почва по содержанию гумуса характеризуется как слабогумусированная. Реакция почвенного раствора в верхней части кислая, вниз по профилю изменяется к нейтральной и далее к среднещелочной.

Разрез 22. Почва - Дерновая карбонатная супесчаная. Разрез заложен на пологом склоне, микрорельеф не выражен. Проявлений эрозии нет

A_d 0 - 2 см Хорошо выраженный дерновый горизонт. Буро коричневый, рыхлый;

A_{1k} 2 - 8 см Увлажнен, серо-бурого цвета, песчаного гранулометрического состава, бесструктурный, уплотнен, гумусовые вещества, корни, карбонаты, переход постепенный;

B_{1k} 8 - 13 см Увлажнен, бурый, песчаного гранулометрического состава, бесструктурный, уплотнен, корни, карбонаты, соединения железа, переход постепенный;

B_{2k} 13 - 91 см Увлажнен, неоднородный буро-охристый, песчаного гранулометрического состава, бесструктурный, уплотнен, карбонаты, единичные корни, соединения железа, переход постепенный;

B_{1k} 91 - 99 см Увлажнен, серо-бурый, песчаного гранулометрического состава, бесструктурный, уплотнен, карбонаты, единичные корни, соединения железа, переход постепенный;

$B_{Ck} > 98$ см Увлажнен, неоднородный буро-охристый, песчаного гранулометрического состава, бесструктурный, уплотнен, карбонаты, соединения железа;

Вскипание от 10% HCl в профиле отмечается с глубины 6 см. Железистые выделения с глубины 7 см. Почва по содержанию гумуса характеризуется как слабогумусированная. Реакция почвенного раствора слабощелочная.

Разрез 23. Почва - Погребенная светло-серая лесная супесчаная. Разрез заложен в межувальном понижении.

A_0 0 - 3 см Хорошо выраженный. Буро коричневый, рыхлый, присутствует опад хвойной растительности.;

A_1 3 - 23 см Увлажнен, светло-серый, песчаного гранулометрического состава, комковатый, рыхлый, кремнезем, гумусовые вещества, корни, переход постепенный;

A_1A_2 23 - 44 см Увлажнен, серо-белесый, песчаного гранулометрического состава, бесструктурный, рыхлый, кремнезем, переход ясный;

B 44 - 60 см Увлажнен, бурый, песчаного гранулометрического состава, бесструктурный, рыхлый, переход резкий;

A_{III} 60 - 81 см Погребенный горизонт. Увлажнен, темно-серый, песчаного гранулометрического состава, комковатый, уплотнен, гумусовые вещества, переход постепенный;

B_1 81-110 см Увлажнен, серо-бурый, песчаного гранулометрического состава, бесструктурный, уплотнен, гумусовые вещества, переход постепенный;

$BC > 110$ см Увлажнен, светло-бурый, песчаного гранулометрического состава, бесструктурный, рыхлый;

Вскипание от 10% HCl в профиле не отмечается. Почва по содержанию гумуса характеризуется как слабогумусированная. Реакция почвенного раствора в верхнем горизонте кислая, вниз по профилю изменяется до нейтральной.

Разрез 24. Почва – Аллювиальная дерновая слаборазвитая

A_0 0-5 см Лесная подстилка, обильно пронизан корнями, опад хвои, рыхлый;

A 5-15 см Гумусово-аккумулятивный горизонт, светло-серый, супесчаный, уплотненный, сухой, зачатки структуры, обильно пронизан корнями, переход постепенный;

B_1 15-30 см Белесовато-серый, песчаный, уплотненный, увлажненный, зачатки структуры, крупные корни, переход постепенный;

B_{2g} 30-70 см Сизовато-желтый, полосчатый, супесчаный, уплотненный, увлажненный, зачатки структуры, пятна закиси железа FeO, переход постепенный;

B_{3g} 70-110 см Желтовато-сизый, полосчатый, супесчаный, уплотненный, влажный, бесструктурный, закиси железа FeO пропитка, переход постепенный;

BC_g 110-150 Буровато-сизый, влажный, зачатки структуры, песчаный, бесструктурный, закиси железа FeO пропитка, переход постепенный.

Вскипание от 10% HCl в профиле отмечается на глубине 120 см. Почва по содержанию гумуса характеризуется как слабогумусированная. Реакция почвенного раствора в верхнем горизонте слабокислая, вниз по профилю изменяется до нейтральной.

Разрез 25. Почва - дерново-карбонатная среднemocная (навеянная) и погребенная почва (чернозем обыкновенный):

A_0 0-5 см Лесная подстилка, обильно пронизан корнями, опад хвои, рыхлый;

A_1A_2 5-22 см Гумусово-элювиальный, белесовато-серый, супесчаный, уплотненный, сухой, зачатки структуры, обильно пронизан корнями, переход постепенный;

Слой I 22-35 см Навеянный, желтовато-светло-серый, супесчаный, уплотненный, увлажненный, комковатый, корни, переход резкий;

Слой II 35-45 см Навеянный, белесовато-желтый, супесчаный, плотный, увлажненный, призмовидно-комковатый, переход резкий;

Слой III 45-65 см Навеянный, светло-серый, плотный, увлажненный, зачатки структуры, песчаный, переход резкий;

Слой IV 65-75 см Навеянный слой, светло-серый, увлажненный, зачатки структуры, песчаный, переход резкий;

Слой V 75-85 см Навеянный слой, светло-серый, увлажненный, зачатки структуры, песчаный, языки гумуса, переход постепенный;

A 85-120 см Погребенный гумусовый горизонт, темно-серый, плотный, увлажненный, пылевато-комковато-глыбистый, среднесуглинистый, переход постепенный;

АВ 120-135 см Переходный гумусово-иллювиальный, желтовато-серый, увлажненный, комковато-призматический, среднесуглинистый, переход резкий по вскипанию;

В_к 135-170 Иллювиальный карбонатный горизонт, белесовато-желтый, плотный, среднесуглинистый, комковатый, увлажненный, легкосуглинистый, переход постепенный;

ВС_к 170-175 Переходный горизонт, буровато-желтый, супесчаный, уплотненный, зачатки структуры.

Вскипание от 10% НСІ в профиле отмечается на глубине 120 см. Почва по содержанию гумуса характеризуется как слабогумусированная. Реакция почвенного раствора в верхнем горизонте слабокислая, вниз по профилю изменяется до нейтральной.

Разрез 26. Почва - дерново-подзолистая слабодерновая супесчаная:

А₀ 0-5 см Лесная подстилка, обильно пронизан корнями, опад хвои, мох, рыхлый;

А₁ 5-10 см Гумусово-элювиальный горизонт, серый, супесчаный, уплотненный, сухой, комковатая структура, обильно пронизан корнями, переход постепенный;

А₁А₂ 15-25 см Переходный горизонт, белесовато--серый, супесчаный, уплотненный, сухой, зачатки структуры, обильно пронизан корнями, переход постепенный;

А₂ 25-35 Элювиальный горизонт, белесовато-серый, песчаный, уплотненный, увлажненный, зачатки структуры, крупные корни, переход постепенный;

А₂В 35-42 см Белесовато-желтый, песчаный, уплотненный, увлажненный, зачатки структуры, переход постепенный;

В 42-90 см Серовато-желтый, песчаный, уплотненный, влажный, бесструктурный, переход постепенный;

ВС 90- 140 см Буровато-желтый, песчаный, уплотненный, влажный, бесструктурный, переход постепенный;

$C > 140$ см -желтовато-бурый, влажный, бесструктурный, песчаный;

Вскипание от 10% HCl в профиле не отмечается. Почва по содержанию гумуса характеризуется как слабогумусированная. Реакция почвенного раствора в верхнем горизонте слабокислая, вниз по профилю изменяется до слабощелочной.

Разрез 27. Почва - наваянная дерново-подзолистая песчаная. Разрез заложен в естественном лесном массиве.

A_1 0 - 6 см Свежий, темно-серый песчаного гранулометрического состава, бесструктурный, рыхлый, корни, кремнезем, переход постепенный;

A_1A_2 6 - 16 см Свежий светло-серый песчаного гранулометрического состава, бесструктурный, уплотнен, корни, кремнезем, переход ясный;

A_2 16 - 34 см Свежий, серо-белесый, песчаного гранулометрического состава, бесструктурный, плотный, кремнезем, переход ясный;

B 34 - 40 см Свежий, светло-бурый, песчаного гранулометрического состава, бесструктурный, плотный, переход постепенный;

$BC > 40$ см Переход к материнской породе, свежий, бурый, песчаного гранулометрического состава, бесструктурный, уплотнен.

Вскипание от 10% HCl в профиле не отмечается. Почва по содержанию гумуса характеризуется как слабогумусированная. Реакция почвенного раствора в верхнем горизонте слабощелочная, вниз по профилю изменяется до среднещелочной.

Разрез 28. Почва - Наваянная дерново-карбонатная супесчаная. Разрез заложен на увале.

A_d 0 - 6 см Дерновый горизонт. Опад травянистой растительности, коричнево-серый, густо переплетен корнями травянистой растительности, переход в нижележащий горизонт резкий;

$A_{1к}$ 6 - 25 см Сухой темно-серый супесчаного гранулометрического состава, комковатой структуры, уплотнен, корни, карбонаты кальция, переход резкий;

A_1B_k 25 - 39 см Сухой, серо-бурый, супесчаного гранулометрического состава, неоднородный, комковатой и слоистой структуры, уплотнен, корни, карбонаты кальция, переход ясный;

B_k 39 - 68 см Свежий, светло-бурый, песчаного гранулометрического состава, бесструктурный, рыхлый, карбонаты кальция, переход постепенный;

$BC > 68$ см Переход к материнской породе, свежий, бурый, песчаного гранулометрического состава, бесструктурный, рассыпчатый.

Вскипание от 10% HCl в профиле отмечается с глубины 6 см. Почва по содержанию гумуса характеризуется как слабогумусированная. Реакция почвенного раствора в верхнем горизонте слабощелочная, вниз по профилю изменяется до среднещелочной, а в горизонте BC - слабощелочная.

Разрез 29. Почва - Чернозем обыкновенный карбонатный среднемошный слабогумусированный супесчаный. Разрез заложен на бугре.

A_d 0 - 6 см Дерновый горизонт. Опад травянистой растительности, серо-коричневый, густо переплетен корнями травянистой растительности, переход в нижележащий горизонт ясный;

A 6 - 30 см Влажный неоднородный, в нижней части горизонта свежий, темно-серый супесчаного гранулометрического состава, комковатой структуры, уплотнен, корни, в нижней части карбонаты кальция, переход резкий;

AB_k 30 - 55 см Свежий, буро-серый, супесчаного гранулометрического состава, неоднородный, комковатой структуры, плотный, корни, карбонаты кальция, переход ясный;

B_k 55 - 70 см Свежий, светло-бурый, супесчаного гранулометрического состава, комковатый структуры, плотный, карбонаты кальция, переход постепенный;

$BC_k > 70$ см Переход к материнской породе, свежий, бурый, легкосуглинистого гранулометрического состава, комковатой структуры, плотный, карбонаты кальция.

Вскипание от 10% HCl в профиле отмечается с глубины 30 см. Почва по содержанию гумуса характеризуется как слабогумусированная. Реакция

почвенного раствора в верхнем горизонте нейтральная, вниз по профилю изменяется до среднещелочной, в нижней части профиля сильнощелочная.

Разрез 30. Почва – Дерново-подзолистая песчаная. Разрез заложен на увале.

Ад 0 - 5 см Дерновый горизонт. Опад древесной и травянистой растительности, коричневый, средней степени разложения, густо переплетен корнями травянистой растительности, переход в нижележащий горизонт резкий;

А₁ 5 - 11 см Свежий, темно-серый песчаного гранулометрического состава, бесструктурный, рыхлый, корни, переход постепенный;

А₁А₂ - 30 см Свежий, Светло-буро-белесый, песчаного гранулометрического состава, неоднородный, бесструктурный, рыхлый, корни, переход ясный;

А₂ 30 - 45 см Свежий, белесый, песчаного гранулометрического состава, бесструктурный, единичные корни, переход постепенный;

В 45 - 100 см Свежий, светло-бурый, песчаного гранулометрического состава, бесструктурный, рыхлый, единичные корни, переход постепенный;

ВС > 100 см Переход к материнской породе, свежий, бурый, песчаного гранулометрического состава, бесструктурный, рассыпчатый.

Вскипание от 10% НСІ в профиле не отмечается. Содержание гумуса низкое, реакция почвенного раствора близкая к нейтральной, в средней и нижней части профиля изменяется до нейтральной.

Разрез 31. Почва – чернозем выщелоченный среднемоощный малогумусный легкосуглинистый. Разрез заложен на увале.

Ад 0 - 5 см Дерновый горизонт. Опад древесной и травянистой растительности, коричневый, средней степени разложения, густо переплетен корнями травянистой растительности, переход в нижележащий горизонт резкий;

А₁ 5 - 11 см Свежий, темно-серый песчаного гранулометрического состава, бесструктурный, рыхлый, корни, переход постепенный;

А₁А₂ - 30 см Свежий, Светло-буро-белесый, песчаного гранулометрического состава, неоднородный, бесструктурный, рыхлый, корни, переход ясный;

A₂ 30 - 45 см Свежий, белесый, песчаного гранулометрического состава, бесструктурный, единичные корни, переход постепенный;

B 45 - 100 см Свежий, светло-бурый, песчаного гранулометрического состава, бесструктурный, рыхлый, единичные корни, переход постепенный;

BC > 100 см Переход к материнской породе, свежий, бурый, песчаного гранулометрического состава, бесструктурный, рассыпчатый.

Вскипание от 10% HCl в профиле не отмечается. Содержание гумуса низкое, реакция почвенного раствора близкая к нейтральной, в средней и нижней части профиля изменяется до нейтральной.

Сводная таблица гранулометрического состава почвы

№ разреза	Горизонт	Содержание фракций (% от абсолютно-сухой почвы)						
		1,0-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	менее 0,001	Σфрак. < 0,01
1	2	4	5	6	7	8	9	10
P-1	A	82,48	5,84	1,80	1,56	1,88	6,44	9,88
	AB	64,43	23,97	2,12	0,96	1,72	6,80	9,48
	B	78,92	11,72	1,88	1,12	0,84	5,52	7,48
	BC	36,35	48,41	5,12	1,16	1,72	7,24	10,12
P-2	A ₁	30,82	47,74	8,52	1,32	2,56	9,04	12,92
	A ₁ A ₂	32,29	47,47	10,76	1,00	2,04	6,44	9,48
	B	32,56	47,24	11,12	1,20	1,72	6,16	9,08
	A _п	43,36	40,00	7,96	1,52	1,20	5,96	8,68
	B _п	42,22	41,30	5,32	1,24	2,48	7,44	11,16
P-3	A ₁	22,88	40,12	7,24	1,28	1,96	6,52	9,76
	A ₂	46,53	38,47	4,80	1,28	1,60	7,32	10,2
	B	39,64	47,44	3,28	0,60	1,56	7,48	9,64
	BC	39,56	48,24	2,28	0,64	1,60	7,68	9,92
P-4	A ₁	34,14	33,70	13,72	2,12	4,72	11,60	18,44
	B	35,25	21,87	16,40	3,68	5,88	16,92	26,48
	BC	53,80	29,04	5,04	0,76	2,00	9,36	12,12
P-5	A ₁	45,25	31,15	13,56	1,56	1,60	6,88	10,04
	A ₁ A ₂	52,75	27,85	8,00	1,44	1,92	8,04	11,40
	A _п	39,48	39,03	10,04	1,20	2,04	8,20	11,44
	B _п	49,32	33,00	4,48	1,48	2,84	8,88	13,2
P-6	A ₁	51,53	34,47	5,28	0,80	1,68	6,24	8,72
	B _к	35,17	51,95	3,48	0,52	1,76	6,84	9,40
	BC _к	54,94	35,22	2,16	2,56	1,20	5,96	7,68
P-7	A ₁	51,89	27,43	8,24	2,56	2,40	7,48	12,44
	A ₁ A ₂	49,60	26,52	10,12	2,36	2,68	8,72	13,76
	B	50,66	28,98	8,40	3,20	2,32	6,44	11,96
	BC	54,08	28,48	3,24	3,72	2,36	8,12	14,20
P-8	A	37,04	34,68	14,48	3,36	2,00	8,44	13,8
	AB	34,00	35,00	12,88	3,60	3,68	10,84	18,12
	B _к	36,48	35,84	10,08	1,96	4,40	11,24	17,6
P-9	A	35,41	33,27	15,16	3,68	3,12	9,36	16,16
	AB	45,09	23,51	12,96	3,56	4,08	10,80	18,44
	B	44,50	25,94	11,08	2,84	4,36	11,28	18,48
	BC _к	50,68	25,16	6,96	2,24	3,76	11,20	17,20
P-10	A	50,61	30,5	11,60	2,32	1,84	3,12	7,28
	AB	50,01	31,75	7,96	2,48	3,48	4,32	10,28
	B	51,70	27,46	9,96	1,76	3,88	5,24	10,88
	BC _к	55,70	27,46	7,44	1,64	3,56	4,20	9,40
	C _к	4,44	40,68	35,60	4,92	8,76	5,60	19,28
P-11	A	47,56	28,96	13,36	2,44	3,68	4,00	10,12
	AB	45,50	25,94	16,20	3,16	4,44	4,76	12,36
	B _к	38,85	28,99	16,12	3,28	6,28	6,48	16,04
	BC _к	40,84	28,92	14,72	3,00	6,00	6,52	15,52
	C _к	42,81	27,95	14,16	2,60	5,20	7,28	15,08

1	2	4	5	6	7	8	9	10
P-12	A	54,02	22,82	8,28	2,08	2,64	10,16	14,88
	AB	49,22	27,82	6,40	1,92	2,92	11,72	16,56
	B _к	57,32	19,92	6,60	1,64	2,48	12,04	16,16
	BC _к	58,09	20,71	6,08	1,80	2,56	10,76	15,12
P-13	A _к	4,12	29,72	34,92	4,24	8,00	19,00	31,24
	AB _к	49,15	22,93	10,04	2,32	3,80	11,76	17,88
	B _к	35,41	25,83	17,92	2,68	4,16	14,00	20,84
	BC _к	41,61	24,63	11,08	2,96	4,72	15,00	22,68
	C _к	39,84	21,92	17,48	2,44	3,96	14,36	20,76
P-14	A _к	38,83	25,81	14,56	2,96	2,60	15,24	20,80
	AB _к	16,18	47,58	17,48	2,32	6,24	10,20	18,76
	B _к	72,48	18,92	2,40	0,72	1,60	3,88	6,20
	BC _к	61,27	30,77	3,28	0,96	1,00	2,72	4,68
P-15	A _I	48,38	37,74	10,04	1,04	1,08	1,72	3,84
	A _I A ₂	53,97	35,59	5,96	1,04	1,68	1,76	4,48
	A _I II	51,44	39,00	3,84	1,16	1,88	2,68	5,72
	A _I B _{II}	50,42	33,26	10,44	1,40	1,72	2,76	5,88
	B	51,78	33,14	9,92	1,68	1,60	1,88	5,16
	BC	54,87	34,09	5,56	1,84	1,52	2,12	5,48
P-16	A _I	57,19	34,33	3,60	0,88	1,76	2,24	4,88
	A _I A ₂	29,58	42,46	4,40	4,92	5,20	13,44	23,56
	A ₂ B	20,04	17,64	23,88	5,08	7,64	25,72	38,44
	B	21,32	17,92	27,24	4,32	6,08	23,12	33,52
	BC	39,68	28,04	12,80	1,48	3,56	14,44	19,48
P-17	A _I	21,21	35,59	23,96	2,88	4,04	12,32	19,24
	A ₂	26,32	23,12	15,24	2,48	5,84	27,00	35,32
	A ₂ B	22,20	30,40	14,84	2,68	4,92	24,96	32,56
	B	23,27	34,41	17,04	1,52	5,00	18,76	25,28
	BC	22,76	28,32	18,00	4,04	6,52	20,36	30,92
P-18	A _I	27,36	36,44	17,64	1,92	4,00	12,64	18,56
	A ₂	23,22	74,14	0,16	0,16	0,68	1,64	2,48
	A ₂ B	23,90	71,58	0,44	0,60	0,80	2,68	4,08
	B	88,61	2,19	1,60	0,80	2,00	4,80	7,60
	BC	52,75	32,97	4,12	1,16	2,64	6,36	10,16
P-19	A	43,58	37,46	8,72	3,08	3,00	4,16	10,24
	AB	43,56	39,04	10,48	2,04	2,24	2,64	6,92
	B	45,26	51,82	0,16	0,16	0,80	1,80	2,76
	BC _к	50,85	46,83	0,20	0,16	0,40	1,56	2,12
P-20	A _I	51,30	18,14	14,04	2,64	5,80	8,08	16,52
	A _I A ₂	53,98	17,70	12,80	2,96	6,28	6,28	15,52
	B	91,68	5,20	0,92	0,08	0,52	1,60	2,20
	BC	91,03	4,57	1,36	0,36	0,92	1,76	3,04
P-21	A ₀	53,20	36,28	5,44	0,76	1,44	2,88	5,08
	A _I	40,83	49,29	4,72	0,76	1,32	3,08	5,16
	B	43,89	50,27	2,04	0,08	1,28	2,44	3,80
	BC	48,80	44,44	2,04	0,88	1,60	2,24	4,72
	C	53,62	33,66	6,56	0,80	2,20	3,16	6,16

1	2	4	5	6	7	8	9	10
P-22	A _{1к}	46,51	37,93	7,40	2,68	2,52	2,96	8,16
	B _{1к}	52,74	32,02	6,60	2,04	3,08	3,52	8,64
	B _{2к}	56,83	31,77	5,08	1,28	1,92	3,12	6,32
	B _{1к}	50,47	37,21	8,12	0,44	1,40	2,36	4,20
	BC _к	60,40	33,56	2,32	0,40	0,92	2,40	3,72
P-23	A ₁	52,83	32,17	6,78	2,15	1,73	4,18	7,84
	A ₁ A ₂	51,67	37,23	7,97	0,97	1,49	2,74	3,42
	B	59,20	35,46	3,28	1,15	0,68	1,94	3,97
	A _{1п}	54,30	31,78	11,12	0,40	1,12	2,36	2,80
	B ₁	51,23	23,69	11,52	1,44	1,56	2,40	4,56
	BC	59,85	31,55	3,08	0,48	1,72	3,32	5,52
P-24	A	51,73	21,99	9,84	2,00	1,00	13,44	16,44
	B ₁	60,93	19,75	7,36	1,80	0,60	9,56	11,96
	B _{2g}	51,27	30,65	6,48	0,76	2,08	8,76	11,60
	B _{3g}	54,89	31,87	3,16	0,80	0,28	9,00	10,08
	BC _g	56,25	33,48	2,57	0,64	1,15	9,37	9,16
P-25	A ₁ A ₂	49,21	33,87	10,11	1,22	0,23	8,13	9,85
	I	49,76	30,08	10,16	1,36	0,08	8,56	10,00
	II	45,87	33,05	10,20	1,56	1,44	7,88	10,88
	III	47,43	34,81	4,44	0,08	1,24	12,0	13,32
	IV	47,24	26,16	12,00	1,36	1,32	11,92	14,60
	V	53,41	25,07	10,32	1,44	2,04	7,72	11,2
	A	51,44	29,32	3,76	3,32	1,96	10,20	15,48
	AB	45,52	30,72	6,96	2,60	3,60	10,60	16,80
	B _к	5,60	76,36	4,16	1,44	3,08	9,36	13,88
	BC _к	5,30	75,21	4,32	1,61	2,84	9,32	12,96
P-26	A ₁	49,31	23,13	12,48	3,76	3,08	8,24	15,08
	A ₁ A ₂	55,43	21,33	10,32	3,24	2,44	7,24	12,92
	A ₂	56,27	20,78	8,94	3,85	2,94	6,45	12,12
	A ₂ B	57,63	25,25	5,24	2,44	3,52	5,92	11,88
	B	58,75	28,45	3,16	1,76	2,32	5,56	9,64
	BC	69,88	20,20	0,36	0,96	1,36	7,24	9,56
P-27	A ₁	63,37	24,19	3,72	1,24	1,52	5,96	8,72
	A ₁ A ₂	61,96	24,60	10,16	1,40	1,32	0,56	3,28
	A ₂	36,94	39,70	17,64	4,04	1,16	0,52	5,72
	B	88,80	1,60	1,52	0,84	1,48	5,76	8,08
	BC	52,92	37,24	0,32	1,64	1,56	6,32	9,52
P-28	A _{1к}	60,48	21,56	4,72	0,08	3,92	9,24	13,24
	A ₁ B _к	51,31	34,89	5,16	1,24	1,60	5,80	8,64
	B _к	54,92	28,60	4,60	1,52	1,84	8,52	11,88
	BC	62,02	31,06	0,40	0,40	1,32	4,80	6,52
P-29	A	25,96	45,96	15,04	3,04	3,36	6,64	13,04
	AB _к	22,76	44,52	21,12	2,84	2,28	6,48	11,60
	B _к	21,63	44,53	18,44	3,48	4,16	7,76	15,40
	BC _к	25,21	43,59	9,04	2,04	5,36	14,76	22,16
P-30	A ₁	61,71	24,65	5,56	2,92	2,52	2,64	8,08
	A ₁ A ₂	57,31	28,57	7,44	2,44	2,00	2,24	6,68
	A ₂	54,86	33,58	4,36	2,12	2,40	2,68	7,20

Сводная таблица физико-химических свойств почвы

Разрез	Глубина отбора образца, см	Гумус, % ГОСТ 26213-85	РН водная ГОСТ 26423-85
1	2	3	4
P-1	4-11	0,6	6,6
	13-23	0,5	7,2
	40-50	-	7,3
	110-120	-	7,4
P-2	4-10	2,1	7,2
	10-20	1,0	8,2
	25-35	-	8,4
	50-60	-	8,5
	100-110	-	8,6
P-3	4-11	2,7	7,4
	11-20	0	8,5
	20-77	-	8,8
	>77	-	8,9
P-4	3-11	5,1	5,8
	20-30	-	6,3
	50-60	-	8,2
P-5	4-9	2,1	8,1
	9-29	1,0	5,8
	29-59	1,2	6,2
	>59	-	8,0
P-6	3-10	0,1	7,9
	10-78	-	7,8
	>78	-	7,8
P-7	10-20	1,2	6,2
	30-40	2,0	6,6
	60-70	-	7,0
	80-90	-	7,0
P-8	3-31	2,0	6,7
	31-59	0,4	7,3
	> 59	-	8,5
P-9	3-25	3,8	6,7
	25-36	2,5	6,8
	36-52	-	7,7
	> 52	-	8,7
P-10	3-26	5,2	2,4
	26-43	5,4	0,7
	43-82	5,7	-
	82-96	7,7	-
	>96	7,4	-
P-11	0-23	7,4	1,4
	23-33	7,4	1,1
	33-64	7,7	-
	64-83	8,0	-
	>83	8,0	-

1	2	3	4
P-12	7-40	6,4	3,8
	40-67	5,9	1,4
	67-85	7,6	-
	>85	8,0	-
P-13	0-23	7,6	3,1
	23-33	8,3	0,5
	33-69	8,3	-
	69-99	8,7	-
	>99	8,5	-
P-14	4-18	7,7	2,1
	18-29	7,6	1,4
	29-78	7,9	-
	>78	8,1	-
P-15	8-37	8,1	0,4
	37-56	7,7	0,6
	56-71	7,3	-
	71-93	7,2	-
	93-119	7,3	-
	>119	7,3	-
P-16	5-18	5,9	2,7
	18-28	6,0	1,5
	29-49	6,0	-
	49-96	5,9	-
	>96	5,7	-
P-17	9-13	3,9	2,5
	13-21	3,9	0,6
	21-40	4,4	-
	40-67	4,4	-
	>67	4,9	-
P-18	4-9	4,0	0,6
	9-19	6,8	0,3
	19-36	7,9	-
	36-128	8,3	-
	>128	7,9	-
P-19	5-41	4,8	3,8
	41-66	4,9	1,2
	66-93	4,6	-
	>93	4,6	-
P-20	10-31	4,4	0,4
	31-52	5,0	-
	52-99	6,0	-
	99	6,5	-
P-21	5-14	7,3	0,2
	14-38	7,8	0,2
	38-136	7,9	-
	>136	8,0	-
P-22	2-8	4,7	1,0
	8-13	5,4	0,8

1	2	3	4
	13-91	5,8	-
	91-99	6,2	2,8
	>99	6,4	1,1
P-23	3-23	2,2	7,5
	23-44	1,4	7,4
	44-60	0,2	7,0
	60-81	4,1	5,0
	81-100	2,1	5,7
	110	0,6	5,8
P-24	5-15	3,2	4,2
	15-30	0,1	4,8
	30-70	0,5	7,2
	70-110	0,2	7,7
	110-150	-	-
P-25	5-22	5,7	0,8
	22-35	8,0	0,6
	35-45	8,7	-
	45-65	8,8	-
	65-75	8,8	-
	75-85	8,7	-
	85-120	8,6	-
	120-135	8,7	-
	135-170	8,7	-
	170-175	8,5	-
P-26	5-10	3,2	4,2
	15-25	0,1	4,8
	25-35	0,5	7,2
	35-42	0,2	7,7
	42-90	0,8	7,5
	90-140	0,4	7,3
	>140	0,1	7,3
P-27	0-6	1,1	4,7
	6-16	2,3	4,4
	16-34	0,8	4,6
	34-40	0,4	4,6
	> 40	0,1	4,5
P-28	6-25	5,4	0,7
	25-39	7,3	0,8
	39-68	8,3	-
	> 68	8,3	-
P-29	6-30	6,5	3,4
	30-55	6,6	4,2
	55-70	7,1	3,7
	> 70	8,5	-
P-30	5-11	5,6	1,2
	12-30	5,7	2,3
	30-45	6,5	0,3
	45-100	6,5	-

1	2	3	4
	> 100	6,7	-
P-31	0-10	5,2	7,2
	30-40	1,6	7,3
	50-06	0,8	7,5
	80-90	0,6	8,7
	140-150	-	8,6

Таксационная характеристика заложенных пробных площадей

№ ПП	Порода	Возраст, лет	Густота, шт/га	Средние		Класс бонитета	Полнота		Запас, м ³ /га	
				диаметр, см	высота, м		абсолютная, м ² /га	относительная	растущий	сухос- тоя
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	С	13	3029	8,9	7,0	Ia	18,87	0,82	73	0
2	С	20	2256	12,1	8,6	I	25,88	1,02	111	0
3	С	5	3460	2,07±0,07	1,08±0,05	-	-	-	-	-
4	С	19	2532	13,5	9,6	Ia	36,57	1,37	171	0
5	С	15	1150	10,7	8,6	Ia	10,33	0,4	46	0
6	С	7	3340	2,5±0,01	2,0±0,03	-	-	-	-	-
7	С	22	3162	11,9	9,0	I	35,06	1,36	157	0
8	С	8	2800	4,3±0,01	3,3±0,01	III	4,74	-	-	-
9	С	22	2000	11,8	9,0	I	22,02	0,85	101	0
10	С	5	3400	2,09	1,5±0,02	-	-	-	-	-
11	С	22	2740	14,4	13,9	Ia	43,93	1,37	283	5
12	С	12	2897	9,5	6,0	Ia	20,49	0,94	77	0
13	С	19	2240	13,4	8,8	Ia	31,36	1,16	147	
14	С	5	2650	1,72±0,1	1,2±0,03	-	-	-	-	-
15	С	26	2690	14,8	15,0	Ia	46,2	1,39	322	2
16	С	24	1484	18,1	15,3	Iб	37,8	1,12	267	0
17	С	12	2718	8,4	7,1	Ia	15,1	0,65	57	0
18	С	12	918	9,6	5,7	I	6,5	0,3	20	0
19	С	23	1300	15,8	12,5	Ia	25,6	0,85	153	0
20	С	24	1892	15,4	14,3	Ia	35,0	1,08	231	0
21	С	16	5465	9,8	8,1	Ia	40,7	1,65	172	0
22	С	10	5888	6,1	4,6	I	17,18	0,9	52	0
23	С	24	10533	8,7	11,0	I	63,2	2,23	351	9
24	С	24	4240	11,0	12,0	Ia	39,9	1,35	236	6
25	С	14	2762	7,1	5,7	I	11,05	0,52	37	0
26	С	23	3730	11,5	11,7	I	39,0	1,33	226	12
27	С	25	3849	12,2	12,0	Ia	45,2	1,5	298	7
28	С	25	3220	15,4	17,0	Iб	59,69	1,85	465	5
29	С	28	6481	10,2	13,1	Ia	52,7	1,7	325	4
30	С	30	5466	10,6	10,0	II	48,9	1,8	270	13
31	С	17	1702	12,5	9,6	Ia	20,9	0,79	102	0
32	С	26	4345	10,0	11,6	I	34,0	1,17	197	6
33	С	13	1756	12,5	7,9	Ia	21,7	0,89	88	0
34	С	17	2034	11,1	8,7	Ia	21,8	0,86	97	0
35	С	21	6860	10,2	10,5	Ia	55,2	1,99	306	5
36	С	40	1981	17,7	17,4	I	46,8	1,30	372	12
37	С	60	850	24,0	24,5	Ia	38,6	1,57	406	6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
38	С	24	1438	13,5	13,7	Ia	20,47	0,67	126	0
39	С	30	2250	11,1	14,5	Ia	22,0	0,67	148	0
	Л		700	9,0	12,7	I	4,5	0,15	28	0
	Общ.		2950	-	-	-	26,5	-	176	1
40	С	20	4275	10,5	8,5	I	37,0	1,47	166	0
41	С	20	4190	9,1	9,1	I	27,2	1,05	130	0
42	С	10	3020	4,6±0,05	2,2±0,01	III	-	-	-	-
43	С	9	3408	2,8±0,01	2,3±0,01	III	-	-	-	-
44	С	23	3554	11,3	11,7	Ia	35,7	1,22	206	4
45	С	24	3054	12,8	13,7	Ia	39,5	1,25	255	6
46	С	28	4514	12,7	13,0	Ia	56,87	1,84	334	3
47	С	28	5920	9,3	12,0	I	39,7	1,34	224	1
48	С	28	4015	9,4	12,1	I	28,6	0,96	169	3
49	С	28	2056	16,5	14,5	Ia	43,70	1,34	292	1
50	С	28	1551	16,8	14,6	Ia	34,20	1,04	228	0
51	С	26	1720	17,2	14,6	Ia	40,00	1,22	268	0
52	С	24	1869	12,4	12,0	Ia	22,56	0,76	131	1
53	С	26	3184	9,6	12,2	Ia	23,5	0,79	145	1
54	С	28	2204	15,3	14,4	Ia	40,34	1,24	268	2
55	С	26	2854	11,7	12,8	Ia	30,68	1,09	205	0
56	С	26	2980	8,0	10,4	I	15,34	0,56	84	0
57	С	29	3647	11,8	13,1	Ia	40,3	1,3	258	5
58	С	31	5424	9,5	11,0	II	38,3	1,35	216	0
59	С	25	2000	15,4	14,4	Ia	37,1	1,14	244	6
60	С	26	3500	11,2	11,7	I	34,2	1,17	196	4
61	С	26	3546	10,7	11,4	I	31,8	1,1	182	5
62	С	27	3030	12,7	12,2	I	38,2	1,28	22	14
63	С	26	2144	12,7	12,1	I	27,3	1,00	159	15
64	С	26	3376	11,0	11,5	I	32,1	1,11	185	5
65	Т	32	768	22,3	22,6	Ia	32,22	0,98	360	12
66	Т	28	1164	21,6	21,4	Ia	65,09	2,03	510	12
67	С	20	2531	12,7	10,8	Ia	31,92	1,13	168	3
68	С	11	2266	7,2	4,7	I	9,3	-	19	0
69	С	21	1877	14,5	11,1	Ia	31,1	1,1	163	0
70	С	11	1080	6,5±0,06	4,4±0,05	Ia	-	-	-	-
	Л		810	2,7±0,03	3,6±0,07	III	-	-	-	-
	Общ.		1890	-	-	-	-	-	-	-
71	С	7	651	2,2±0,03	1,79±0,02	-	-	-	-	-
72	С	7	1001	2,3±0,01	1,78±0,02	-	-	-	-	-
73	С	7	2450	2,5±0,01	2,6±0,01	-	-	-	-	-
74	С	7	1940	2,5±0,01	2,31±0,01	-	-	-	-	-
75	С	31	3206	13,2	14,1	Ia	41,9	1,3	275	15

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
76	С	8	2650	3,5±0,01	3,02±0,01	-	-	-	-	-
77	С	26	2938	13,3	13,7	Ia	40,7	1,3	265	7
78	С	15	4100	8,9	8,4	Ia	26,06	1,04	116	0
82	С	31	3702	10,6	12,6	I	39,15	1,29	251	7
83	С	35	2952	15,3	15,8	Ia	54,0	1,6	396	53
84	С	64	869	26,0	24,4	Ia	45,4	1,0	468	12
85	С	7	690	1,72±0,03	1,46±0,02	-	-	-	-	-
86	С	7	1238	2,34±0,04	1,78±0,02	-	-	-	-	-
87	С	8	1699	5,0±0,02	3,36±0,01	-	-	-	-	-
88*	С	76	977	26,3	24,8	I	53,2	1,2	555	5
89*	С	72	696	28,3	25,8	Ia	43,7	1,0	470	13
91	С	31	1244	20,5	22,1	Iб	41,18	1,0	401	22
92	С	7	2900	2,2±0,01	1,92±0,01	-	-	-	-	-
93	С	36	2160	14,6	17,2	Ia	35,9	1,0	281	18
	Л		1043	11,6	15,6	I	10,5	0,31	91	2
	Общ.		3203	-	-	-	-	1,3	-	-
94	С	28	2353	16,5	16,0	Ia	50,4	1,47	375	6
95	С	33	3566	13,2	12,4	II	48,7	1,62	288	37
96	С	28	1670	13,3	14,1	Ia	23,14	0,72	147	5
97	Б	28	1228	18,5	23,4	Iб	32,8	1,26	348	0

* - естественные насаждения

Таблица объемов модельных деревьев

№ ПП	Почва (категория лесопригодности)	A	D	H	V в возр	Z тек	Zср.
1	2	3	4	5	6	7	8
ПП-23	Погребенная светло-серая лесная супесчаная (I)	3	1,8	2,8	0,0003	-	0,002
		6	3,6	3,8	0,002	0,001	
		9	5,1	4,2	0,004	0,002	
		12	6,45	8,5	0,013	0,009	
		15	7,7	9,8	0,021	0,008	
		18	8,45	10,2	0,027	0,005	
		21	9,5	11,2	0,037	0,010	
		24	10,3	11,5	0,045	0,008	
ПП-24		3	1,6	1,8	0,0002	-	0,004
		6	3,3	3,7	0,001	0,001	
		9	5,85	5,3	0,007	0,005	
		12	8,35	6,9	0,018	0,011	
		15	10,35	7,7	0,030	0,013	
		18	11,5	9,6	0,047	0,016	
		21	12,9	11,2	0,069	0,022	
		24	13,85	12	0,085	0,016	
ПП-91	Аллювиально-дерновая слоистая связно-песчаная (I)	3	5,0	4,2	0,004	-	0,013
		6	8,0	6,6	0,016	0,012	
		9	9,8	9,2	0,033	0,017	
		12	12,2	10,9	0,060	0,027	
		15	13,8	12,7	0,089	0,029	
		18	15,8	15,3	0,141	0,052	
		21	17,8	17,1	0,200	0,059	
		24	19,4	19	0,264	0,064	
		27	21,8	20	0,351	0,087	
30	22,6	20,5	0,387	0,036			
ПП-82	Подзолистая неглубокоподзолистая супесчаная (I)	3	4,1	2,8	0,002	-	0,005
		6	6,1	4,3	0,006	0,004	
		9	8,2	6,3	0,016	0,010	
		12	9,4	7,9	0,026	0,010	
		15	10,4	9,7	0,039	0,013	
		18	11,8	11,2	0,058	0,019	
		21	13,2	12,6	0,081	0,023	
		24	14,2	14	0,104	0,023	
		27	16	15,3	0,145	0,040	
30	16,6	15,62	0,159	0,014			
ПП-67	Чернозем выщелоченный малогумусный супесчаный (I)	3	2,0	1,4	0,0002	-	0,004
		6	4,4	2,2	0,002	0,001	
		9	7,0	5,8	0,010	0,009	
		12	9,9	7,5	0,027	0,017	
		15	12,2	9,5	0,052	0,025	
		18	13,2	10,8	0,070	0,017	
		21	13,8	11,58	0,081	0,012	
ПП-83	Погребенная светло-серая лесная супесчаная (I)	3	2,6	1,3	0,0003	-	0,006
		6	5,0	3,0	0,003	0,0025	

1	2	3	4	5	6	7	8
		9	8,0	4,9	0,012	0,009	
		12	10,6	6,6	0,027	0,016	
		15	11,8	8,2	0,042	0,015	
		18	12,8	9,6	0,058	0,016	
		21	14,4	11,2	0,086	0,028	
		24	15,0	12,4	0,103	0,017	
		27	16,0	13,9	0,131	0,028	
		30	17,0	15,8	0,169	0,037	
		33	18,2	16,25	0,199	0,030	
ПП-88	Аллювиальная дерново-подзолистая (I)	5	3,2	2,7	0,001	-	0,008
		10	4,8	4,4	0,004	0,003	
		15	6,8	6,8	0,011	0,007	
		20	8,0	8,9	0,020	0,009	
		25	10,2	11,4	0,041	0,022	
		30	12,4	13,2	0,071	0,029	
		35	14,8	14,5	0,111	0,040	
		40	16,2	15,8	0,145	0,034	
		45	17,6	16,9	0,183	0,038	
		50	19,0	18,6	0,234	0,052	
		55	20,2	19,8	0,282	0,048	
		60	22,4	20,6	0,361	0,079	
		65	24,4	21,4	0,445	0,084	
		70	25,8	22,2	0,516	0,071	
75	27,4	22,8	0,597	0,082			
ПП-94	Темно серая лесная супесчаная (I)	3	3,7	2,9	0,001	-	0,006
		6	5,8	5,8	0,007	0,006	
		9	8,65	9,5	0,026	0,019	
		12	10,75	11,8	0,050	0,024	
		15	12,5	12,9	0,074	0,024	
		18	14,05	13,5	0,098	0,024	
		21	15,35	14,4	0,125	0,027	
ПП-77	Серая лесная легкосуглинистая (I)	3	3,6	2,3	0,001	-	0,009
		6	4,6	4,5	0,004	0,002	
		9	8,0	6,6	0,016	0,012	
		12	11,0	9,5	0,042	0,027	
		15	13,0	11,7	0,073	0,031	
		18	16,4	13,5	0,134	0,061	
21	19,0	13,84	0,185	0,050			
ПП-89	Дерново-подзолистая песчаная (I)	5	7,6	6,9	0,015	-	0,007
		10	8,4	9,3	0,024	0,010	
		15	10,2	11,8	0,045	0,021	
		20	11,8	14,4	0,074	0,029	
		25	12,4	15,8	0,090	0,016	
		30	13,6	17,8	0,122	0,032	
		35	14,4	18,9	0,145	0,023	
		40	16,0	20,3	0,192	0,047	
		45	17,4	20,9	0,234	0,042	
50	19,0	22,3	0,297	0,064			

1	2	3	4	5	6	7	8
		55	19,6	23,4	0,332	0,035	
		60	21	24,3	0,396	0,064	
		65	22,2	25	0,455	0,059	
		70	23,6	25,5	0,525	0,070	
(ПП-39) (сосна)	Дерново-подзолистая слабодерновая супесчаная (I)	3	2,2	1,03	0,0002	-	0,003
		6	2,7	2,15	0,001	0,0004	
		9	3,6	4,27	0,002	0,001	
		12	4,2	4,99	0,003	0,001	
		15	5,1	6,2	0,006	0,003	
		18	7,2	7,47	0,014	0,008	
		21	10,3	8,4	0,033	0,019	
		24	11,8	8,88	0,046	0,013	
		27	13,3	9,61	0,063	0,017	
		30	14,7	10,87	0,087	0,024	
		33	15,4	11,53	0,101	0,014	
36	15,98	12,69	0,120	0,019			
(ПП-39) (лиственница)	Дерново-подзолистая слабодерновая супесчаная (I)	3	2,15	1,52	0,0003	-	0,002
		6	3,3	2,13	0,001	0,0006	
		9	4,85	3,12	0,003	0,002	
		12	5,7	5,32	0,006	0,004	
		15	6,95	7,83	0,014	0,008	
		18	8,2	8,8	0,022	0,008	
		21	9,8	9,8	0,035	0,013	
		24	11,2	10,35	0,048	0,013	
		27	11,6	10,6	0,053	0,005	
		30	12,2	10,93	0,060	0,007	
		33	12,7	11,24	0,067	0,007	
36	13,25	11,67	0,076	0,009			
ПП-69	Дерново-карбонатная супесчаная (III)	3	1	1,3	0,0001	-	0,003
		6	4,1	2,3	0,001	0,001	
		9	5,6	3,8	0,004	0,003	
		12	7,4	5,7	0,012	0,007	
		15	9,2	7,4	0,023	0,012	
		18	10	9,3	0,034	0,011	
		21	11,8	11,48	0,059	0,025	
ПП-34	Дерново-карбонатная супесчаная (II)	3	1,7	1,95	0,0002	-	0,004
		6	5,75	4,3	0,005	0,005	
		9	7,85	6,2	0,014	0,009	
		12	9,45	8,95	0,030	0,015	
		15	10,7	11,2	0,047	0,018	
		18	12,4	11,9	0,068	0,020	
ПП-84	Дерново-карбонатная среднемощная (навеянная) и погребенная почва (чернозем обыкновенный) (II)	5	4,6	4,3	0,003	-	0,013
		10	8,8	5,9	0,016	0,013	
		15	12,2	8,3	0,043	0,027	
		20	15,0	10,3	0,081	0,038	
		25	17,0	14,4	0,145	0,064	
		30	22,4	17,1	0,299	0,154	
		35	27,0	19,5	0,496	0,197	

Окончание приложения 5

1	2	3	4	5	6	7	8
		40	27,6	20,6	0,547	0,052	
		45	29,0	22,3	0,654	0,107	
		50	29,4	23,5	0,709	0,054	
		55	29,8	23,65	0,733	0,024	
		60	30,2	23,75	0,756	0,023	