МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Сибирский государственный университет науки и технологий имени
академика М.Ф. Решетнева»

На правах рукописи

СВАЛОВА АННА ИГОРЕВНА

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ПРОИЗРАСТАНИЯ НА РОСТ СОСНЫ КЕДРОВОЙ СИБИРСКОЙ РАЗНОГО ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ (ПРИГОРОДНАЯ ЗОНА КРАСНОЯРСКА)

06.03.01 – Лесные культуры, селекция, семеноводство

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени кандидата
сельскохозяйственных наук

Научный руководитель:
доктор сельскохозяйственных
наук, профессор
Братилова Наталья Петровна

Красноярск - 2022

ОГЛАВЛЕНИЕ

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ 4
1 СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ 9
1.1 Рост кедровых сосен при разной освещенности 9
1.2 Географические культуры кедровых сосен 15
1.3 Создание кедровых культур 18
2 ОБЪЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ 21
3 ПРОГРАММА И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ 33
4 ОЦЕНКА ПОДПОЛОГОВЫХ КУЛЬТУР УЧАСТКА «МАЙДАТ» 38
Выводы по главе 49
5 ОЦЕНКА РОСТА СОСНЫ КЕДРОВОЙ СИБИРСКОЙ В ПОДПОЛОГОВЫХ КУЛЬТУРАХ УЧАСТКА «ГОРНЫЙ-1» 50
5.1 Оценка роста культур сосны кедровой сибирской разного географического происхождения 52
5.2 Оценка роста подпологовых культур сосны кедровой сибирской при разной полноте на участке «Горный-1» 73
5.3 Отбор быстрорастущих экземпляров 78
5.4 Выводы по главе 84
6 ОЦЕНКА НАСАЖДЕНИЙ СОСНЫ КЕДРОВОЙ СИБИРСКОЙ В ДЕНДРАРИИ СИБГУ ИМ. М.Ф. РЕШЕТНЕВА 85
6.1 Рост сосны кедровой сибирской в подпологовых культурах 85
6.2 Рост сосны кедровой сибирской на открытом месте дендрария 95
6.3 Выводы по главе 103
ЗАКЛЮЧЕНИЕ 105
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ 107
ПРИЛОЖЕНИЯ 124
Приложение А Приросты в высоту деревьев-лидеров на участке 124

«Горный-1» в 2012 г.

Приложение Б - Биометрические показатели сосны кедровой сибирской на участке «Горный-1» в 2016 г. 130

Приложение В - Биометрические показатели сосны кедровой сибирской разного географического происхождения на участке Дендрарий под пологом леса 159

Приложение Г - Биометрические показатели сосны кедровой сибирской на участке «Майдат» 164

Приложение Д - Фитомасса модельных деревьев сосны кедровой сибирской 168

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Изучению географической изменчивости древесных растений способствует создание искусственных насаждений посадочным материалом, выращенным из семян, собранных в разных пунктах ареала изучаемого вида. Проведение оценки роста инорайонных климатипов в географических посадках позволяет выделить перспективные группы растений вида для создания быстрорастущих и продуктивных культур в конкретных условиях произрастания.

Подбор оптимальных условий выращивания лесных культур (с учетом их освещенности) с сочетанием использования ценного в селекционном отношении посадочного материала дает возможность спрогнозировать увеличение продуктивности и экологической эффективности создаваемых искусственных насаждений.

В настоящее время проблема отбора перспективных климатипов и экземпляров сосны кедровой сибирской (*pinus sibirica* Du Tour) для сбора семян и выращивания высокопродуктивных культур под пологом леса и на открытом месте остается недостаточно изученной.

Степень разработанности проблемы. В пригородной зоне Красноярска с середины XX века под руководством сотрудников кафедры лесных культур Сибирского технологического института (в настоящее время кафедра селекции и озеленения СибГУ им. М.Ф. Решетнева) созданы многочисленные искусственные посадки кедровых сосен. Результаты исследований их роста, семеношения, формирования фитомассы, генетических характеристик отселектированных экземпляров кедровых сосен нашли отражение в работах Р. Н. Матвеевой и др. [75-76], В.А. Усольцева и др. [130], Н. П. Братиловой и др. [13-16], А. М. Пастуховой и др. [94], Ю. Е. Щерба и др. [147] и др.

Оставались неизученными вопросы, касающиеся особенностей роста сосны кедровой сибирской разного географического происхождения в

зависимости от способов их создания и условий произрастания. Для их решения проведена оценка роста культур, созданных на объектах «Майдат», «Горный-1», в дендрарии СибГУ им. М. Ф. Решетнева, созданных под руководством доц. О. П. Олисовой.

Цель работы заключается в выявлении особенностей роста и сохранности сосны кедровой сибирской разной географической принадлежности в искусственных насаждениях пригородной зоны Красноярска при разных способах их посадки и условий выращивания, проведении отбора быстрорастущих климатипов и экземпляров.

Задачи исследований

1. Провести оценку сохранности и роста сосны кедровой сибирской при создании культур гнездовым способом рядами в плужные борозды и в центры площадок.

2. Изучить изменчивость роста сосны кедровой сибирской под пологом леса в зависимости от географического происхождения посадочного материала.

3. Оценить влияние на рост сосны кедровой сибирской условий выращивания культур (под пологом леса с разной полнотой и сомкнутостью крон, на склонах северной и южной экспозиций и на открытом месте).

Научная новизна. Впервые установлены особенности роста кедровой сибирской разного географического происхождения в подпологовых культурах, созданных на склонах разной экспозиции в пригородной зоне Красноярска; установлено влияние способа гнездовой посадки (в дно плужных борозд и в центры площадок) на сохранность и рост кедровых культур.

Теоретическая и практическая значимость работы. Проведен массовый отбор перспективных климатипов сосны кедровой сибирской, первый этап индивидуального отбора быстрорастущих экземпляров для дальнейшего размножения и создания высокопродуктивных культур в пригородной зоне Красноярска. Разработаны практические рекомендации для

лесовосстановления по подбору посадочного материала сосны кедровой сибирской, оптимизации условий выращивания и проведению уходов в подпологовых культурах.

Методология и методы исследования. Изучены показатели роста, формирования надземной фитомассы семенных потомств сосны кедровой сибирской разного географического происхождения в зависимости от условий выращивания.

Обследование и исследование искусственных кедровых насаждений проведено по традиционным методикам А. А. Молчанова, В. В. Смирнова [81], В. В. Огиевского, А. А. Хирова [87], А. Р. Родина, М. Д. Мерзленко [109]. Для оценки конкуренции деревьев в группах дополнительно определяли модицифицированный селекционный коэффициент. Углеродоёмкость вычисляли по методике В. А. Алексеева и др. [129].

Статистическая обработка результатов выполнена с применением программы Microsoft Excel. Уровень изменчивости признаков определяли по С. А. Мамаеву [68]. Регрессионный анализ проводился в программе Curve Expert 1.3.

Положения, выносимые на защиту:

1**.** Способ посадки (гнездовые, созданные рядами в дно плужных борозд и в центры площадок) оказывает влияние на сохранность и интенсивность роста культур сосны кедровой сибирской.

2. Интенсивность роста потомств сосны кедровой сибирской зависит от географической принадлежности материнских насаждений. Быстрым ростом в пригородной зоне Красноярска отличаются деревья тувинского и читинского происхождения, замедленным - потомство бурятского климатипа.

3. На интенсивность роста сосны кедровой сибирской оказывают влияние условия выращивания, в частности, освещенность и экспозиция склона.

Степень достоверности и апробации результатов. Достоверность результатов исследований подтверждается объемом экспериментального

материала, полученным за восьмилетний период наблюдений (с 2012 по 2020 гг.) за тремя объектами искусственных насаждений кедровых сосен в пригородной зоне Красноярска.

Результаты исследований апробированы на Международных конференциях «Экология Южной Сибири и сопредельных территорий» (Абакан, 2012), «Плодоводство, семеноводство, интродукция древесных растений» (Красноярск, 2016-2020 гг.), AGRITECH-III-2020: Agribusiness, Environmental Engineering and Biotechnologies (Красноярск, 2020), Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Лесной и химический комплексы – проблемы и решения» (Красноярск, 2019-2021).

Исследования проводились с участием в проектах «Исследования динамики биоразнообразия и воспроизводства экосистем в условиях Сибири» (2013-2016 гг.), в рамках базовой части государственного задания в сфере научной деятельности, проводимого Министерством образования и науки РФ, а также по теме FEFE-2020-0014 «Фундаментальные основы защиты лесов от энтомо- и фитовредителей в Сибири».

Личный вклад. Автор принимала непосредственное участие в сборе полевого материала, статистической обработке и анализе полученных данных; написании диссертации, формулировке заключения и составлении практических рекомендаций.

Автор выражает благодарность доц. А. Г. Лузганову в оказании помощи при сборе полевого материала в труднодоступных культурах сосны кедровой сибирской.

Структура и объем научной квалификационной работы. Диссертация состоит из введения, 6 глав, заключения и приложений. Текстовая часть содержит 39 таблиц, 42 рисунка. Список использованных источников включает 157 наименований. Работа изложена на 169 страницах, содержит приложения на 45 страницах.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 12 научных статей, в том числе 4 в рецензируемых журналах (по списку ВАК).

1 СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ

Вопросы создания культур пятихвойных сосен нашли отражение в работах многих исследователей [16, 23, 65, 72, 93, 118, 124, 138, 141 и др.].

Учитывая длительный период онтогенеза кедровых сосен (сибирской, корейской, европейской), их неоценимое экологическое воздействие на окружающую среду, высокую ценность кедрового ореха [5, 27, 32, 36, 46, 73, 104, 128], становится понятной целесообразность создания искусственных кедровых насаждений различной целевой направленности.

Пристальное внимание уделялось учеными и практиками выращиванию кедровых сосен, как в различных районах их ареалов, так и за их пределами [4, 18, 22, 24, 33, 37, 105, 134, 136, 153]. Большое количество работ посвящено созданию кедровых культур на территории Сибири [20, 23, 42, 56, 50, 55, 58, 65, 66, 74, 88, 101, 116], Урала [57, 114, 124, 125, 138, 139], Горного Алтая [41, 89], Московской области [17, 33] и других регионов России [3, 16, 22, 25, 38, 45, 48, 52, 146].

Одним из важнейших факторов, влияющих на рост и развитие растений, является освещенность [2]. А. Р. Родин [108] отмечал, что с повышением освещенности возрастает температура и влажность верхнего слоя почвы, что влечет за собой увеличение интенсивности роста растений. По его мнению, изменение освещенности крон деревьев оказывает большое влияние на формирование фитомассы растений.

По отношению древесных пород к свету разработаны шкалы светолюбия [84].

1.1 Рост кедровых сосен при разной освещенности

П. А. Феклистов, А. Н. Соболев [133] изучили световой режим под древесным пологом разного состава. Авторы обнаружили, что в верхнем пологе древостоев освещенность в районе Соловецких островов составляет

57-67 тыс. люкс. Освещенность под пологом отличается большим варьированием, ее наименьшие значения отмечаются у стволов деревьев, а наибольшие – в промежутках между деревьями. Наименьшая освещенность прослеживается в ельниках черничных: в «окнах» - 1,8-2,0 тыс. люкс, у стволов в среднем 800 люкс. В березняке разнотравном эти значения составляют 6-7 тыс. люкс и 3 тыс. люкс, соответственно. В осиннике черничном освещенность в промежутках между деревьями равна 9-10 тыс. люкс, у стволов 6,5 тыс. люкс. Наибольшая освещенность отмечается под пологом сосняка разнотравного (у стволов деревьев 15 тыс. люкс).

Световой режим в большой степени зависит от их географического положения, экспозиции и крутизны склона (в северном полушарии большие значения освещенности наблюдаются на южных и крутых склонах) [2]. Л. П. Рысин [113] отмечал мозаичность освещенности под древесным пологом.

Выявлены минимальные значения освещенности, необходимые для роста и развития сосны кедровой сибирской - от 1-3 % освещенности открытого пространства в возрасте одного-двух лет (0,5-1 тыс. люкс) до 31 % и более (7 тыс. люкс и выше) для растений старше 15 лет [97].

Большая теневыносливость сосны кедровой сибирской отмечалась учеными в первые годы жизни, но потребность в освещенности увеличивалась с возрастом [32, 96, 117]. С увеличением возраста потребность сосны кедровой сибирской в освещении возрастает с одно-двухлетнего до 15-летнего возраста около 15 раз [118].

В. М. Леманом [60] изучено влияние на рост всходов сосны кедровой сибирской непрерывного освещения (при освещенности от 500 до 1500 люкс). Он установил превышение роста, увеличение размеров семядолей и появление длинной пучковой хвои у непрерывно освещенных сеянцев на 80-100% по сравнению с контролем. При искусственном 24-часовом фотопериоде могут образовываться два-три прироста у ряда однолетних сеянцев в период вегетации [71].

Для благоприятного роста и развития кедровой сосны корейской до пятилетнего возраста наиболее оптимальной будет освещенность от 40 до 60 %, в возрасте 6-10 лет оптимальная освещенность увеличивается на 10-15 %, а начиная с 11-летнего возраста, растения отличаются лучшим ростом при освещении, близком к полному. Минимальная относительная освещенность до пяти лет составляет всего 5-10 % от полной освещенности, в последующие пять лет - 12-20 %, в возрасте 11-15 лет - 20-30 %, а в более старшем возрасте - более 30 % [52].

В. В. Протопопов [99] обнаружил, что сеянцы кедровой сосны сибирской, выращенные под марлевым навесом, отстают в росте от сеянцев, растущих без затенения. Выявлено, что сосна кедровая сибирская в возрасте от 2 до 12 лет снижала формирование боковых ветвей, интенсивность приростов по диаметру и накопление массы хвои при уменьшении освещенности [150]. При десятикратном уменьшении освещенности прирост по массе снижается примерно в 2 раза [49]. Величина древесного прироста у изучаемых видов находится в прямой зависимости от освещенности крон деревьев [69]. Выявлен меньший в 4,2 раза рост 14-летних подпологовых культур сосны кедровой сибирской в лесостепном Приобье по сравнению с культурами, растущими при полной освещенности [23]. С понижением освещенности увеличивается концентрация зеленых и желтых пигментов в хвое кедра сибирского [150].

С. А. Терехова и др. [123], описывая доминирующее положение сосны кедровой сибирской в древостоях, считают, что это происходит из-за нескольких факторов: длительного периода онтогенеза, широкой экологической амплитуде к условиям климата и почвы, высокой теневыносливости в молодые годы.

Н. В. Никитина и др. [84] подчеркивают высокий потенциал возобновления кедрового подроста в разных типах леса в юго-западной части Якутии, особенно под пологом древостоев с участием кедра сибирского в составе не менее трех единиц. Н. М. Дебков, В. С. Панёвин [30, 31]

обнаружили высокую связь между полнотой древостоя, количеством и возрастом кедрового подроста. Они отмечали, что развитие кедрового подроста зависит от структуры верхнего полога.

И. А. Бех [10] писал, что меньшая продолжительность жизни и длина хвои на открытом месте компенсируется ее большей массой (в 3-4 раза), чем в затенении березой. А. М. Данченко, И. А. Бех [27] отмечали, что различия в росте кедрового подроста под пологом разных древесных пород до 5-10 лет незначительны, а с увеличением возраста разница по сохранности и росту заметно увеличивается. Так, в высокополнотных зеленомошных кедровниках, ельниках и пихтачах к 30-летнему возрасту сохраняется не более 5 % подроста; в сосняках, березняках и осинниках – 15-30 %.

А. Н. Панов [92] пришел к выводу о высокой пластичности и адаптационной способности подроста сосны кедровой сибирской к изменяющимся условиям произрастания.

М. Н. Казанцева и др. [45] отразили в своей работе рост подпологовых культур на территории дендрария Сибирской лесной опытной станции Тюмени.

Л. А. Белов и др. [6] изучали переформирование производных березняков в коренные кедровники на территории подзоны южной тайги Урала. Авторы считают, что верхний полог березы в первые годы после посадки кедровых культур снижает необходимость в проведении агротехнических уходов. Когда кроны сосны кедровой сибирской сомкнутся, следует удалить затеняющие их лиственные деревья.

П. М. Ермоленко и др. [34] пришли к выводу о возможности создания кедровых культур под пологом лиственных древостоев в черневом поясе Западного Саяна.

А. И. Иванов и др. [38] считают подпологовые культуры сосны кедровой корейской на территории южной части Дальнего Востока более предпочтительными в сравнении с их высаживанием на открытом месте при условии своевременного проведения лесоводственных уходов. По их

данным, размеры приростов в высоту и по диаметру зависят от абсолютной полноты древесного полога. В первые годы после создания подпологовых культур прирост по диаметру составлял около одного сантиметра, впоследствии при отсутствии лесоводственных уходов прирост снижался в два раза. В. И. Полетаев (приведено по Иванову и др.) указывал на лучший рост и сохранность культур сосны кедровой корейской под пологом дуба в условиях лесостепной зоны Приморья из-за нивелирования неблагоприятных факторов (высокая скорость ветра, длительные засушливые периоды и др.).

М. П. Пулинец [102] отмечал меньшие темпы роста сосны кедровой корейской под пологом леса, чем на открытом месте. По его мнению [103], сроки проведения лесоводственных уходов зависят от полноты реконструируемого насаждения.

А. М. Данченко, И. А. Бех [27] указывали на меньшую в три-четыре раза массу хвои сосны кедровой сибирской в расчете на дерево, произрастающее под пологом леса, чем на открытом пространстве. Они подчеркивали, что разница по высоте и диаметру в культурах разной освещенности возрастает с пятилетнего возраста. И. А. Бех [10, 11] полагает, что при полном освещении сосна кедровая сибирская растет лучше, чем при затенении, и отмечал лучший рост кедрового подроста (в 2-2,5 раза) под пологом сосновых, березовых и осиновых древостоев, чем еловых и кедровых насаждений.

Н. Ю. Сташкевич [116] подчеркивал преимущество лесных культур, созданных на открытом месте, по высоте, приростам, охвоённости крон и продолжительности жизни хвои перед подростом кедра сибирского под пологом березово-соснового насаждения. А. Б. Агеев [1] указывал на отмирание ветвей в нижней части кроны у деревьев кедра сибирского вследствие их затенения.

Р. Н. Матвеевой и др. [74] выявлен лучший рост сосны кедровой сибирской при меньшей сомкнутости полога древостоя.

На рост культур, созданных под пологом леса, в большей степени оказывают отрицательное влияние корневые системы взрослых деревьев, недостаток освещенности и питательных веществ [101]. М. М. Спасибова и др. [115] указывали на большую конкуренцию со стороны растительности всех ярусов для подпологовых кедровых культур.

Н. М. Дебков и др. [28, 30, 31] считают, что в осинниках можно формировать наиболее продуктивные кедровые леса. А при правильном планировании динамики лесного фонда можно увеличить площади кедровых лесов в несколько раз, для чего следует площадь потенциальных кедровников разделить на 2 категории, где целесообразны лесоводственные мероприятия или процесс преобразования будет происходить естественно. Р. У. Келехсаев и др. [47] оценивали положительное влияние рубок ухода за лесом на показатели роста лесных культур сосны кедровой корейской.

По данным А. П. Ковалева и др. [48], в регионах распространения хвойно-широколиственных лесов подпологовые лесные культуры занимают 161,7 тыс. га. Большинство из них созданы посадкой саженцев сосны кедровой корейской.

А. А. Щеголихина, О. В. Храпко [146] выявили, что в подпологовых культурах Владивостокского лесничества темпы роста и развития сосны кедровой корейской выше при сочетании нескольких факторов: удаленности от морской акватории, суглинистыми бурыми горнолесными почвами, выращиванием культур на северо-западных и юго-западных склонах с высотой 240 м, отсутствием антропогенных факторов. На подобных участках острова Русский следует воспроизводить сосну кедровую корейскую в культуре. А. В. Полещук и др. [98] исследовали рост культур сосны корейской при различных способах реконструкции производных дубняков в Южном Приморье.

Достаточное количество света и тепла вызывает раннее пробуждение камбия и его продолжительное деление в течение вегетационного периода,

что способствует повышению стволовой продуктивности кедровых деревьев [127].

С. С. Штукин [145] провел изучение освещенности и температуры воздуха и почвы под пологом изреженных древостоев и сделал вывод о том, что изменение светового режима в плантационных культурах сохраняется до 30-летнего возраста и в целом носит позитивный характер.

В условиях юга Средней Сибири плантационные культуры сосны кедровой сибирской имели большую приживаемость, интенсивность роста и накопление надземной фитомассы при выращивании на открытом месте, чем под древесным пологом [147]. К 38-летнему возрасту сосна кедровая сибирская, произрастающая на открытом месте, формирует большие размеры ствола и кроны, чем закрытая лесным пологом. У деревьев при небольшой освещённости отмирают нижние ветви кроны – на высоту до 45 % от высоты дерева [132].

Сосна кедровая сибирская семенного происхождения при хорошем освещении может начать образовывать шишки с 13-15 лет, а в насаждениях с плохим освещением лишь с 40-50 лет [73].

1.2 Географические культуры кедровых сосен

Географическая изменчивость обусловлена дифференциацией вида в пределах ареала в широтном и меридиональном направлениях. Она проявляется в образовании географических рас, или климатипов, и обычно является наследственно закрепленной [68]. Географическая изменчивость древесных растений зависит от размеров ареала вида. Чем больше его площадь, тем больше выражено генетическое разнообразие. Л. И. Милютин [80] полагал географическую изменчивость важнейшей формой внутривидового разнообразия древесных растений.

В. В. Тараканов и др. [120] считают, что отбор географических происхождений является одним из наиболее ранних способов выявления перспективных климатипов.

Первые географические культуры древесных пород для изучения влияния места происхождения семян на рост насаждений в нашей стране начал создавать М. К. Турский в 1883-1892 гг. на территории Лесной дачи [80]. Закладка сети географических культур сосны кедровой сибирской была начата в нашей стране с 1973 г. [40].

Ареал сосны кедровой сибирской находится на северо-востоке европейской части России, Урала, Западной и Восточной Сибири и Северной Монголии [53], занимая территорию с запада на восток почти на 4500 км, с севера на юг - на 2700 км.

Сосна кедровая сибирская является высокополиморфным видом. Высокую генетическую вариабельность данного вида отмечала Е. Н. Муратова [82]. Е. А. Петрова и др. [95] выявили, что наибольшим генетическим разнообразием отличаются таежные экотипы сосны кедровой сибирской из центра ареала, в то время как экотипы, произрастающие на границах ареала, генетически обеднены. Н. В. Орешкова и др. [89, 154] диагностировали различия в уровне полиморфизма ДНК для семи популяций сосны кедровой сибирской, произрастающих в Кузнецком Алатау.

Результаты исследований географических культур служат основой для разработки лесосеменного районирования. К настоящему времени накоплен большой опыт по созданию и изучению географических культур древесных пород. А. Р. Родин, А. Е. Проказин [110-112] указывали на проблемы изучения географической изменчивости основных лесообразующих пород в географических культурах.

Отмечается влияние географического происхождения сосны кедровой сибирской на высоту диаметр ствола, урожайность и сроки созревания шишек [33, 118].

Географические культуры кедровых сосен на Дальнем Востоке нашей страны изучали В. Н. Корякин и др. [52], Н. В. Выводцев и др. [22, 153] и др., в Сибири – А. И. Ирошников [42], О. П. Олисова и др. [88], Н. А. Ларионова и др. [59], А. Г. Лузганов [66], Г. В. Кузнецова [55, 56], Р. Н. Матвеева и др. [74], Н. П. Братилова [13, 15], А. М. Пастухова [65], И. Д. Гродницкая и др. [25]. S. Shah и др. [157] исследовали реакция климатических условий на рост сосны кедровой сибирской в горах Алтая.

В. В. Тараканов и др. [119] рекомендовали использовать популяционно-географическую изменчивость лесообразующих древесных пород для повышения их продуктивности.

М. А. Николаева и др. [85] выявили зависимость продуктивности потомств хвойных пород разного географического происхождения в большей степени от сохранности, в меньшей – от показателей роста.

В. А. Усольцев и др. [131], Н. П. Братилова и др. [14] указывали, что лучшим ростом и формированием фитомассы в условиях плантационных культур возле Красноярска, созданных на открытом месте, характеризовались потомства сосны кедровой сибирской красноярского, иркутского и алтайского происхождения. Г. В. Кузнецова [55] проводила исследования сохранности, роста и развития кедровых сосен (сибирской и корейской) в географических культурах юга Красноярского края. В. В. Комарницкий [51] проводил исследования изменчивости роста 15-летней сосны кедровой сибирской из разных урочищ Алтайского края. Е. Н. Репин [106] изучал хабаровские климатипы сосны кедровой корейской в географических культурах.

И. Д. Гродницкая и др. [26] полагают, что на адаптацию популяций кедровых сосен к условиям произрастания оказывают влияние климатические и эдафические условия. О. Г. Бендер [7] изучал углекислотный газообмен 20-летних деревьев сосны кедровой сибирской разных экотипов высотного профиля (350 и 1900 метров над уровнем моря) на географической прививочной плантации на юге Томской области. Автор

выявил, что отношение дыхания к фотосинтезу в высокогорном экотипе было в 1,5 раза выше, чем в низкогорном.

В. А. Брынцев, А. А. Коженкова [18] при оценке географической изменчивости сосны кедровой сибирской в искусственных посадках Московской области на основе коэффициента успешности выявили перспективные климатипы для этого региона: из Красноярского и Алтайского краев.

1.3 Создание кедровых культур

Посадку кедровых культур в условиях Сибири в большинстве случаев осуществляли сеянцами или саженцами в борозды на глубину 0,10-0,15 м с расстоянием между бороздами 4-5 метров или площадки [72]. А. Б. Агеев отмечал, что создание лесных культур кедра сибирского посевом практически не используется из-за уничтожения семян птицами или грызунами [1]. Для создания предварительных и подпологовых культур часто используются сеянцы или саженцы сосны кедровой сибирской [142].

По мнению Г. Г. Терехова и др. [121-125], наиболее часто в культурах сосны кедровой сибирской производится рядовая посадка растений. Групповая посадка (по несколько растений в одной площадке) применяется намного реже.

Н. М. Дебков и В. С. Панёвин [29], проанализировав лесокультурный опыт с сосной кедровой сибирской в Томской области, пришли к выводу, что посадка в дно борозд задерживает рост растений на 8-10 лет из-за удаления перегнойно-аккумулятивного горизонта почвы, вымокания растений и конкуренции с травой. По их мнению, целесообразно сохранять верхний горизонт почвы и закладывать культуры в микроповышения.

Е. А. Лавренова [74] отмечала, что в Горном Алтае превалируют три типа культур сосны кедровой сибирской: созданные полосами, площадками и вокруг пней. По ее данным, культуры старшего возраста имели лучшие

показатели роста при создании вокруг пней. Заметно уступали по росту и приживаемости полосные культуры.

С. Н. Бродниковым и др. [16] запатентован способ создания полосных кедровых культур, предусматривающий разбивку площади на лесокультурные полосы и полосы естественного возобновления, а также частичную обработку почвы и посадку 4-5-летнего укрупненного посадочного материала. При этом способе ширина лесокультурной полосы составляет 35-45 м, полосы естественного возобновления – 10-14 м. Подобные культуры создают на землях, вышедших из-под сельскохозяйственного пользования.

А. Г. Лузганов [66] выявил большую конкуренцию в биогруппах кедровых деревьев, при которой могут выжить только самые крупные растения, отличающиеся равномерными годичными приростами.

А. Г. Лузганов [67] изучал изменчивость приростов сосны кедровой сибирской в культурах, созданных гнездовым способом, по аналогии с распространением семян кедровкой. Роль кедровки в возобновлении и распространении кедра очень велика, что отмечалось многими исследователями. Спрятанные птицами орехи обычно лежат под слоем мха толщиной 2-4 см в кучке. Кедровые семена могут быть помещены в грунт на глубину до двух сантиметров. Количество семян может варьироваться в пределах 2-22 шт., в среднем составляя 6-12 шт. в кучке [12].

А. П. Ковалев и др. [48] считают куртинное расположение кедровников самым эффективным путем их восстановления. Активному восстановлению кедровых лесов, по их мнению, будет способствовать кедровка, которая является основным биотическим фактором в распространении семян кедровых сосен.

М. В. Рогозин [107] отмечал, что не стоит забывать о ранговом законе деревьев в древостое [70], согласно которому размеры дерева в молодом возрасте (8-10 лет) детерминируют их развитие в будущем.

Л. А. Белов и др. [6] считают, что сочетание создания культур сосны кедровой сибирской с постепенными рубками производных березняков обеспечит увеличение доли коренных кедровых лесов в подзоне южной тайги Урала.

Б. Е. Чижов и др. [141] полагают, что в настоящее время важнее не увеличивать площади кедровых лесов, а сохранять существующих коренные и потенциальные кедровники.

В. В. Читоркин [143] считает перспективным создавать культур сосны кедровой сибирской с использованием крупномерного посадочного материала на обезлесенных территориях или в лиственных насаждениях для их реконструкции.

2 ОБЪЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектами исследований являются искусственные насаждения сосны кедровой сибирской, созданные под пологом леса и на открытом месте в пригородной зоне Красноярска. Согласно лесорастительному районированию Красноярского края, разработанному специалистами ФИЦ «Красноярский научный центр СО РАН», территория, где располагаются изучаемые объекты, находится на стыке двух лесорастительных районов: Восточно-Саянского горно-таежного района сосново-кедровых-пихтовых лесов и Чулымо-Кетского южного района темнохвойных лесов.

Климат в районе исследований оценивается как резко континентальный. За последние 10 лет (с 2012 по 2021 гг.) температура воздуха в январе составляла в среднем минус 15,5 °С, в июле - плюс 19,2 °С. Средняя температура воздуха колебалась от 0,7 °С в 2012 г. до 4,2 °С в 2020 г., в среднем за 10 лет составила плюс 2,5 °С (рисунок 2.1).

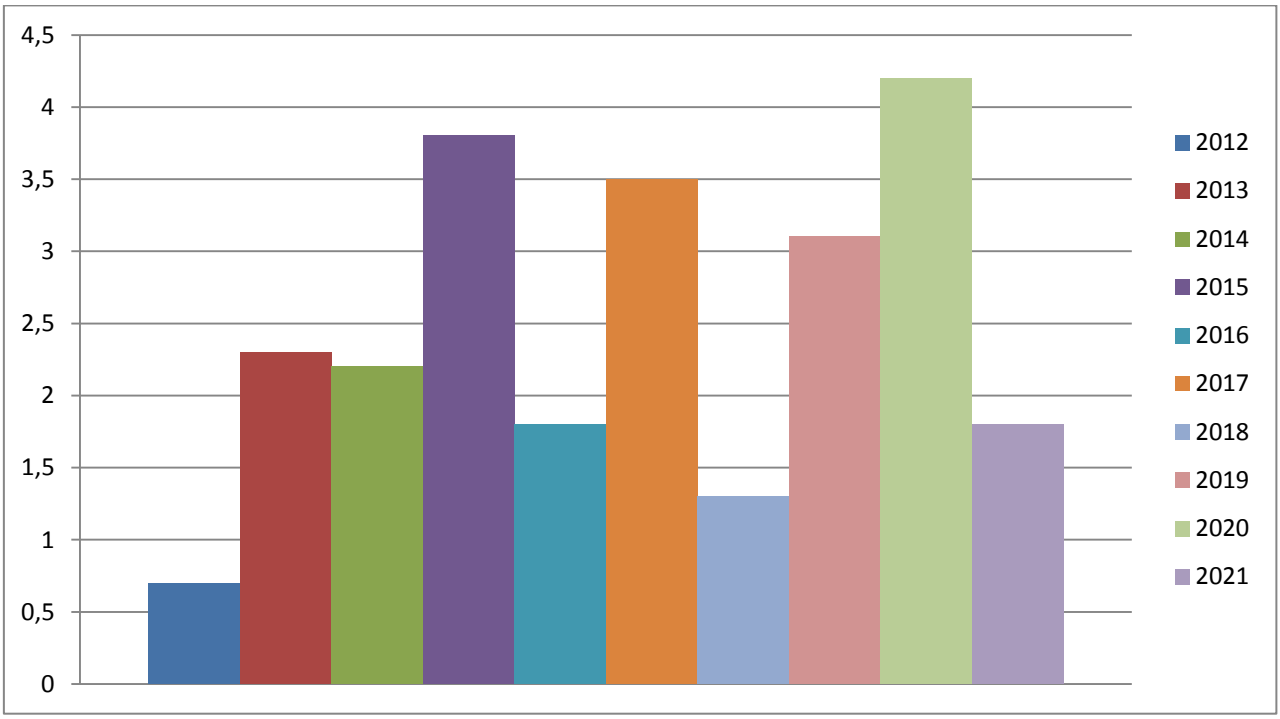

Рисунок 2.1 – Средняя температура воздуха Красноярска, °С

Количество осадков в среднем за год составляло 411-749 мм, за 10 лет – 547 мм (рисунок 2.2).

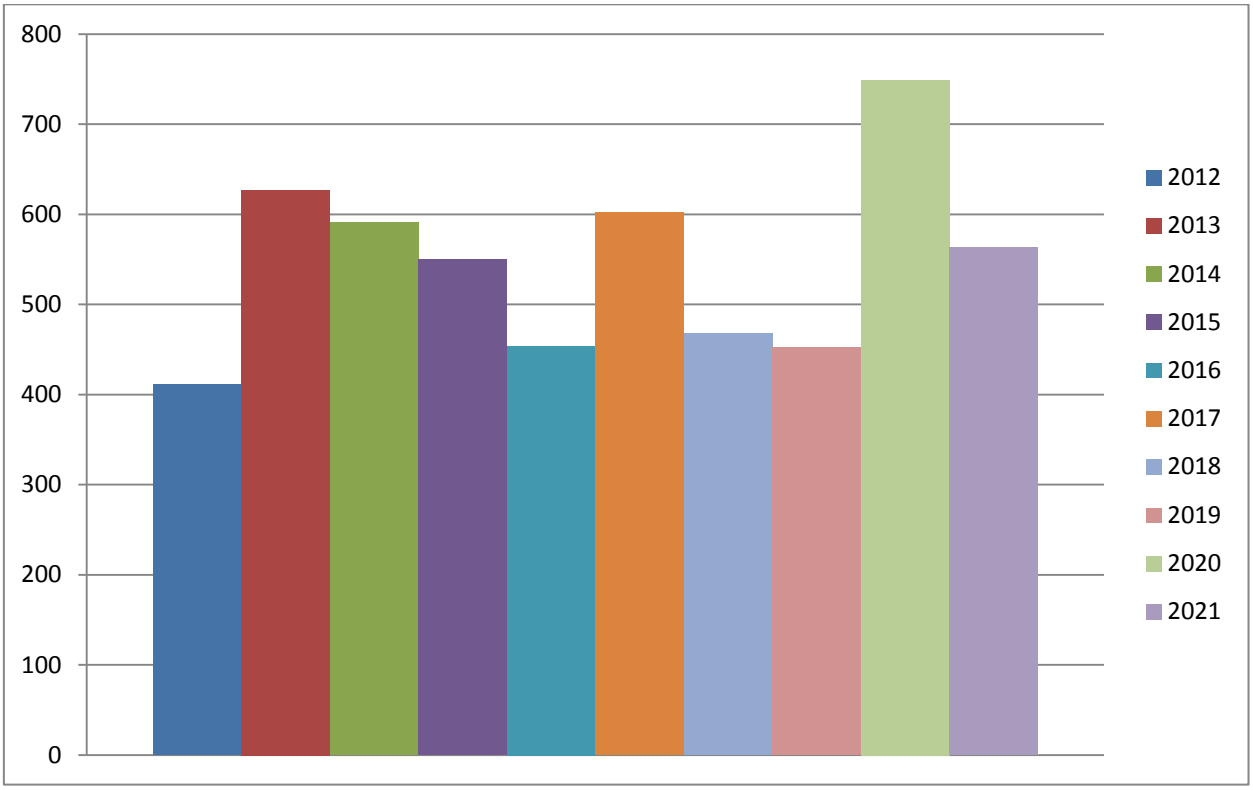

Рисунок 2.2 – Среднее количество осадков в Красноярске, мм/год

Средняя влажность воздуха за год равнялась 69 %. Продолжительность вегетационного периода составляет в среднем 153 дня. Преобладающие ветра - юго-западного направления.

Почвы, характерные для района исследований, относят к категории свежих. Искусственные кедровые насаждения созданы на серых лесных суглинистых почвах со средней глубиной промерзания 150 см. Уровень грунтовых вод варьирует от 1 до 5 м.

Исследования были проведены на трех разных объектах - на землях Мининского лесничества (участки «урочище Майдат» и дендрарий СибГУ им. М. Ф. Решетнева) [64] и Городского лесничества [63] г. Красноярска (участок «Горный-1»). При создании географических посадок был

использован посадочный материал следующих происхождений: Красноярский край (Учебно-опытный лесхоз, Бирюсинское лесничество), Республики Якутия (Саха), Бурятия, Читинская, Томская, Тувинская, Тюменская области.

В урочище Майдат в 1963 г. были созданы гнездовые посадки сосны кедровой сибирской под пологом осины (состав 8Ос2Б) двумя способами. В первом варианте пучки из десяти сеянцев высаживали под лопату в одно посадочное место рядами в дно плужных борозд, проложенных ПКЛ-70 в прорубленных коридорах. Расстояние между коридорами составляло 8-10 м. В рядах расстояние между гнездами было принято 5-7 м. Во втором варианте гнезда сосны кедровой сибирской из десяти сеянцев высаживали под лопату в центр минерализованных площадок размером 1х1 м, изготовленных вручную. Всего было сделано 20 площадок: 5 рядов через 5 метров и по 4 площадки в ряду через 4 м. В качестве посадочного материала были использованы трехлетние сеянцы местного (дивногорского) происхождения. Площадь участка – 1,7 га. Почвы на объекте серые лесные среднесуглинистые среднемощные.

В 70-х годах XX века на территории, где были высажены растения кедра сибирского, велась заготовка гасильного шеста, причем на участке с площадками интенсивность заготовки была больше вследствие близкого расположения лесовозных дорог. Из-за ветровала, произошедшего в 1991 году, полнота осинника снизилась на участке с площадками до 0,4–0,5, а в рядовых посадках – до 0,7. Средняя освещенность гнезд в площадках в 1995 году составила 131,4±8,00 сотен люкс, а освещенность гнезд в рядовых посадках оказалась существенно меньше – 54,1±1,54 сотен люкс.

Кедровые культуры в урочище «Майдат» приведены на рисунке рисунок 2.3.

Рисунок 2.3 - Культуры урочища «Майдат» в 2019 г.

На участке Горный-1 Городского лесничества г. Красноярска созданы географические культуры сосны кедровой сибирской под пологом березняка разнотравного. Насаждение характеризовалось II классом бонитета, V классом возраста, полнотой 0,4 и наличием редкого подроста сосны обыкновенной 15-20-летнего возраста.

Площадь участка географических культур составила 1,6 га. Участок расположен на склоне северной экспозиции. На объекте преобладают серые лесные, слабооподзоленные, свежие почвы.

На участке высажены потомства сосны кедровой сибирской разного происхождения. В каждой секции создано по 80 площадок, расположенных в десять рядов в направлении с юга на север и в восемь рядов в направлении с запада на восток.

Всего заложено 720 площадок (в том числе на одном гектаре располагалось 450 шт. площадок). Между центрами площадок расстояние равнялось четырем метрам внутри секций. Между разными вариантами расстояние равнялось 5 м. В каждой площадке было высажено по девять растений (720 шт. в каждом варианте опыта). С севера на юг посадки каждого происхождения были разделены рядами клена приречного, с востока на запад – посадкой жимолости. С северной, восточной и южной сторон площадь географических культур выделена рядовой посадкой боярышника перистонадрезанного и пятью рядами сосны кедровой сибирской. Густота посадки составляет 4050 шт./га. Приживаемость культур в 1966 г. оценивалась как высокая (более 90%).

Сохранность площадок в 2012 году оставалась высокой - более 90 % (рисунок 2.4), за исключением трех происхождений, затронутых пожарами 80-х годов XX века. Одна из секций полностью выгорела, а на двух секциях сохранилось по 9 и 6 площадок соответственно, с общим количеством живых деревьев 21 и 17 шт.

Весной 2016 г. после сильного весеннего снегопада с последующим ветром часть деревьев сосны кедровой сибирской пострадали от ветровала (рисунок 2.5).

Дендрарий СибГУ им. М. Ф. Решетнёва – один из старейших дендрариев Красноярского края, который создан еще в 1948 г. Его площадь в настоящее время составляет 9,1 га. Дендрарий находится на второй террасе реки Енисей на высоте 250 м над уровнем моря, экспозиция склона южная, крутизна 2-3º. Почвы серые лесные, маломощные.

В дендрарии выполнены географические посадки сосны кедровой сибирской в двух вариантах: под пологом березняка разнотравного (рисунок 2.6) и на открытом месте (рисунок 2.7).

Рисунок 2.4 – Подпологовые культуры участка «Горный-1» в 2012 г.

Рисунок 2.5 – Участок «Горный 1» после ветровала 2016 г.

Рисунок 2.6 – Подпологовые посадки в дендрарии (2018 г.)

Рисунок 2.7 – Географические посадки кедровых сосен на открытом месте дендрария (2018 г.)

За полувековой период произрастания подпологовых кедровых культур состав древостоев над ними сменился в сторону увеличения доли сосны.

В каждом варианте опыта, отличающихся по географическому происхождению, было сделано по девять площадок размером 0,7х0,7 м. Расстояние между центрами площадок – 4 м.

Способ посадки – под меч Колесова по девять трехлетних сеянцев в площадку. Вынутый из площадки верхний слой почвы, переплетенный корнями трав, укладывался по периметру площадки для исключения стока с поверхности площадки дождевых и талых вод.

В таблице 2.1 приведены сведения о насаждениях, под пологом которых произрастают культуры, на момент проведения исследований (2012-2019 гг.).

Таблица 2.1 – Характеристика полога насаждений, под которым произрастают искусственные посадки сосны кедровой сибирской

Участок	Экспозиция склона	Состав	Класс бонитета	Тип леса
Горный – 1	северный	5С5Б	II	Сосняк разнотравный
Дендрарий	южный	6С4Б	II-III	Сосняк разнотравный
Майдат	северо-восточный	8Ос2Б	II	Осинник разнотравный

На открытом месте посадка создавалась путем высаживания трехлетних сеянцев рядами с шагом посадки один метр. В каждом ряду было высажено по 30 экземпляров.

Изучены географические посадки, созданные посадочным материалом сосны кедровой сибирской следующих вариантов: Красноярский край (Учебно-опытный лесхоз, Бирюсинское лесничество), Республики Якутия (Саха), Бурятия, Читинская, Томская, Тувинская, Тюменская область.

Материнские насаждения, где собраны семена для создания географических посадок, характеризовались классом бонитета от IV (якутское, бурятское, читинское, тувинское) до II (томское) (таблица 2.2).

Незначительной средней продолжительностью вегетационного периода отличаются якутская (88-129 дня), бурятская (117 дней) и читинская (104-131 дней) популяции. Максимальная продолжительность вегетационного периода отмечается у местной (бирюсинской) популяции (130-159 дней) [61].

Таблица 2.2 - сосны кедровой сибирской

Географическое происхождение	Обозначение географического происхождения	Тип леса	Класс возраста	Класс бони-тета	Состав насаждения
Бирюсинское	Бир	Кедровник разнотравный	V	III	7К2Е1П
Якутское	Як	Кедровник лишайниковый	VI	IV	5К5Лц
Бурятское	Бур	Кедровник брусничный	VI	IV	5К2С3Лц
Читинское	Чит	Кедровник разнотравный	VII	IV	6К4С
Томское	Том	Кедровник разнотравный	VI	II	8К1Е1П
Тувинское	Тув	Лиственничник разнотравный	V	IV	7Лц3К
Тюменское	Тюм	Кедровник черничный	III	III	8К2Е

В таблице 2.3 приведены климатические условия произрастания материнских насаждений сосны кедровой сибирской [61].

Максимальная сумма эффективных температур отмечена у местной популяции (1501-2202 град.). Количество осадков в месте произрастания материнских насаждений составляет от 338 до 1400 мм в год. Наибольшее годовое количество осадков выпадает в Бурятии (657-1400 мм), минимальное в Тыве (338-363 мм/год) [61].

Таблица 2.3 – Климатическая характеристика мест произрастания материнских происхождений

Обозначение географического происхождения	Продолжительность вегетационного периода, дней	Среднегодовая температура воздуха, °С	Сумма температур выше 5 °С	Годовое количество осадков, мм
Бир	130-159	-2,4/0,2	1501-2202	583-1048
Як	88-129	-11,2/-3,4	920-1700	364-767
Бур	117	-2,7	1377	657-1400
Чит	104-131	-11,0/-6,9	1178-1752	400-542
Том	133-129	-3,5/-2,5	1670-1790	513-630
Тув	111-123	-5,5/-3,0	1182-1387	338-363
Тюм	102-120	-3,8/-6,4	1114-1445	413-426

Географические координаты мест произрастания насаждений указаны в таблице 2.4.

Таблица 2.4 – Характеристика места произрастания материнских насаждений

Обозначение географического происхождения	Координаты		Высота над уровнем моря, м
	с.ш.	в.д.	
Бир	56°00′	92°30′	300
Як	61°00′	120°24′	500
Бур	51°06′	106°36′	1000
Чит	50°22′	108°43′	700
Том	60°30′	71°12′	100
Тув	52°11′	93°53′	800
Тюм	59°40′	68°37′	100

Наиболее южной точкой произрастания изученных кедровых популяций является читинская, северной – якутская. По высоте над уровнем моря кедровые насаждения варьируют от 100 м (тюменское и томское происхождения) до 1000 м (бурятская популяция).

3. ПРОГРАММА И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

В программу исследований входило:

- проведение инвентаризации и лесоводственно-таксационной оценки искусственных насаждений сосны кедровой сибирской, выращиваемых на открытом месте и под пологом древостоя в пригородной зоне Красноярска;

- изучение изменчивости роста сосны кедровой сибирской разного географического происхождения и отбор высокопродуктивных климатипов и генотипов в искусственных насаждениях пригородной зоны Красноярска;

- выявление влияния условий выращивания (экспозиция склона, уровень освещенности, способ посадки) на рост искусственных насаждений сосны кедровой сибирской;

- составление практических рекомендаций.

Сбор полевого материала на объектах исследований проводился с 2012 по 2019 гг.

Для изучения роста сосны кедровой сибирской в искусственных посадках применяли общепринятые методики, используемые при проведении лесокультурных исследований [81, 87, 109].

Проводился сплошной перечёт деревьев на каждом участке. У деревьев измеряли следующие биометрические показатели: высоту, диаметр кроны в двух взаимноперпендикулярных направлениях (С–Ю, В–З), протяженность кроны, бессучковой зоны, приросты ствола в высоту, длину хвои, а также диаметр ствола на высоте 0,1 м и 1,3 м и на высоте, равной 1/10 высоты дерева. Диаметры деревьев сосны кедровой сибирской были распределены по естественным ступеням толщины по методике А. В. Тюрина. У растений подсчитывали число лет жизни хвои на побегах.

Рассчитывали объем кроны деревьев сосны кедровой сибирской по формуле А.В. Тюрина:

$$V_{кр} = \frac{\pi \cdot D_{кр}^2 \cdot Пр_{кр}}{8}, \qquad (3.1)$$

где $V_{кр}$ – объем, $м^3$;

$D_{кр}$ – диаметр кроны, м;

$Пр_{кр}$ – протяженность кроны, м

В каждом происхождении сосны кедровой сибирской в площадках было отобрано по 5 модельных деревьев разной категории крупности: минимальная, мелкая, средняя, крупная и близкая к максимальной. У модельных деревьев определена надземная фитомасса отдельно по фракциям в свежесобранном и абсолютно сухом состоянии.

У модельных деревьев вычислены показатели относительной высоты. Оценка относительной высоты к диаметру дерева проводилась по методике, предложенной Я. С. Медведевым [приведено по 76] по формуле:

$$H_{отн}=H/D_{1,3}, \quad (3.2)$$

где $H_{отн}$ – относительная высота;

H – высота дерева, м;

$D_{1,3}$ – диаметр ствола дерева на высоте 1,3 м, см.

У молодых деревьев сосны кедровой сибирской использован диаметр не на высоте 1,3 м, а на высоте 0,1 м. В этом случае относительная высота вычислялась по формуле

$$H_{отн}= H/D_{0,1}, \quad (3.3)$$

где $H_{отн}$ – относительная высота;

H – высота дерева, м;

$D_{0,1}$ – диаметр ствола дерева на высоте 0,1 м, см.

В поисках показателей дифференциации деревьев в гнездах проанализирован селекционный коэффициент, предложенный В.Л. Черепниным для оценки биологических объектов, находящихся в равных

условиях, различающихся лишь наследственными свойствами, в частности, вариантов географических культур.

Селекционный коэффициент СК=В/О, где В – высота деревьев варианта геокультур в процентах от лучшего, чаще, местного происхождения, О – процент отпада деревьев в оцениваемом варианте. Чем больше высота и меньше отпад, тем селекционный коэффициент выше.

При оценке деревьев в гнездах, где они находятся в равных условиях, отличаясь друг от друга наследственными свойствами, их высота может быть выражена в процентах от высоты лидирующего по размерам дерева в гнезде. Вместо отпада, применительно к отдельному дереву в гнезде, можно использовать показатель относительной высоты дерева.

Селекционный коэффициент, модифицированный для оценки деревьев сосны кедровой сибирской в гнезде, имеет следующий вид:

$$СК_{мод}=(h*100/H)*(d/h*100)=d_{см}/H_{м,} \quad (3.4)$$

где $СК_{мод}$ – селекционный модифицированный коэффициент,

h – высота дерева в «гнезде», м,

$H_м$ - высота лидирующего дерева в «гнезде», м,

$d_{см}$ – диаметр ствола, см

Чем меньше диаметр дерева в гнезде и больше высота лидера, тем селекционный коэффициент меньше, дерево считается менее перспективным и тяготеет к категории отпада.

Для определения полноты древостоя проведено картирование мест стояния деревьев разных пород. По результатам перечета вычислялась сумма площадей поперечных сечений деревьев древостоя.

Площадь поперечного сечения ствола (S) определяли по формуле:

$$S = \pi D^2/4, \quad (3.5)$$

где D – диаметр ствола на высоте 1,3 м, см

Затем, пользуясь лесотаксационным справочником для Средней Сибири, составленным С. Л. Шевелевым и др. [144], находили абсолютную полноту нормального древостоя и рассчитывали относительную полноту.

С использованием сумм площадей сечений деревьев разных пород и их средней высоты оценивался состав древостоев.

Сомкнутость полога крон древостоя над каждой посадочной площадкой оценивался глазомерно в четырех повторностях: с северной, восточной, южной и западной стороны площадки. После определения сомкнутости полога крон над площадками измерялся диаметр ствола деревьев на высоте 1,3 м. Средняя сомкнутость полога крон древостоя рассчитывалась как среднее арифметическое из всех замеров сомкнутости полога крон над каждой посадочной площадкой.

Для сравнения роста сосны кедровой сибирской разного географического происхождения при разных условиях освещенности, обследованы деревья тех же происхождений на открытом участке кедровых сосен разного географического происхождения, созданных загущенной посадкой.

Полевой материал подвергали статистической обработке с помощью программы Microsoft Excel [91].

Уровень изменчивости показателей оценивался по шкале С. А. Мамаева [68], коэффициент вариации менее 7 % оценивался как очень низкий, 7-12 % - низкий, 13-20 % - средний, 21-30 % - повышенный, 31-40 % - высокий, более 40 % - очень высокий.

На основе корреляционного анализа устанавливались форма, направленность и теснота связи между показателями, для чего использовали следующую шкалу: менее 0,30 – слабая связь; 0,31 – 0,50 – умеренная; 0,51 – 0,70 – значительная; 0,71 – 0,90 – сильная; 0,91 и более – очень сильная связь.

Выявление регрессионных зависимостей проводили с помощью программного обеспечения Curve Expert 1.3.

В каждом происхождении сосны кедровой сибирской отобрали по пять модельных деревьев разной категории крупности: минимальная, мелкая, средняя, крупная и близкая к максимальной. У модельных деревьев определяли надземную фитомассу в свежесобранном и абсолютно сухом состоянии и вычисляли углеродоёмкость по методике В. А. Алексеева и др. [129].

4. ОЦЕНКА ПОДПОЛОГОВЫХ КУЛЬТУР УЧАСТКА «МАЙДАТ»

Были исследованы культуры сосны кедровой сибирской, созданные под пологом осины в 1963 г. под руководством доцента О. П. Олисовой в урочище «Майдат» Учебно-опытного лесхоза. Культуры созданы трехлетними сеянцами, высаженными группами по 10 шт.: в дно плужных борозд и в центр минерализованных площадок.

К 2017 г. деревья сосны кедровой сибирской достигли 58-летнего биологического возраста. Сохранность «гнезд» при рядовой посадке (рисунок 4.1) составила 99 %, деревьев в группах - 43 %. В площадках (рисунок 4.2) показатель сохранности гнезд равен 80 %, деревьев в площадках - 36 %. Снижение сохранности площадок и деревьев в «гнездах», размещенных в центре площадок, связаны с усиленным разрастанием травяного покрова при достаточном освещении.

Средняя высота 58-летних деревьев сосны кедровой сибирской составила 9,7 м, деревьев-лидеров – 20,1 м. Диаметр ствола был равен 9,3 см и 23 см, соответственно (рисунок 4.3).

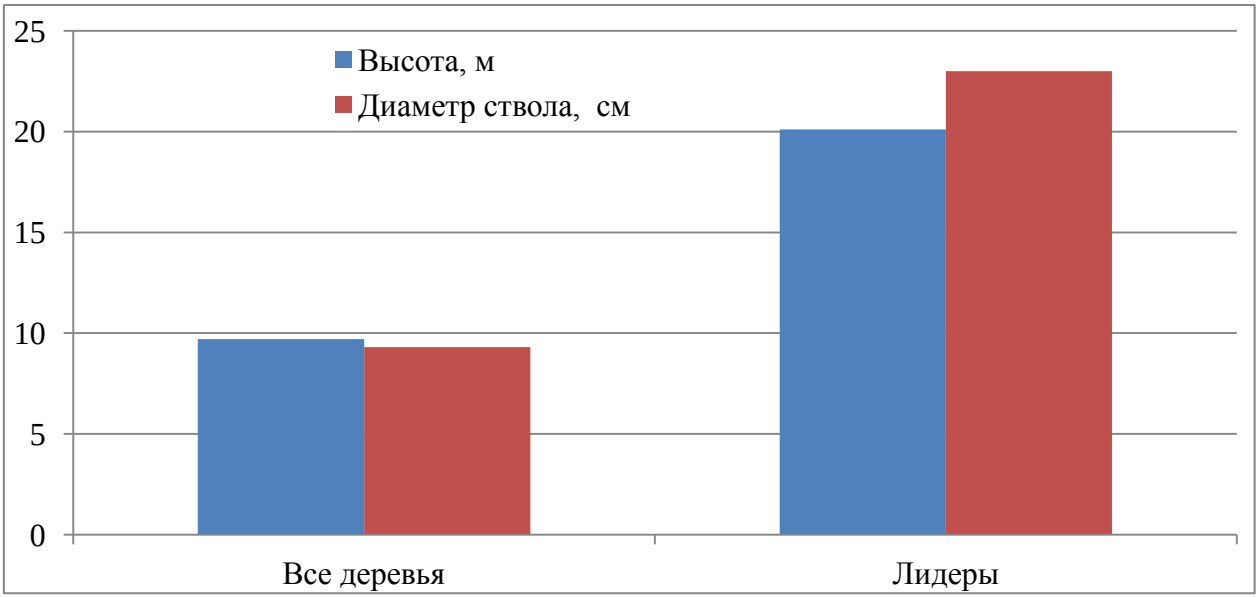

Рисунок 4.3 – Средние таксационные показатели 58-летних деревьев

Рисунок 4.1 – Лесные культуры, созданные гнездовым способом в дно плужных борозд на участке «Майдат»

Рисунок 4.2 – Лесные культуры, созданные гнездовым способом в дно площадок на участке «Майдат»

Уровень изменчивости высоты и диаметра у деревьев в исследуемых культурах очень высокий, а у деревьев-лидеров (первого ранга) - низкий (таблица 4.1).

Таблица 4.1 – Показатели роста 58-летних деревьев в культурах

Показатель	$X_{ср.}$	± m	± σ	V, %	P, %	$t_ф$ при t_{05}=2,04
Высота, м						
Все учтенные деревья	9,7	0,96	6,45	66,2	9,9	10,54
Деревья-лидеры в группах	20,1	0,23	0,69	3,4	1,1	-
Диаметр ствола, см						
Все учтенные деревья	9,3	1,21	8,11	86,7	13,0	10,95
Деревья-лидеры в группах	23,0	0,32	0,97	4,2	1,4	-

Был рассчитан модифицированный селекционный коэффициент, представленный в таблице 4.2.

Средний селекционный коэффициент у деревьев трех первых рангов в гнездах, состоящих из 3-4 деревьев, равен 0,65±0,171 при коэффициенте изменчивости, равном 64,3 %, в гнездах, состоящих из 6-7 деревьев, он равен 0,74±0,133 при V=44,2 %, из 8-9 деревьев – 0,84±0,130 при коэффициенте V=37,9 %.

В более густых гнездах селекционный коэффициент выше по абсолютной величине, но менее изменчив, что указывает на понижение конкуренции между деревьями густых гнезд, росших в лучших условиях

освещения, чем гнезд, в которых, из-за недостатка света сохранилось меньше деревьев.

Таблица 4.2 - Модифицированный селекционный коэффициент по рангам и густоте

Номер ранга/ дерева в группе	Количество деревьев в группе, шт.								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1,21	1,16	1,16	1,18	1,17	1,14	1,14	1,14	1,13
2		0,46	0,56	0,49	0,53	0,65	0,64	1,00	0,86
3			0,26	0,26	0,25	0,39	0,47	0,46	0,44
4				0,16	0,16	0,23	0,26	0,40	0,33
5					0,09	0,14	0,14	0,22	0,22
6						0,06	0,08	0,14	0,14
7							0,06	0,04	0,09
8								0,04	0,06
9									0,05

Установлена тесная достоверная прямая зависимость суммы площадей сечений (ΣS) стволов сосны кедровой сибирской в гнездах от освещенности гнезд (r = 0,96).

Лучшая освещенность гнезд в площадках объясняет существенно большую сумму сечений стволов сосны кедровой сибирской в гнездах, размещенных по центру площадок (ΣS = 168,5±10,2 см^2), по сравнению с гнездами в рядовых посадках, притеняемых стенами коридоров, прорубленных в осиннике (ΣS = 118,1±8,14 см^2).

Выжившие деревья сосны кедровой сибирской в площадках отличаются лучшим ростом. Средняя высота деревьев в площадках к 58-летнему возрасту равнялась 10,8 м, в рядах – 8,7 м (рисунок 4.4).

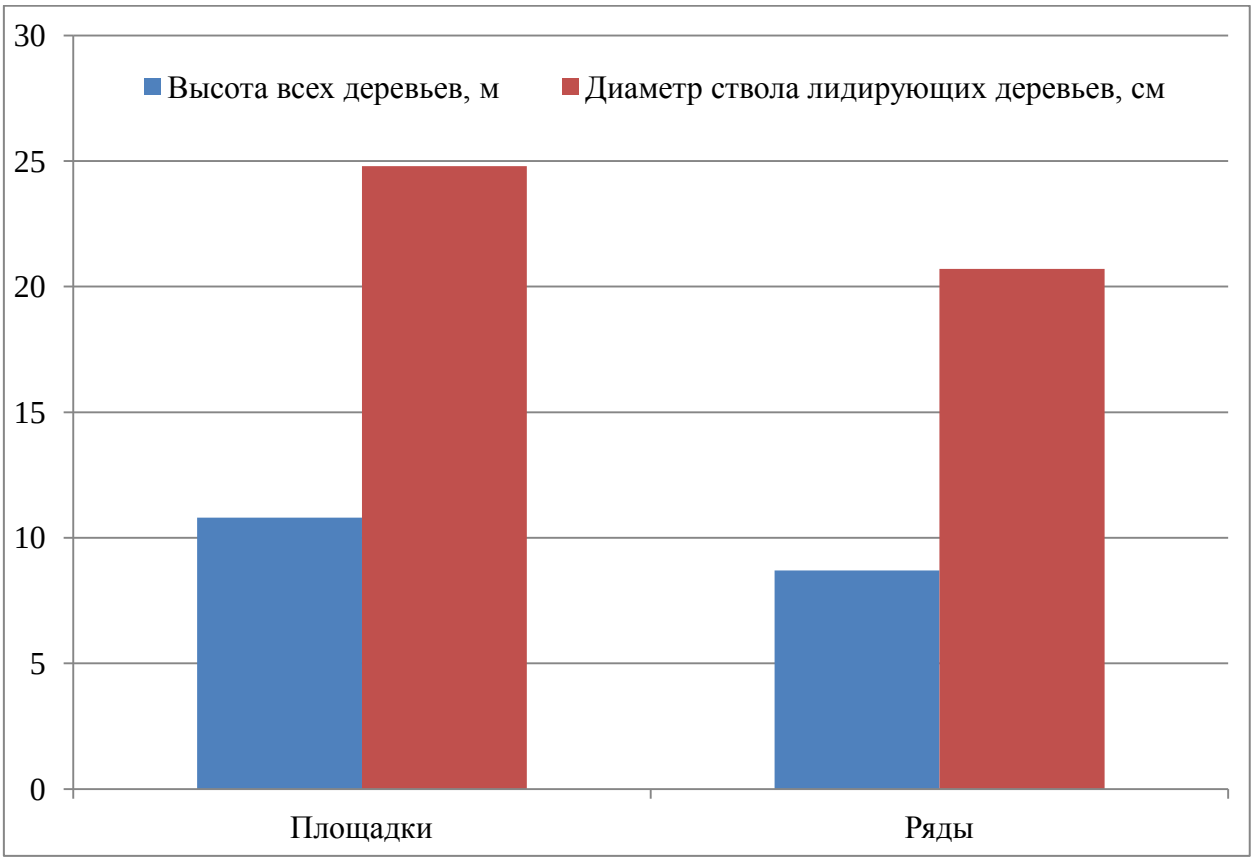

Рисунок 4.4 – Таксационные показатели 58-летних культур при разных условиях выращивания

Отмечено превышение среднего диаметра ствола лидирующих деревьев в площадках по сравнению с лидерами в рядовых посадках (24,8 см против 20,7 см соответственно).

Определен отпад кедровых деревьев в группах, который составляет от 5 до 99 %. Рассчитанный коэффициент корреляции между отпадом деревьев и селекционным коэффициентом, равный минус 0,863, свидетельствует о наличии обратной высокой достоверной зависимости отпада деревьев от величины их селекционного коэффициента. Чем меньше диаметр дерева в

гнезде и чем выше лидер в группе, тем вероятность перехода мелкого дерева в разряд отпада выше.

В таблице 4.3 приведена высота 58-летних деревьев разных рангов из групп с различной остаточной густотой.

Таблица 4.3 - Высота деревьев определенных рангов в группах разной густоты, м

Номер ранга дерева в группе	Количество деревьев в группе, шт.								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	21,5	20,4	20,5	20,5	20,1	19,6	19,4	19,3	19,9
2		11,4	12,3	10,5	11,1	13,0	12,5	19,2	16,2
3			7,5	6,9	6,2	8,9	10,0	9,2	8,4
4				6,1	5,5	7,0	7,1	7,3	7,9
5					3,7	5,1	4,5	6,2	5,7
6						2,9	3,2	4,7	4,2
7							2,9	1,6	3,1
8								2,0	1,9
9									1,3

К первому рангу относятся самые крупные по размерам деревья, лидирующие в группах, к последующим рангам – все более мелкие деревья. Диаметр ствола деревьев разных рангов представлен в таблице 4.4.

Установлено, что средний диаметр ствола на высоте 1,3 м 58-летних деревьев разных рангов варьирует от 0,5 см до 24,2 см, средняя высота – от 1,3 до 20,1 м (рисунок 4.5).

Таблица 4.4 – Диаметр ствола деревьев разных рангов в группах разной густоты, см

Номер ранга дерева в группе	Количество деревьев в группе, шт.								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	24,2	23,2	23,3	23,6	23,4	22,8	22,8	20,7	22,6
2		9,2	11,2	9,8	10,6	13,0	12,8	20,0	17,2
3			5,2	5,2	5,0	7,8	9,4	9,2	8,8
4				3,2	3,2	4,6	5,2	6,0	6,6
5					1,8	2,8	2,8	4,4	4,4
6						1,2	1,6	2,8	2,8
7							1,2	0,8	1,8
8								0,8	1,0
9									0,5

Кроме селекционного коэффициента в качестве показателя дифференциации деревьев в гнездах была использована относительная высота деревьев, считающаяся в лесоведении надежным показателем угнетенности деревьев.

По данным таблиц 4.3 и 4.4 была рассчитана величина относительной высоты деревьев разных рангов в гнездах с различной густотой. Результаты расчетов приведены в таблице 4.5.

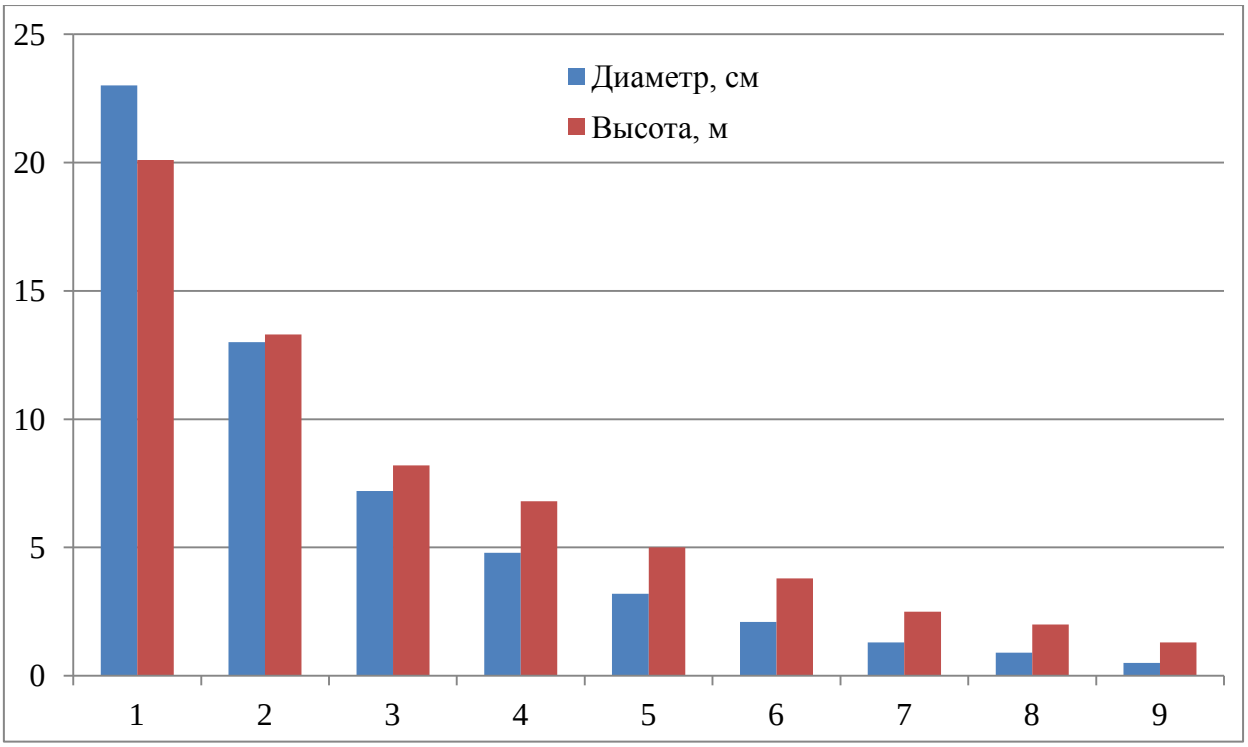

Рисунок 4.5 – Таксационные показатели деревьев разных рангов в группах

Таблица 4.5 - Относительная высота деревьев по рангам и густоте гнезд

Номер ранга дерева в группе	Количество деревьев в группе, шт.								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	89	89	89	87	86	86	85	85	88
2		124	110	107	105	100	98	96	94
3			144	133	124	114	106	100	95
4				191	172	152	137	122	120
5					206	182	161	141	130
6						242	200	168	150
7							242	200	172
8								250	190
9									260

Относительная высота деревьев первого и второго рангов составляет около 100 и менее. Начиная с третьего ранга, относительная высота практически всегда больше 100 и продолжает увеличиваться у деревьев старших рангов (таблица 4.6).

Таблица 4.6 – Относительная высота деревьев сосны кедровой сибирской в культурах

Ранг дерева	$X_{ср.}$	± m	± σ	V, %	P, %
1	87,1	0,56	1,69	1,9	0,6
2	104,3	3,44	9,72	9,3	3,3
3	116,6	6,79	17,96	15,4	5,8
4	149,0	11,57	28,34	19,0	7,8
5	164,0	13,75	30,75	18,7	8,4
6	190,0	20,18	40,37	21,2	10,6
7	204,7	20,34	35,23	17,2	9,9
8	220,0				
9	260,0				

Средняя относительная высота у деревьев первого-третьего рангов в гнездах, состоящих из 3-4 деревьев, равна 111,7±8,58 при изменчивости V=18,8 %, а в гнездах, состоящих из 6-7 деревьев, она равна 98,2±4,21 при изменчивости V=10,5 %.

Сравнивая математическое выражение относительной высоты и модифицированного селекционного коэффициента, можно сказать, что в их основе лежат одни и те же параметры деревьев сосны кедровой сибирской в гнездах: высота лидирующих в гнездах деревьев и диаметры оцениваемых в гнездах других деревьев сосны кедровой сибирской. Противоположное соотнесение диаметра ствола и высоты в формулах селекционного коэффициента и относительной высоты является причиной

противоположных тенденций изменения средних значений селекционного коэффициента от деревьев первого ранга к последующим.

Средние значения относительной высоты от 100 и меньше и селекционного коэффициента – от 0,5 до 1 и более у деревьев 1-2 рангов говорят об удовлетворительном состоянии деревьев в гнездах.

В более густых гнездах меньшая величина относительной высоты и ее малая изменчивость указывают на небольшое взаимное угнетение между деревьями, росших в лучших условиях освещения, чем гнезда, в которых из-за недостатка света сохранилось меньше деревьев.

В 2019 году на участках с сосной кедровой сибирской, выросших в условиях с неодинаковой освещенностью (13,1 тыс. люкс при полноте осинового полога 0,4-0,5 и 5,4 тыс. люкс при полноте 0,7), отмечено превышение диаметров ствола у деревьев первого варианта (таблица 4.7).

Таблица 4.7 – Диаметр ствола 60-летних деревьев в культурах с разной освещенностью, см

Полнота	$X_{ср.}$	± m	± σ	P, %	V, %	$t_ф$ при t_{05} = 2,04
Все деревья						
0,7	17,9	0,67	8,6	3,7	48,3	2,18
0,4-0,5	19,6	0,40	9,1	2,0	46,5	
Лидирующие деревья						
0,7	23,2	1,75	8,9	7,5	38,5	0,30
0,4-0,5	23,8	0,90	7,1	4,0	29,8	

Средний диаметр ствола деревьев сосны кедровой сибирской, росших при меньшей полноте древесного полога, равен 19,6±0,40 см, коэффициент варьирования при этом равен 46,5 %, уровень изменчивости признака очень высокий.

Диаметр ствола деревьев, выросших в условиях меньшей освещенности, составил 17,9±0,67 см при коэффициенте варьирования 48,3 %. Различия подтверждаются статистической обработкой.

Диаметр ствола деревьев-лидеров к 60 годам составлял 23,2-23,8 см без достоверных различий между вариантами опыта.

Между числом деревьев в гнездах и освещенностью гнезд установлена прямая тесная достоверная связь (r = 0,74±0,169).

Выводы по главе:

1. В «гнездах» сосны кедровой сибирской с возрастом происходит естественный отбор, при котором деревья наименьших рангов начинают переходить в категорию отпада. В более густых «гнездах» конкуренция деревьев до 58-летнего возраста была меньше, о чем свидетельствует более высокий селекционный коэффициент при его меньшей изменчивости.

2. Сохранность и рост подпологовых культур сосны кедровой сибирской зависит от способа посадки. Лучшей сохранностью и умеренным ростом характеризуются культуры при гнездовых посадках рядами в плужные борозды при минимальных трудозатратах по уходу.

3. На невысокую сохранность культур, созданных гнездовым способом в площадки, повлияло усиленное разрастание травянистой растительности в условиях достаточного освещения. При этом способе посадки отмечен лучший рост оставшихся живых деревьев сосны кедровой сибирской при больших трудозатратах по уходу.

3. Освещенность оказывает влияние на сохранность и рост культур сосны кедровой сибирской. Чем ниже освещенность, тем интенсивнее отпад деревьев в группах. С увеличением освещенности увеличивается средний диаметр ствола деревьев сосны кедровой сибирской. Однако на диаметр ствола лидирующих деревьев в «гнездах» освещенность существенного влияния не оказывает.

5 ОЦЕНКА РОСТА СОСНЫ КЕДРОВОЙ СИБИРСКОЙ В ПОДПОЛОГОВЫХ КУЛЬТУРАХ УЧАСТКА «ГОРНЫЙ-1»

Подпологовые культуры сосны кедровой сибирской разной географической принадлежности обследованы через 48-55 лет после их создания в 1964 г. четырехлетними сеянцами (рисунок 5.1).

Рисунок 5.1 – Участок «Горный-1»

В 2012 г. сосна обыкновенная, произрастающая во время создания кедровых культур под пологом березового древостоя в подросте, встречалась в количестве 150 шт./га и имела среднюю высоту 22,8±0,18 м.

В насаждении за истекший период сформировалось второе поколение подроста сосны обыкновенной с густотой 250 шт./га, которое осенью 2016 г. имело среднюю высоту 15 м, диаметр ствола на высоте груди 14,5 см.

В 52-летнем биологическом возрасте средняя высота подпологовых деревьев сосны кедровой сибирской равнялась 3,9 ± 0,13 м, диаметр ствола на высоте 1,3 м был равен 3,3 ± 0,13 см (таблица 5.1).

Таблица 5.1 - Показатели роста подпологовых культур в 2012 г.

Показатель	$X_{ср.}$	± m	± σ	V, %	P, %
Высота, м	3,9	0,13	2,08	53,1	3,2
Диаметр ствола, см	3,3	0,13	2,13	63,6	3,8
Диаметр кроны, м	1,4	0,04	0,62	44,8	2,8
Протяженность бессучковой зоны, м	1,3	0,04	0,70	54,0	3,4
Длина хвои, см	10,9	0,10	1,64	15,0	0,9

Сосна кедровая сибирская под пологом леса сформировала к 52-летнему возрасту крону со средним диаметром 1,4 ± 0,04 м, протяженностью 1,3 ± 0,04 м, объемом 2,0 $м^3$.

Выявлен средний уровень изменчивости по длине хвои и очень высокий у других изученных показателей. Максимальным коэффициентом варьирования отличается диаметр ствола на высоте 1,3 м.

Весной 2016 г. на данном объекте прошел обильный снегопад, а следом сильный ветер. Сочетание этих двух факторов сказалось фатальным образом на подпологовых культурах: значительная часть деревьев вывалена с корнем. Оставшиеся деревья осенью 2016 г. имели среднюю высоту 6,0 ± 0,57 м, диаметр ствола на высоте 1,3 м – 5,7 ± 0,57 см, диаметр кроны - 2,1 ± 0,15 м. Текущий прирост в высоту 56-летних деревьев равнялся 11,8 ± 1,16 см (таблица 5.2).

Таблица 5.2 - Показатели роста подпологовых культур в 2016 г.

Показатель	$X_{ср.}$	± m	± σ	V, %	P, %
Высота, м	6,0	0,57	2,76	45,8	9,5
Текущий прирост в высоту, см	11,8	1,16	5,54	47,0	9,8
Диаметр ствола, см	5,7	0,57	2,72	47,5	9,9
Диаметр кроны, м	2,1	0,15	0,69	33,0	7,1
Протяженность бессучковой зоны, м	1,8	0,11	0,55	31,2	6,2
Длина хвои, см	11,0	0,38	1,78	16,3	3,5

За четыре года наблюдений средний объем кроны деревьев увеличился в 3,6 раз и составил 7,3 $м^3$.

В 56-летнем биологическом возрасте выявлен высокий уровень изменчивости по размерам кроны (диаметру и протяженности) и очень высокий по высоте, диаметру ствола и текущему приросту в высоту.

5.1 Оценка роста культур сосны кедровой сибирской разного географического происхождения

Для исследования географической изменчивости роста деревьев сосны кедровой сибирской, растущих в подпологовых культурах, изучены секции, созданные из семян разных мест сбора.

Средняя высота потомств разного географического происхождения в 2012 году изменялась от 3,2 м до 4,5 м, диаметр ствола, измеренный на высоте 0,1 м от поверхности почвы, – от 3,5 до 4,8 см.

Средняя высота сосны кедровой сибирской местного (бирюсинского) происхождения равна 3,6 ± 0,25 м, средний диаметр ствола на высоте 0,1 м составил 3,5 ± 0,24 см (таблица 5.3).

Таблица 5.3 – Показатели бирюсинской сосны кедровой сибирской

Показатель	$X_{ср.}$	± m	± σ	V, %	P, %
Высота, м	3,6	0,25	1,82	50,6	7,0
Диаметр ствола на 0,1 м, см	3,5	0,24	2,02	55,2	6,7
Протяженность бессучковой зоны, м	1,0	0,06	0,50	50,5	6,7
Диаметр кроны, м	1,3	0,08	0,65	49,7	6,5
Протяженность кроны, м	2,6	0,23	1,69	65,7	9,1

52-летнее потомство бирюсинской популяции сформировало крону со средним диаметром 1,3 ± 0,08 м, протяженностью 2,6 ± 0,23 м. Объем кроны равнялся 1,7 $м^3$. Уровень изменчивости всех представленных в таблице 5.3 биометрических показателей характеризуется как очень большой.

В потомстве каждого географического происхождения к 52-летнему биологическому возрасту произошла дифференциация деревьев с выделением лидеров. Приросты в высоту лидирующих особей бирюсинского происхождения за период 2001-2012 гг. составляли от 6 до 36 см (приложение А, таблица А1).

Значения средних приростов по годам колебались от 12,6 см до 17,3 см (рисунок 5.2). Уровень варьирования признаков по годам – большой.

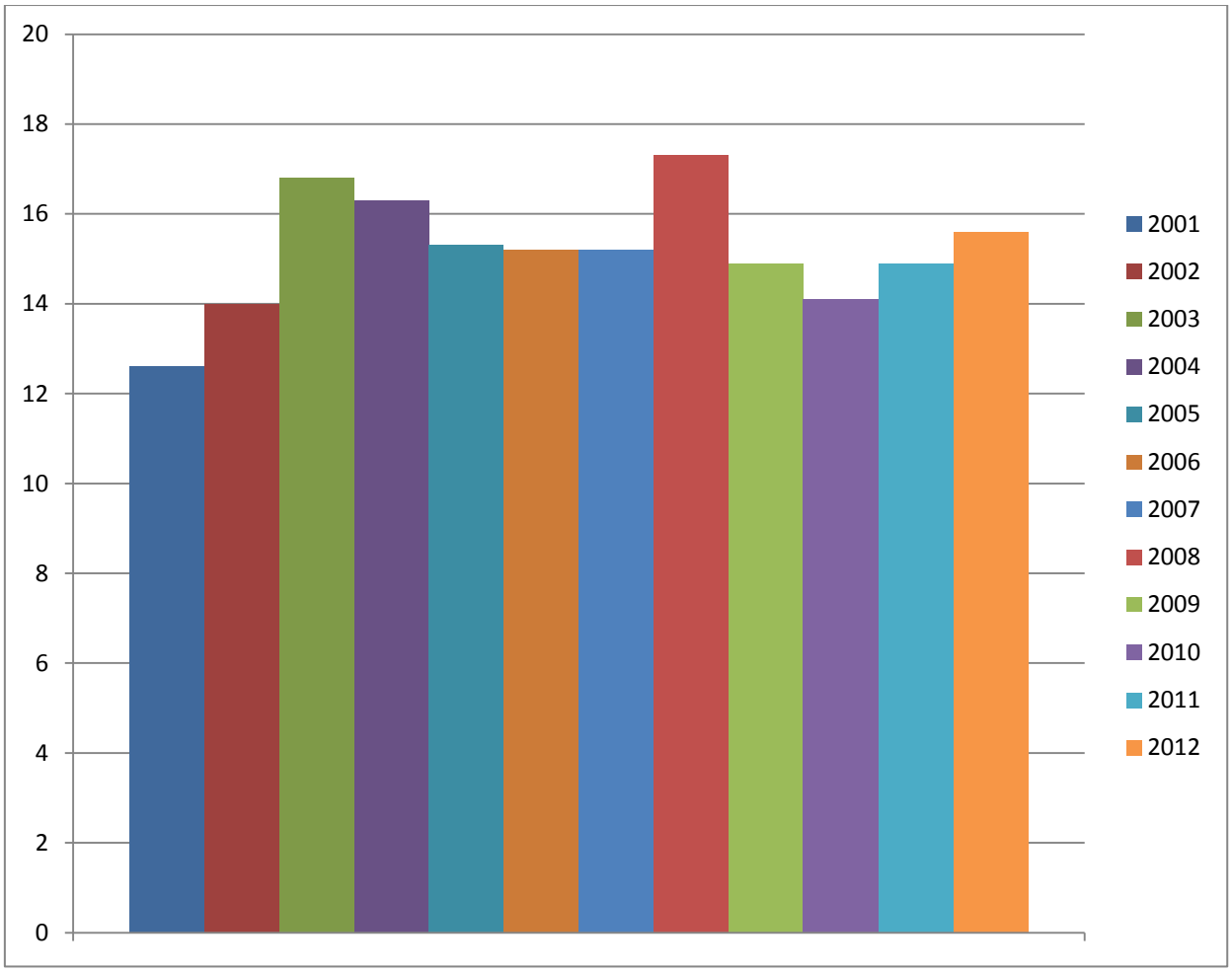

Рисунок 5.2 – Средний прирост в высоту лидирующих деревьев бирюсинской сосны кедровой сибирской, см

Потомство сосны кедровой сибирской бурятского происхождения характеризовалось средней высотой 3,2 ± 0,19 м, диаметром ствола 3,5 ± 0,21 см. Коэффициент варьирования изученных показателей роста составил от 35,2 до 51,8 % (таблица 5.4).

Прирост в высоту деревьев-лидеров бурятского климатипа колебался за предшествующие 12 лет роста от 5 см до 23 см (приложение А, таблица А.2).

Средние приросты по годам варьировали от 12,8 ± 0,81 см до 18,3 ± 0,97 см (рисунок 5.3).

Таблица 5.4 – Показатели сосны кедровой сибирской бурятского климатипа

Показатель	$X_{ср.}$	± m	± σ	V, %	P, %
Высота, м	3,2	0,19	1,31	41,5	5,9
Диаметр ствола на 0,1 м, см	3,5	0,21	1,58	45,3	6,0
Диаметр кроны, м	1,3	0,07	0,46	35,2	5,4
Протяженность бессучковой зоны, м	1,0	0,06	0,42	43,5	6,6
Протяженность кроны, м	2,2	0,17	1,14	51,8	7,7

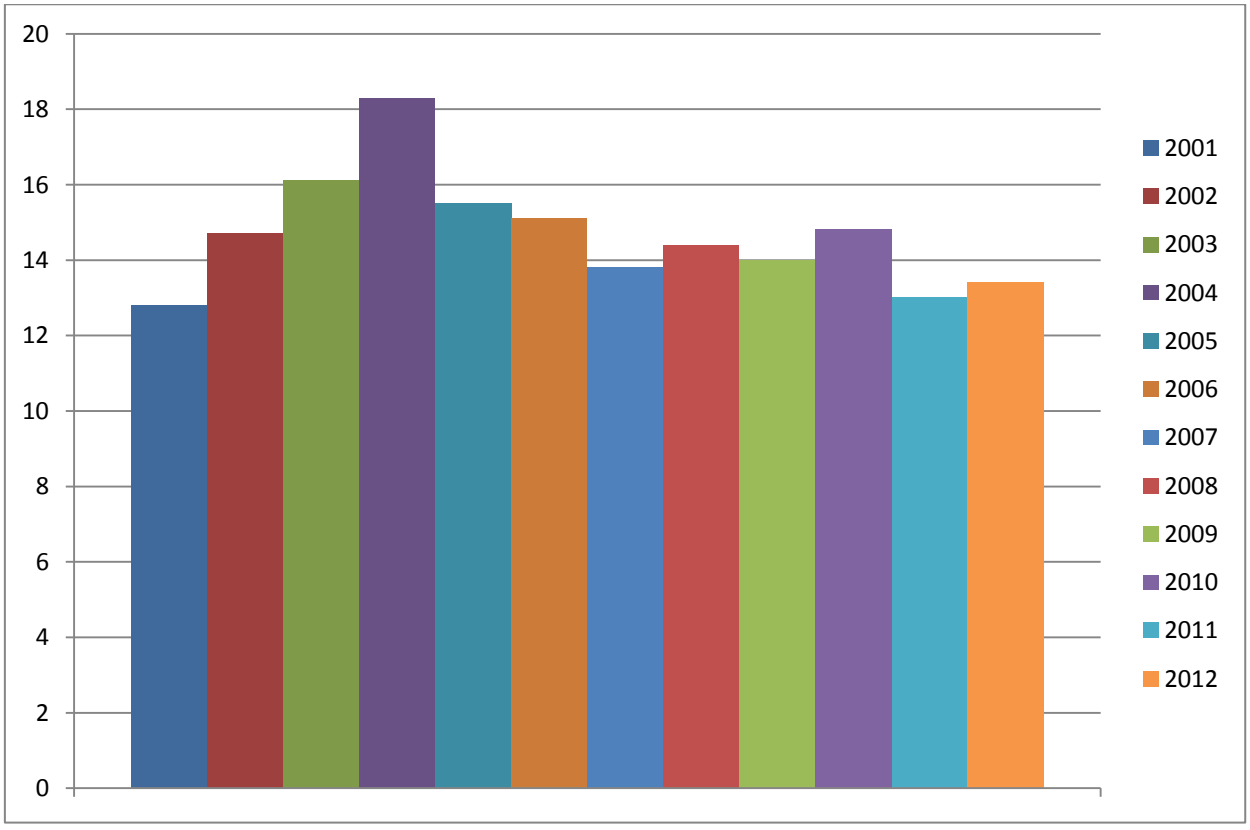

Рисунок 5.3 – Средний прирост в высоту лидирующих деревьев бурятской сосны кедровой сибирской, см

Потомство якутского происхождения сосны кедровой сибирской к 52-летнему биологическому возрасту имело среднюю высоту 3,5 ± 0,20 м, диаметр ствола на высоте 10 см от поверхности почвы был равен 3,5 ± 0,22 см (таблица 5.5).

Таблица 5.5 – Показатели сосны кедровой сибирской якутского происхождения

Показатель	$X_{ср.}$	± m	± σ	V, %	P, %
Высота, м	3,5	0,20	1,27	36,5	5,8
Диаметр ствола на 0,1 м, см	3,5	0,22	1,65	47,2	6,3
Диаметр кроны, м	1,2	0,08	0,53	41,2	6,3
Протяженность бессучковой зоны, м	0,8	0,05	0,38	45,1	6,9
Протяженность кроны, м	2,6	0,17	1,14	42,8	6,6

Объем кроны сосны кедровой сибирской якутского происхождения равнялся 1,49 $м^3$.

Приросты деревьев-лидеров в высоту составили от 5 до 32 см с 2001 по 2012 годы (приложение А, таблица А.3). Средние приросты по годам формирования равны от 10,8 см в 2002 и 2003 гг. до 16,1 см в 2010 г. (рисунок 5.4).

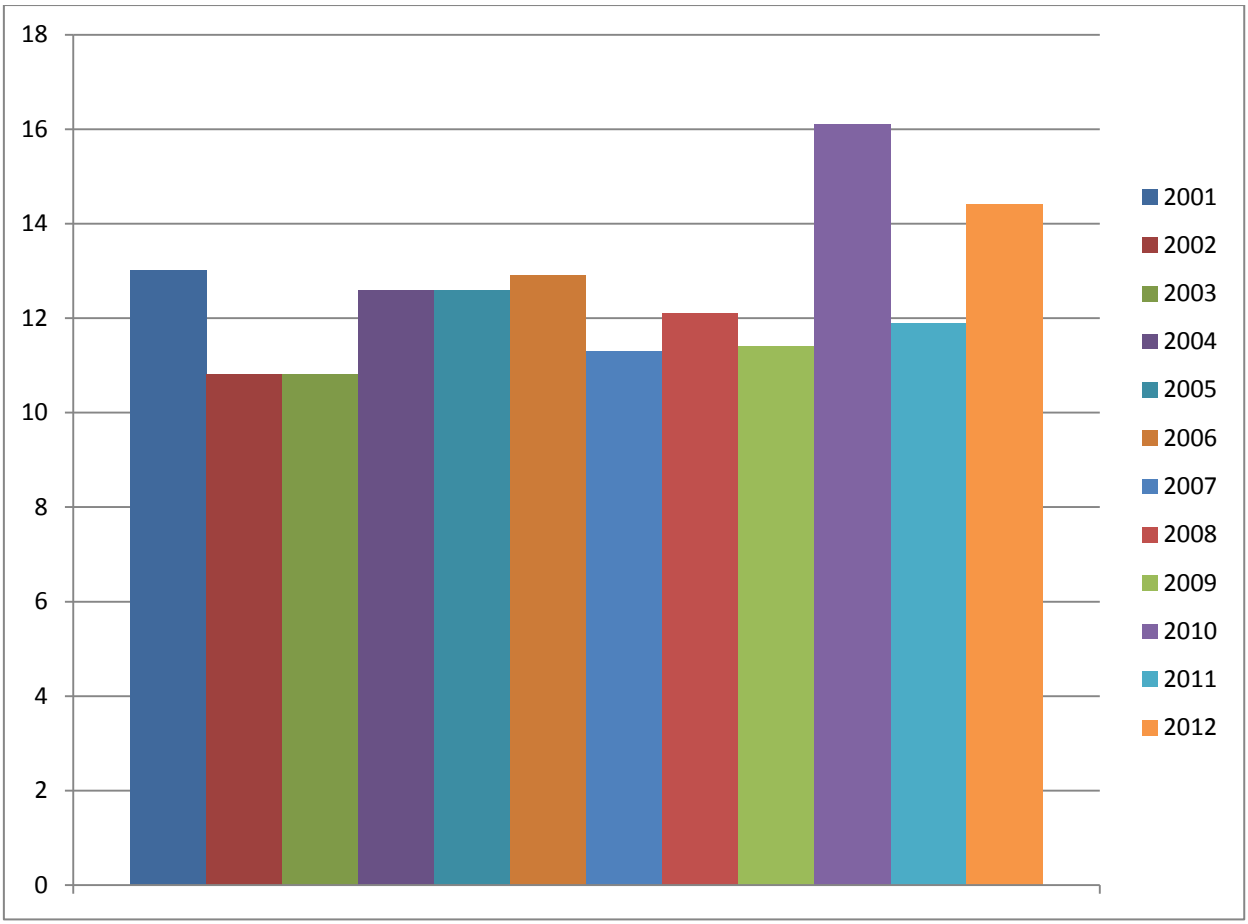

Рисунок 5.4 – Средний прирост в высоту лидирующих деревьев якутской сосны кедровой сибирской, см

При анализе биометрических показателей потомства сосны кедровой сибирской тюменского происхождения установлено, что растения данного варианта отличаются хорошим ростом на исследуемом объекте. Их высота составила 3,9 м, диаметр ствола на высоте 0,1 м равнялся 4,5 см (таблица 5.6). Уровень изменчивости изученных показателей большой и очень большой.

К 52-летнему возрасту деревья тюменского происхождения сформировали крону протяженностью 2,8 ± 0,27 м, диаметром 1,5 ± 0,14 м и объемом 2,5 м^3.

Таблица 5.6 – Показатели сосны кедровой сибирской тюменского происхождения

Показатель	$X_{ср.}$	± m	± σ	V, %	P, %
Высота, м	3,9	0,35	1,48	38,0	8,9
Диаметр ствола, см	4,5	0,50	2,57	57,0	11,2
Диаметр кроны, м	1,5	0,14	0,66	41,8	9,1
Протяженность бессучковой зоны м	1,2	0,12	0,59	49,7	10,8
Протяженность кроны, м	2,8	0,27	1,24	43,9	9,5

Средние приросты лидирующих деревьев по годам формирования составляли от 13,9 см до 17,9 см (рисунок 5.5).

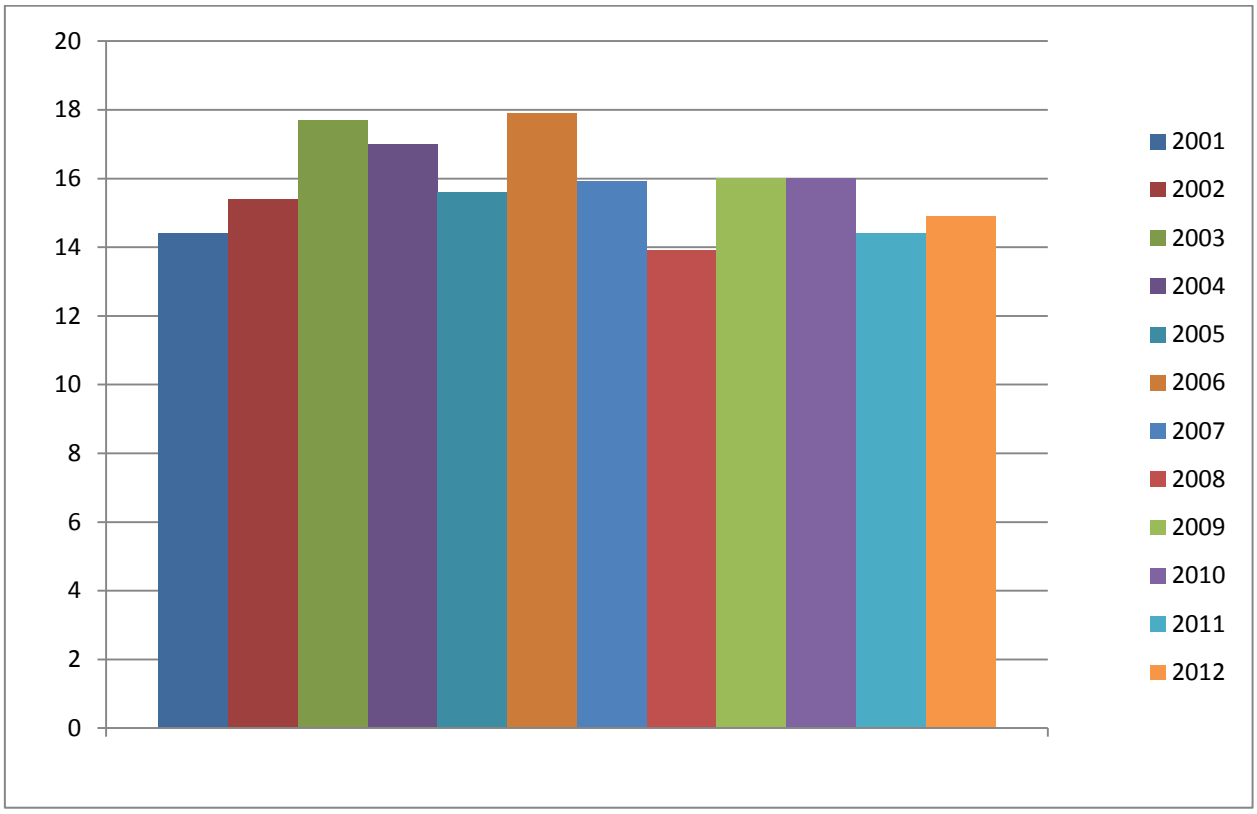

Рисунок 5.5 – Средний прирост в высоту лидирующих деревьев тюменской сосны кедровой сибирской, см

Значения приростов у деревьев сосны кедровой сибирской тюменского происхождения варьировали от 5 до 32 см (приложение А, таблица А.4).

Средняя высота сосны кедровой сибирской читинского происхождения была равна в 2012 г. 4,5 ± 0,27 м. Диаметр ствола на 0,1 м от поверхности почвы составил 4,8 ± 0,32 см (таблица 5.7).

Таблица 5.7 – Показатели сосны кедровой сибирской читинского происхождения

Показатель	$X_{ср.}$	± m	± σ	V, %	P, %
Высота, м	4,5	0,27	2,37	50,7	5,9
Диаметр ствола, см	4,8	0,32	2,81	58	6,7
Диаметр кроны, м	1,4	0,08	0,70	49	6,1
Протяженность бессучковой зоны, м	1,9	0,09	0,74	39	4,9
Протяженность кроны, м	2,9	0,24	1,95	65,3	8,1

Читинское потомство сосны кедровой сибирской в условиях подпологовых культур сформировало крону диаметром 1,4 ± 0,08 м, протяженностью 2,9 ± 0,24 м и объемом 2,23 $м^3$.

Годичные приросты в высоту у деревьев читинского происхождения варьировали от 6 см до 35 см (приложение А, таблица А.5). Средние приросты лидирующих деревьев колебались от 14,9 см до 24,4 см (рисунок 5.6).

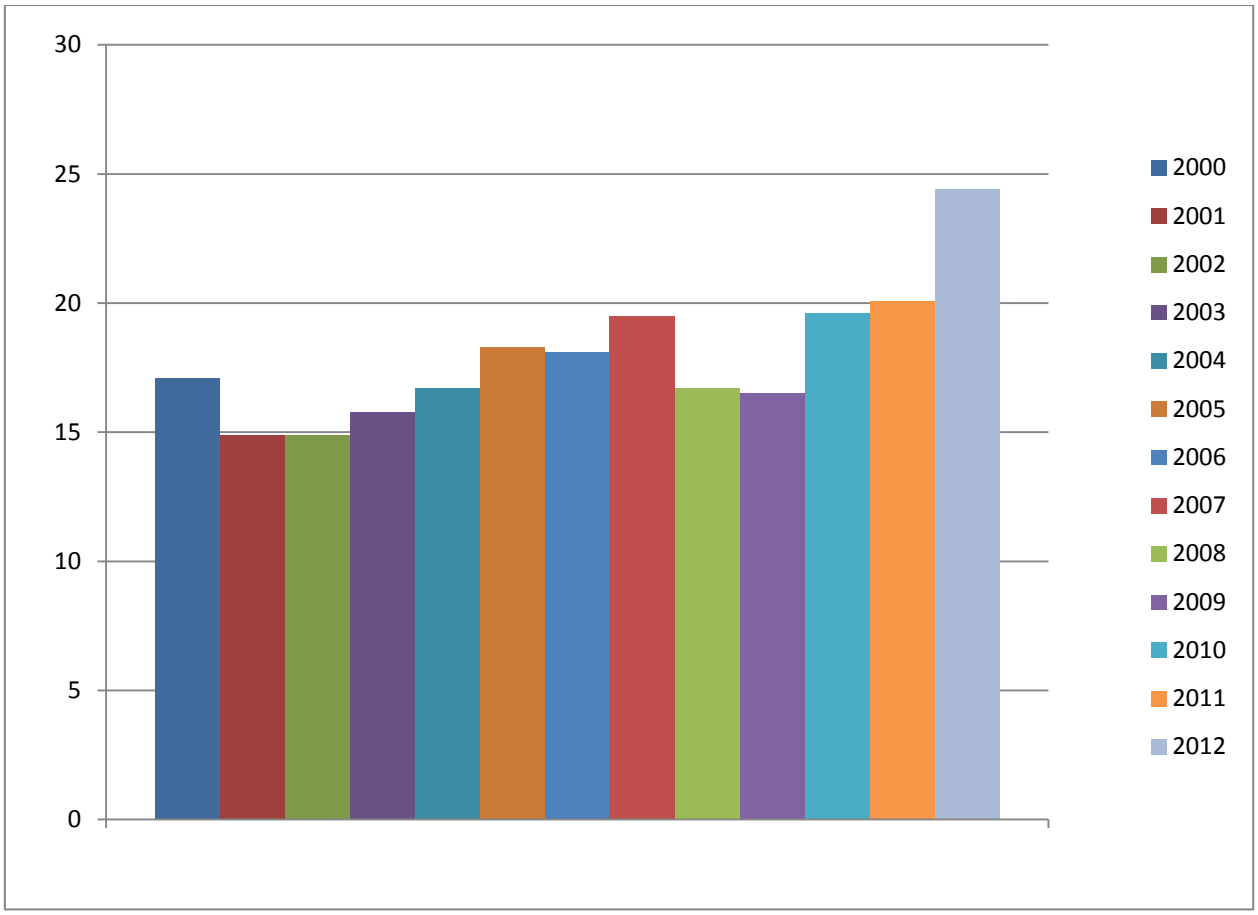

Рисунок 5.6 – Средний прирост в высоту лидирующих деревьев читинской сосны кедровой сибирской, см

Потомство сосны кедровой сибирской тувинского происхождения в 52-летнем биологическом возрасте имело среднюю высоту 4,3 ± 0,34 м, диаметр ствола на высоте 10 см - 4,1 ± 0,32 см, диаметр кроны 1,5 ± 0,09 м (таблица 5.8). Объем кроны составил 2,47 м^3.

Уровень варьирования изученных биометрических показателей высокий и очень высокий. Наибольший коэффициент изменчивости выявлен по протяженности кроны (V = 72,1 %).

Значения приростов деревьев в высоту за исследуемый период колебались от 5 до 38 см (приложение А, таблица А.6). Текущие приросты деревьев-лидеров колебались за период с 2000 по 2012 гг. от 14,8 см до 20,8 см (рисунок 5.7).

Таблица 5.8 – Показатели сосны кедровой сибирской тувинского происхождения

Показатель	$X_{ср.}$	± m	± σ	V, %	P, %
Высота, м	4,3	0,34	2,49	57,9	7,9
Диаметр ствола, см	4,1	0,32	2,61	62,3	7,7
Диаметр кроны, м	1,5	0,09	0,64	42,6	6,0
Протяженность бессучковой зоны, м	1,4	0,08	0,61	41,5	5,8
Протяженность кроны, м	2,8	0,28	2,03	72,1	10,0

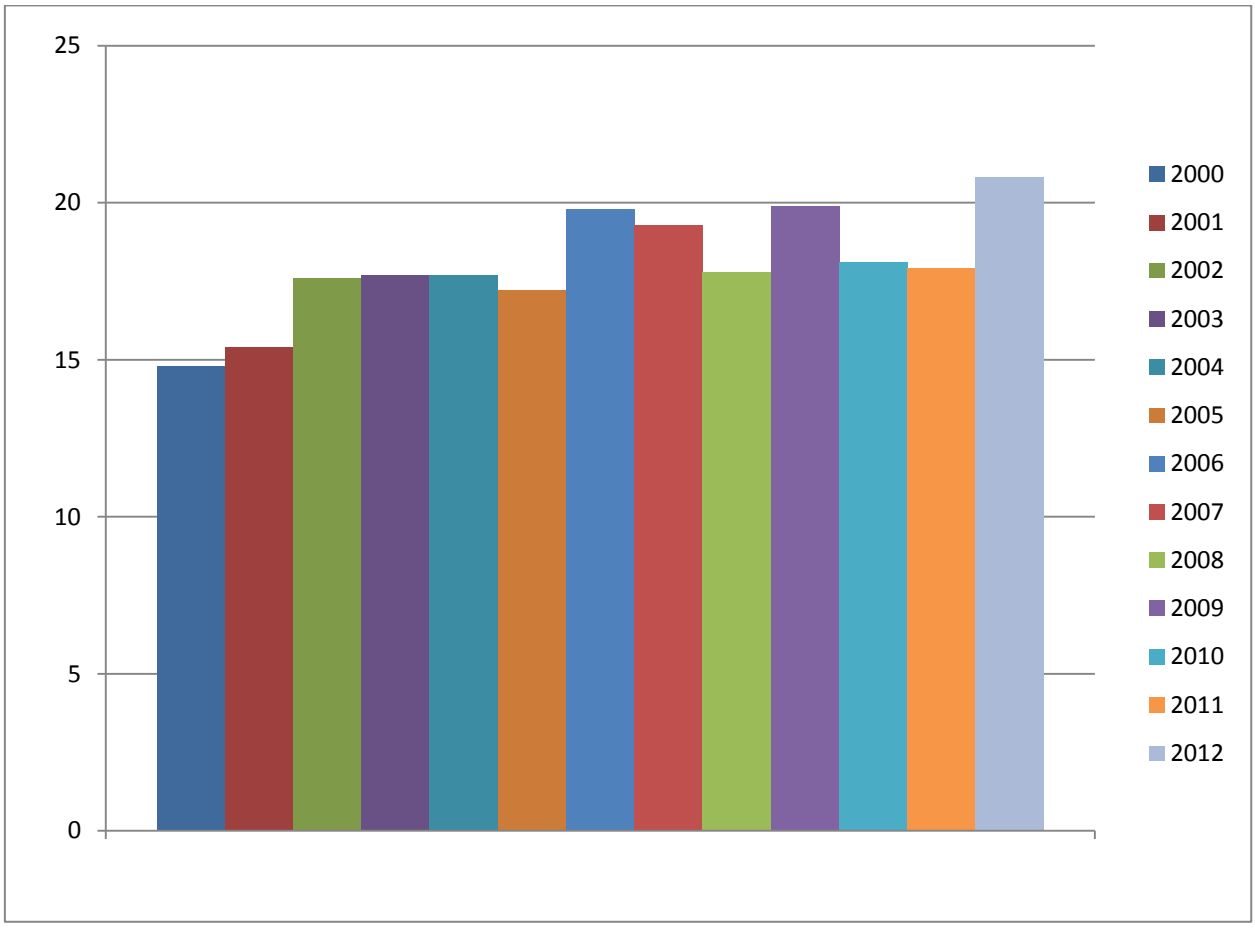

Рисунок 5.7 – Средний текущий прирост в высоту лидирующих деревьев тувинской сосны кедровой сибирской, см

Проведен анализ среднего прироста центрального побега в высоту у лидирующих деревьев в зависимости от их географического происхождения за период с 42 до 52 лет (таблица 5.9).

Таблица 5.9 – Среднепериодический прирост центрального побега в высоту у лидирующих деревьев, см

Регион происхождения	$X_{ср.}$	± m	V, %	P, %	$t_ф$ при t_{05}=2,04	
					$t_{ф1}$	$t_{ф2}$
Бирюса	15,2	0,40	31,7	2,6	-	4,83
Бурятия	13,6	0,34	29,8	2,5	3,05	8,14
Якутия	12,5	0,44	38,5	3,5	4,54	9,04
Тюмень	15,8	0,52	32,0	3,3	0,91	3,29
Чита	17,9	0,42	30,4	2,3	4,66	0,17
Тыва	18,0	0,42	38,0	2,3	4,83	-

Наибольшее значение прироста в высоту с 42 до 52 лет выявлено у потомств сосны кедровой сибирской тувинского и читинского происхождения. Достоверно меньшие приросты в сравнении с потомством местного (бирюсинского) происхождения в условиях подпологовых культур пригородной зоны Красноярска характеризуется потомство якутского и бурятского климатипов. Отмечен высокий уровень изменчивости изученного показателя у потомств всех происхождений.

При сравнительном анализе роста потомств сосны кедровой сибирской разной географической принадлежности на участке «Горный-1» выявлено превышение по высоте у потомств читинской, тувинской и тюменской популяций (таблица 5.10).

Таблица 5.10 – Сравнительный анализ высоты деревьев разной географической принадлежности

Регион происхождения	$X_{ср.}$	$\pm m$	$t_{ф1}$	$t_{ф2}$
Бирюса	3,6	0,25	-	2,45
Бурятия	3,2	0,19	1,27	3,94
Якутия	3,5	0,20	0,31	2,98
Тюмень	3,9	0,35	0,69	1,36
Чита	4,5	0,27	2,45	-
Тыва	4,3	0,34	1,65	0,46

*при $t_{05} = 2,04$

Превышение по диаметру ствола отмечено у потомств читинского, тюменского и тувинского климатипов (таблица 5.11).

Таблица 5.11 – Сравнительный анализ диаметра ствола деревьев разных географических вариантов

Регион происхождения	$X_{ср.}$	$\pm m$	$t_{ф1}$	$t_{ф2}$
Бирюса	3,5	0,24	-	3,25
Бурятия	3,5	0,21	0	3,40
Якутия	3,5	0,23	0	3,30
Тюмень	4,5	0,50	1,80	0,51
Чита	4,8	0,38	3,25	-
Тыва	4,1	0,32	1,50	1,55

*при $t_{05} = 2,04$

К 52-летнему биологическому возрасту деревья сосны кедровой сибирской в условиях подпологовых культур в пригородной зоне Красноярска сформировали крону со средним диаметром от 1,2 ± 0,08 м у потомства якутского происхождения до 1,5 ± 0,14 м у тувинского климатипа без достоверных различий между секциями (таблица 5.12).

Таблица 5.12 - Диаметр кроны сосны кедровой сибирской в зависимости от географической принадлежности, м

Регион происхождения	$X_{ср.}$	± m	± σ	V, %	P, %	$t_ф$ при t_{05} = 2,04
Бирюса	1,3	0,08	0,65	49,7	6,5	-
Бурятия	1,3	0,07	0,46	35,2	5,4	0
Якутия	1,2	0,08	0,53	41,2	6,3	0,90
Тюмень	1,5	0,14	0,66	41,8	9,1	1,24
Чита	1,4	0,08	0,70	49,0	6,1	0,90
Тыва	1,5	0,09	0,64	42,6	6,02	1,66

Превышением по объему кроны характеризуются потомства тувинского и тюменского климатипов (рисунок 5.8).

В 2016 г. деревья сосны кедровой сибирской достигли 56-летнего биологического возраста. Средний диаметр ствола на высоте 0,1 м у деревьев, лидирующих в площадках, был равен 5,0 см, колеблясь среди потомств разного географического происхождения от 3,6 до 6,2 см. Преобладание по диаметру ствола отмечалось у деревьев-лидеров читинской и тувинской популяций (таблица 5.13).

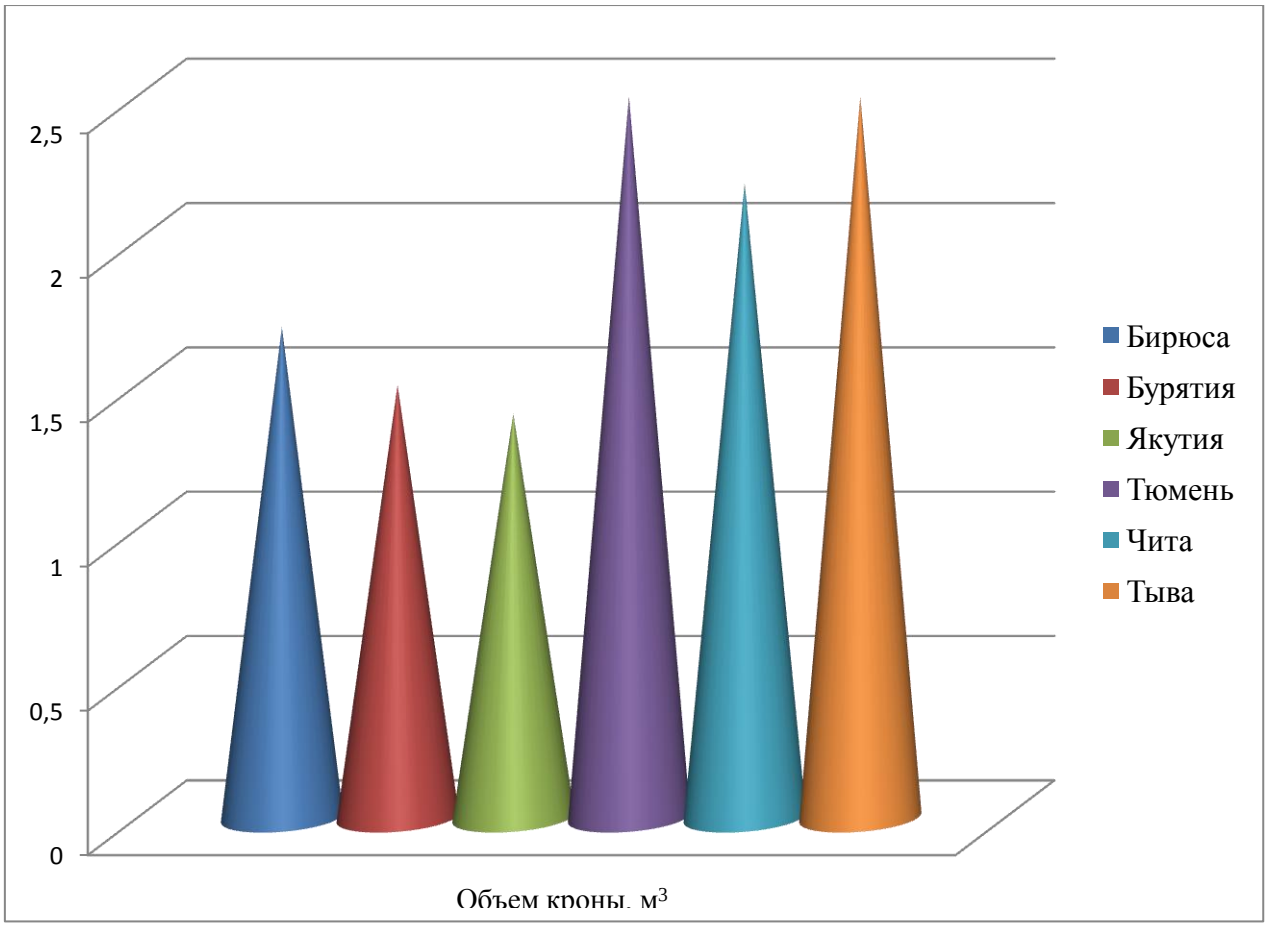

Рисунок 5.8 – Объем кроны деревьев разных популяций, $м^3$

Таблица 5.13 – Диаметр ствола деревьев-лидеров разных географических вариантов, см

Регион происхождения	$X_{ср.}$	± m	± σ	V, %	P, %
Бирюса	4,9	0,22	1,90	39,0	4,5
Бурятия	3,8	0,19	1,52	41,1	5,1
Якутия	3,6	0,21	1,86	48,3	5,5
Чита	6,2	0,32	2,44	39,2	5,1
Тыва	6,2	0,38	2,50	40,6	6,1

Уровень изменчивости диаметра ствола по всем изученным потомствам отмечен как высокий. Превышением по диаметру ствола на высоте 0,1 м характеризуются потомства тувинской (6,2 ± 0,38 см) и читинской (6,2 ± 0,32 см) популяций. Меньший диаметр ствола отмечен у потомств якутского (3,6 ± 0,21 см) и бурятского климатипов (3,8 ± 0,19 см).

В 2019 году диаметр ствола сосны кедровой сибирской на участке «Горный-1» составил в среднем 6,2 ± 2,49 см на высоте 1,3 м. Деревья сосны кедровой сибирской имели диаметр на высоте 1,3 м от 0,4 см до 14,8 см в зависимости от географического происхождения. Максимальное значение среднего диаметра ствола отмечено у деревьев тувинского происхождения (6,6 ± 0,42 см), Минимальным диаметром ствола характеризовалось потомство бурятского происхождения (4,0 ± 0,21 см).

Диаметры ствола сосны кедровой сибирской разной географической принадлежности на высоте 1,3 м отображены на рисунке 5.9.

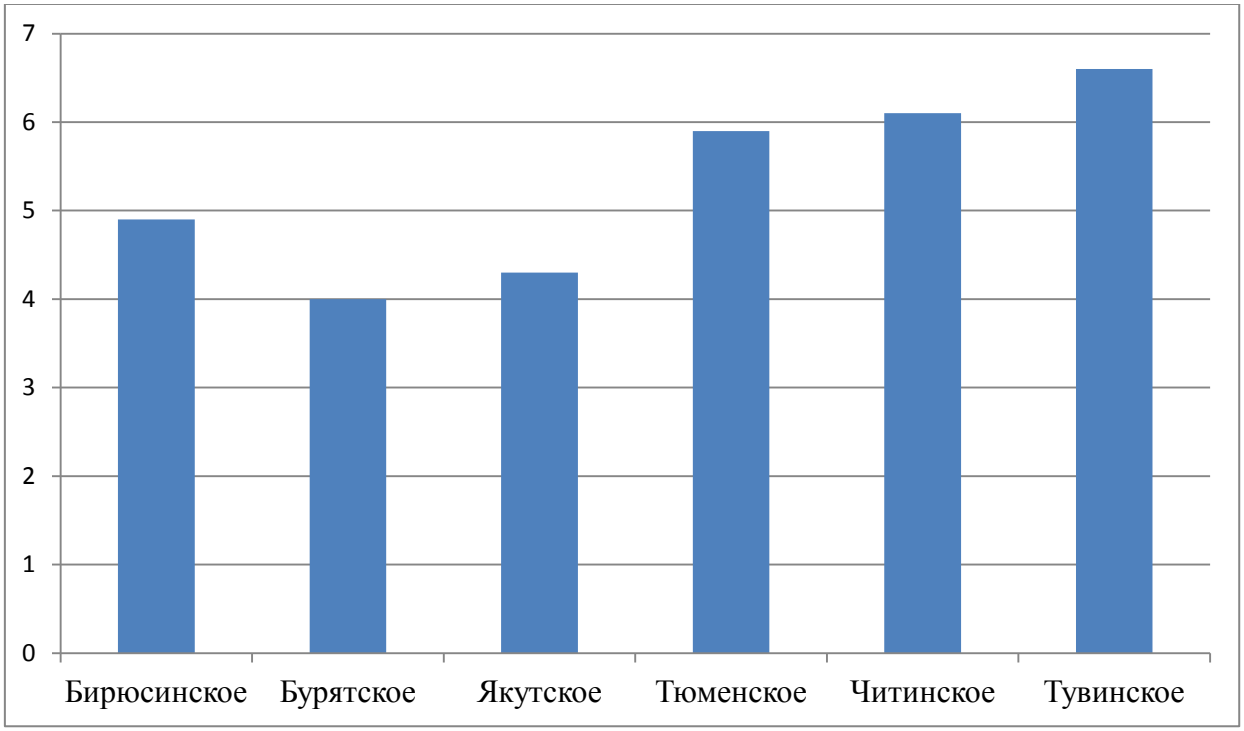

Рисунок 5.9 - Диаметр ствола деревьев разных географических вариантов в 2019 г., см

Изучены показатели хвои, характеризующие жизненное состояние деревьев: длина и продолжительность жизни на дереве.

Хвоя сосны кедровой сибирской разного географического происхождения, образованная в период с 2008 по 2016 гг., имела среднюю длину от 9,1 см до 13,1 см (таблица 5.14).

Таблица 5.14 – Длина хвои сосны кедровой сибирской разного географического происхождения, см

Географическое происхождения	$X_{ср.}$	± m	± σ	V, %	P, %	$t_ф$ при t_{05}=2,04
1	2	3	4	5	6	7
2016						
Бирюсинское	11,0	0,63	1,26	11,5	5,7	-
Бурятское	11,9	0,88	1,52	12,8	7,4	0,83
Якутское	9,7	0,51	1,14	11,8	5,3	1,60
Читинское	12,3	0,92	1,59	12,9	7,5	1,17
Тувинское	11,2	1,10	2,21	19,7	9,8	0,16
2015						
Бирюсинское	10,8	0,84	1,87	17,3	7,7	-
Бурятское	11,5	0,46	1,02	8,9	4,0	0,73
Якутское	11,1	0,69	1,54	13,8	6,2	0,28
Читинское	13,1	0,64	1,11	8,5	4,9	2,18
Тувинское	12,2	0,68	1,36	11,1	5,5	1,30
2014						
Бирюсинское	10,7	0,85	1,90	17,8	7,9	-
Бурятское	11,3	0,54	1,07	9,5	4,7	0,60

Продолжение табл. 5.14

1	2	3	4	5	6	7
Якутское	9,6	0,70	1,56	16,2	7,2	1,00
Читинское	11,7	0,74	1,28	11,0	6,3	0,89
Тувинское	11,8	0,37	0,74	6,3	3,2	1,19
2013						
Бирюсинское	9,5	0,75	1,67	17,5	7,8	-
Бурятское	11,0	0,32	0,64	5,8	2,9	1,84
Якутское	10,3	0,72	1,60	15,6	7,0	0,77
Читинское	11,6	0,50	0,87	7,6	4,4	2,33
Тувинское	11,5	0,97	1,94	16,8	8,4	1,63
2012						
Бирюсинское	9,8	0,21	1,60	16,2	2,1	-
Бурятское	9,7	0,27	1,80	18,5	2,8	0,29
Якутское	9,5	0,25	1,64	17,3	2,6	0,92
Читинское	9,8	0,24	1,79	18,1	2,4	0,00
Тувинское	10,3	0,33	1,32	22,4	3,2	1,28
2011						
Бирюсинское	9,8	0,21	1,60	16,2	2,1	-
Бурятское	9,5	0,27	1,78	18,6	2,8	0,87
Якутское	9,3	0,21	1,37	14,7	2,2	1,68
Читинское	10,1	0,23	1,69	16,6	2,2	0,96
Тувинское	10,9	0,27	1,93	17,6	10,9	3,20
2010						
Бирюсинское	9,8	0,20	1,51	15,3	2,0	-
Бурятское	9,7	0,21	1,42	14,6	2,2	0,34
Якутское	9,4	0,21	1,40	14,8	2,3	1,37
Читинское	10,3	0,23	1,70	16,3	2,2	1,64

Окончание табл. 5.14

1	2	3	4	5	6	7
Тувинское	10,2	0,23	1,60	15,6	2,2	1,31
2009						
Бирюсинское	9,5	0,16	1,23	12,9	1,7	-
Бурятское	9,8	0,22	1,42	14,4	2,2	1,11
Якутское	9,1	0,21	1,34	14,7	2,3	1,38
Читинское	10,1	0,20	1,43	14,1	1,9	2,40
Тувинское	10,1	0,23	1,65	16,3	2,3	2,14
2008						
Бирюсинское	9,8	0,19	1,25	12,7	1,9	-
Бурятское	9,6	0,23	1,24	12,8	2,3	0,68
Якутское	9,1	0,31	1,21	13,4	3,4	2,02
Читинское	9,3	0,29	1,66	17,7	3,1	1,47
Тувинское	10,0	0,23	1,49	14,8	2,3	0,68

Минимальная длина хвои отмечена у потомства якутского происхождения, большей длиной хвои характеризовались потомства читинской и тувинской популяций.

Средняя длина хвои за 9 лет наблюдений представлена на рисунке 5.10. Продолжительность жизни хвои у деревьев тюменского варианта не превышала четырех лет. Длительной продолжительностью жизни хвои отличились потомства тувинской и читинской популяций, которая для данных вариантов составила шесть лет.

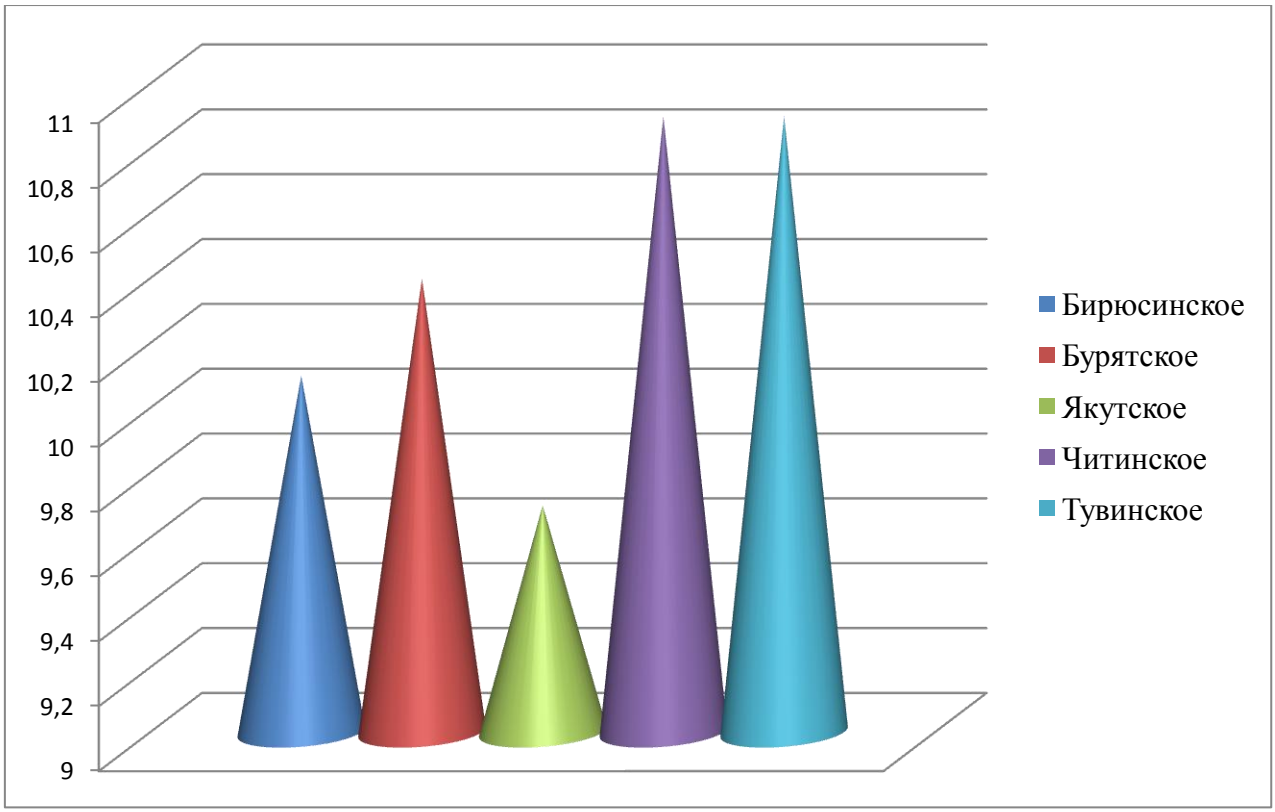

Рисунок 5.10 – Средняя длина хвои сосны кедровой сибирской разного географического происхождения с 2008 по 2016 гг., см

Была изучена надземная фитомасса модельных деревьев сосны кедровой сибирской, определенная в свежем состоянии, которая равнялась в среднем 14,1 кг, в том числе на массу ствола приходилось 69,5 %. Масса надземной части модельных деревьев варьировала от 1,02 до 51,8 кг.

Результаты измерения надземной фитомассы модельных деревьев сосны кедровой сибирской разного географического происхождения представлены в приложении Д.

Средняя надземная фитомасса модельных деревьев сосны кедровой сибирской составила от 5,2 кг (бурятское происхождение) до 24,9 кг (читинское). На массу кроны приходилось 26,2-29,9 % надземной фитомассы (рисунок 5.11).

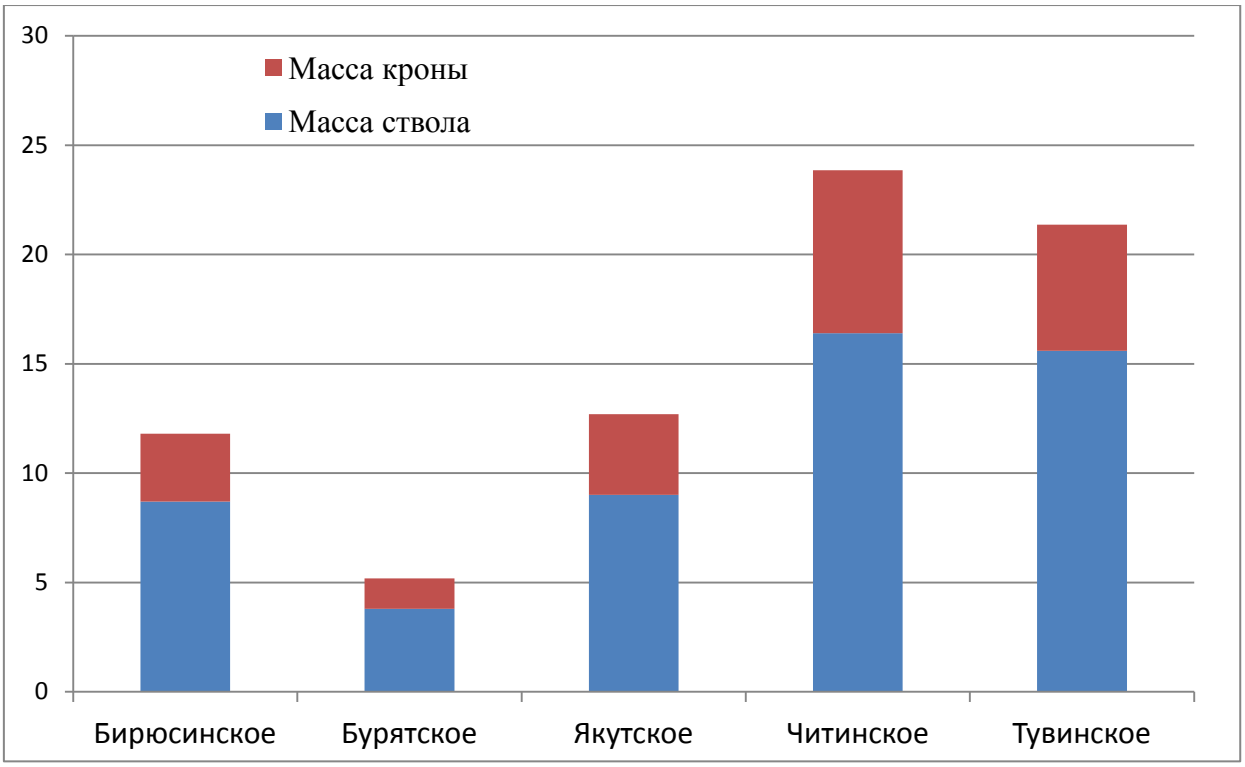

Рисунок 5.11 – Надземная фитомасса 56-летней сосны кедровой сибирской разного географического происхождения, кг

Зависимость надземной фитомассы дерева сосны кедровой сибирской от диаметра ствола в подпологовых культурах описывается уравнением Logistic Model (рисунок 5.12):

$$У=53,245/(1+216,215*\exp(-0,76X)),\ R^2 = 0,929 \qquad (5.1)$$

где У – надземная фитомасса, кг в свежем состоянии;

X – диаметр ствола на высоте 1,3 м, см.

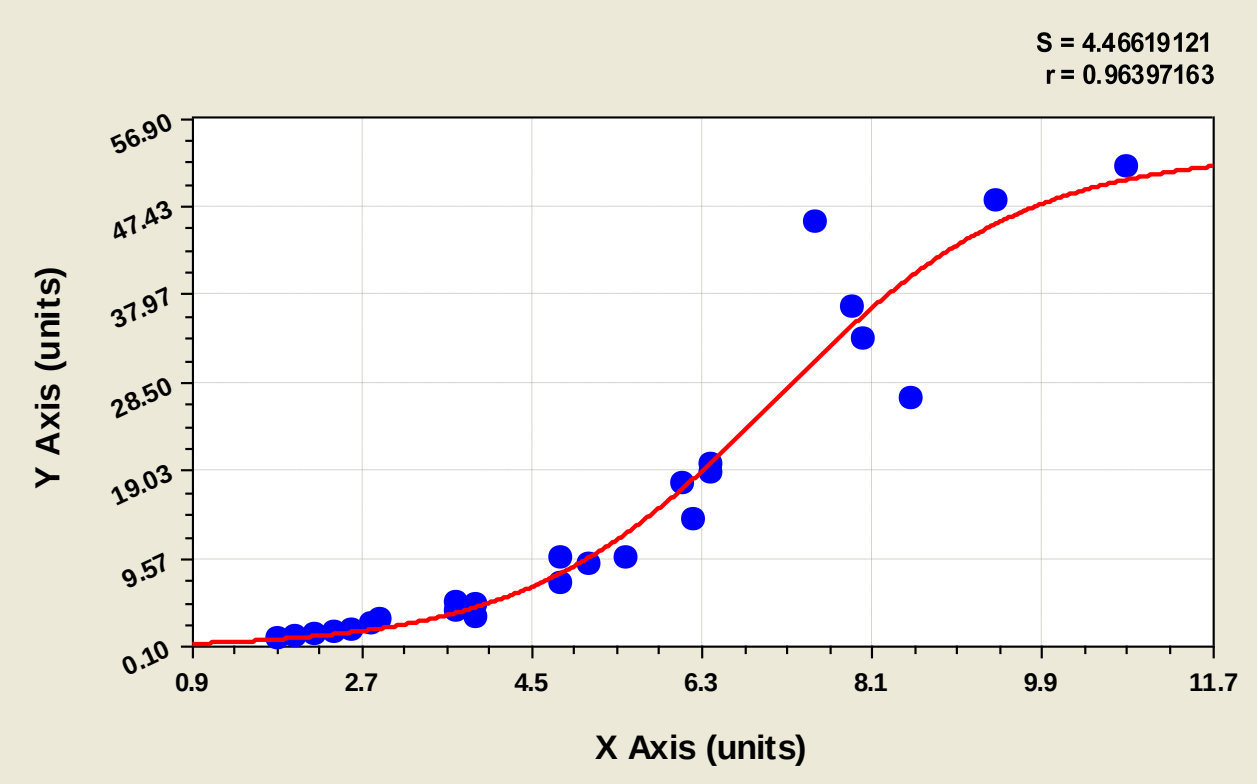

Рисунок 5.12 – Формирование надземной фитомассы сосны кедровой сибирской в зависимости от диаметра ствола, кг в свежем состоянии

Коэффициент детерминации, равный 0,929, указывает на высокую точность описания подобранным уравнением зависимости надземной фитомассы сосны кедровой сибирской в подпологовых культурах в возрасте 56 лет от их диаметра ствола на высоте груди. С помощью найденной зависимости возможно рассчитывать надземную фитомассу, сокращая временные затраты и трудоемкость исследований.

Выявлено, что под пологом леса растения сосны кедровой сибирской в 52-летнем биологическом возрасте аккумулировали углерода в зависимости от географической принадлежности от 1,35 до 2,7 кг в абсолютно сухом состоянии (рисунок 5.13).

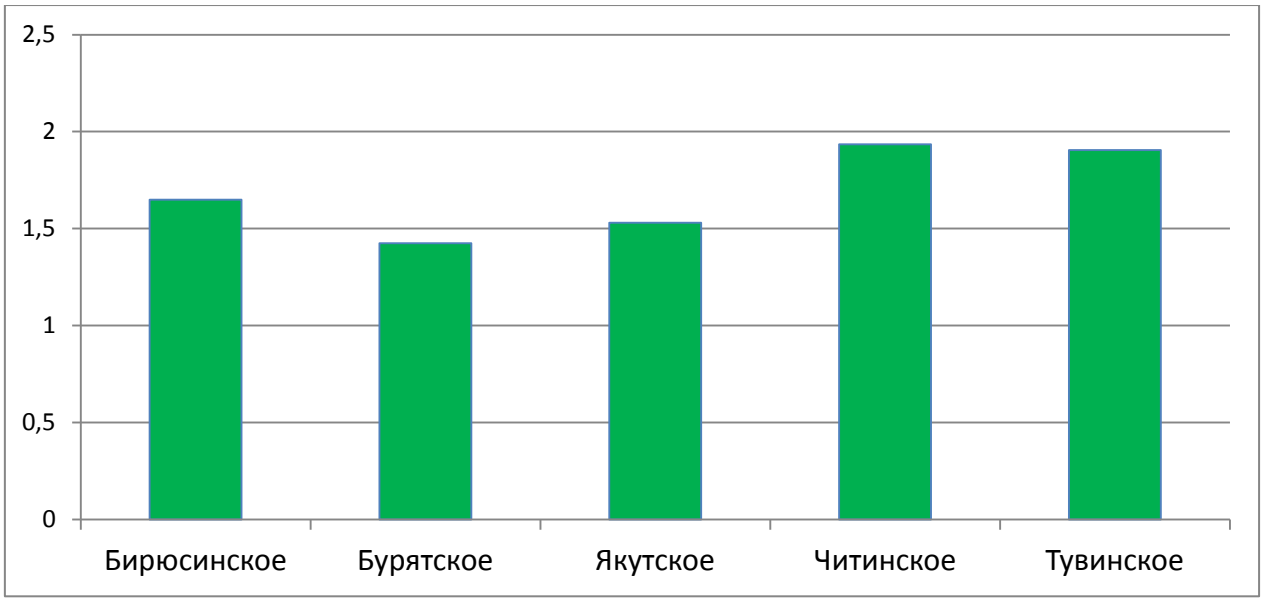

Рисунок 5.13 – Количество аккумулированного углерода в расчете на дерево разной географической принадлежности, кг в а.с.с.

5.2 Оценка роста подпологовых культур сосны кедровой сибирской при разной полноте на участке «Горный-1»

Изучено влияние полноты на рост подпологовых кедровых культур. Выявлено, что со снижением полноты у растений сосны кедровой сибирской увеличиваются показатели роста (таблица 5.15).

Прослеживается значительная обратная связь между долей сосны обыкновенной в составе древесного полога и средним диаметром лидирующих деревьев сосны кедровой сибирской в подпологовых культурах (r = - 0,55). Вероятно, молодое поколение сосны обыкновенной в березняке оказывает большее угнетающее влияние на подпологовые кедровые культуры, чем распадающееся старшее поколение березы повислой, корневая система которой имеет мочковатую форму в сравнении с быстрорастущей молодой сосной обыкновенной, формирующей поверхностную корневую систему, конкурирующую с медленно растущими деревьями сосны кедровой сибирской.

Таблица 5.15 – Показатели роста подпологовых культур при разной полноте древесного полога

Полнота	$X_{ср.}$	± m	± σ	V, %	P, %	$t_ф$ при t_{05}=2,04
Высота, м						
0,68	5,9	0,39	2,52	42,6	6,6	-
0,78	4,3	0,34	2,50	57,9	7,9	3,09
0,87	4,2	0,20	2,16	51,7	4,8	3,88
0,95	3,4	0,16	1,59	47,2	4,7	5,93
Диаметр ствола, см						
0,68	5,1	0,49	3,23	62,6	9,5	-
0,78	3,5	0,34	2,43	70,1	9,7	2,68
0,87	3,2	0,22	2,38	73,7	6,7	3,54
0,95	2,7	0,18	1,93	72,6	6,9	4,60
Диаметр кроны, м						
0,68	2,00	0,10	0,68	34,1	5,2	-
0,78	1,51	0,09	0,643	42,6	6,0	3,64
0,87	1,38	0,063	0,644	46,5	4,5	5,25
0,95	1,32	0,058	0,579	43,7	4,4	5,88

Выявлены достоверные различия по высоте и диаметру ствола между кедровыми культурами, произрастающими при разной полноте ($t_ф$ больше t_{05}).

Сосна обыкновенная 50-70-летнего возраста, отличающаяся интенсивным ростом в высоту, быстрым увеличением объема и охвоения крон, несомненно, снижала и продолжает снижать проникновение фотосинтетически активной радиации к теневыносливым культурам сосны кедровой сибирской.

При средней сомкнутости полога крон древостоя, равной 0,7, И. С. Мелехов [76], ссылаясь на В. А. Алексеева [2], сообщал о поглощении 90 % фотосинтетически активной радиации. Для исследуемых нами культур пик теневыносливости, свойственный сосне кедровой сибирской в первые десятилетия жизни, миновал. Став светолюбивыми, кедровые культуры находятся под двойным прессом со стороны новых поколений сосны обыкновенной в жесткой конкуренции за свет и водно-минеральное питание. Напрашивается вывод о необходимости проведения рубок ухода в географических культурах сосны кедровой сибирской с удалением в первую очередь тонкомерной сосны обыкновенной.

Полученные данные согласуются с результатами исследований роста кедровых культур под пологом сосны обыкновенной и березы повислой в пригородной зоне Красноярска.

У модельных деревьев сосны кедровой сибирской была определена относительная высота, которая является одним из показателей угнетенности деревьев при их недостаточной освещенности. Показатель относительной высоты дерева к его диаметру предложен Я.С. Медведевым в 80-х годах девятнадцатого столетия и выражен в одинаковых единицах [76]. По словам И.С. Мелехова [76]: «Я. С. Медведев исходил из того, что дерево на свободе, т.е. на свету и в насаждении (в затенении), растет по-разному: в первом случае преимущественно в толщину, во втором – в высоту. Следовательно, относительная высота будет наименьшей у деревьев на свободе и наибольшей при максимальном затенении в лесу, причем у наиболее угнетенных деревьев».

Относительная высота деревьев сосны кедровой сибирской разной категории крупности (от минимальной до максимальной) свидетельствует об угнетенности деревьев минимальной группы. Повышенная угнетенность наблюдается также у деревьев мелкой и средней категорий крупности в подпологовых культурах (таблица 5.16).

Таблица 5.16 - Относительная высота деревьев сосны кедровой сибирской разной категории крупности

Категория крупности	$X_{ср.}$	± m	± σ	P, %	V, %	$t_ф$ при t_{05}=2,04
Максимальная	98,8	3,84	8,58	3,9	8,7	2,32
Крупная	101,4	2,01	4,51	2,0	4,4	2,19
Средняя	111,8	5,40	12,07	4,8	10,8	0,58
Мелкая	111,6	5,84	13,07	5,2	11,7	0,58
Минимальная	116,8	6,73	15,06	5,8	12,9	-

Значения относительной высоты к диаметру на высоте 1/10 от высоты дерева приведены в таблице 5.17.

Таблица 5.17 - Относительная высота модельных деревьев разных категорий крупности

Категория крупности	$X_{ср.}$	± m	± σ	P, %	V, %	$t_ф$ при t_{05}=2,04
Максимальная	88,6	3,42	7,7	3,9	8,6	-
Крупная	94,4	2,11	4,7	2,2	5,0	1,44
Средняя	98,6	3,38	7,6	3,4	7,7	2,08
Мелкая	111,6	5,23	11,7	4,7	10,5	4,48
Минимальная	105,6	5,58	12,5	5,3	11,8	3,16

При анализе относительной высоты подтверждается угнетенность деревьев мелкой, минимальной и средней категорий крупности (различия с наиболее крупными деревьями достоверны).

В таблице 5.18 приведены значения относительной высоты по Я. С. Медведеву для деревьев пяти классов Крафта, рассчитанные по данным С. В. Белова для высот и данным Б. Д. Шилкина для диаметров ствола [76].

Таблица 5.18 - Относительная высота деревьев по пяти классам Крафта и модельных деревьев по пяти категориям крупности

$H_{отн}=H/D_{1,3}$ деревьев по классам Крафта	Классы Крафта				
	I	II	III	IV	V
	78	87	98	106	117
$H_{отн}=H/D_{1,3}$ модельных деревьев по категориям крупности	Категории крупности модельных деревьев				
	близкие к макси-мальным	крупные	средние	мелкие	минимальные
	98,8	101,4	111,8	111,6	116,8
$H_{отн}= H/D_{1/10H}$ модельных деревьев по категориям крупности	Категории крупности модельных деревьев				
	близкие к макси-мальным	крупные	средние	мелкие	минимальные
	88,6	94,4	98,6	111,6	105,6

Сравнение рядов относительных высот, приведенных в таблице 5.18, позволило установить наличие прямой очень тесной взаимосвязи между значениями всех трех рядов. Значение рядов относительных высот модельных деревьев к диаметру ствола на высоте 1,3 м и 1/10 высоты дерева различаются в среднем на 10,0±0,75 единиц. В середине всех трех рядов происходит переход значений относительных высот через 100. Близкие к максимальным и крупные деревья I и II классов Крафта имеют относительную высоту около 100 единиц и меньше, а отставшие в росте деревья IV и V классов Крафта – более 100 единиц.

Результаты сравнительного анализа рядов относительных высот из таблицы 5.18 указывают на возможность использовать показатель

относительной высоты деревьев сосны кедровой сибирской для оценки их состояния. Минимальные модели по аналогии с деревьями V класса Крафта могут считаться неблагонадежными по состоянию. Мелкие и средние – сомнительными. А крупные и близкие к максимальным модельные деревья с показателем относительной высоты менее 100 единиц – благонадежными по состоянию.

В зависимости от полноты насаждения и сомкнутости древесного полога на одно дерево сосны кедровой сибирской, растущее под пологом леса, приходилось в среднем 1,9-9,7 кг надземной фитомассы (рисунок 5.14).

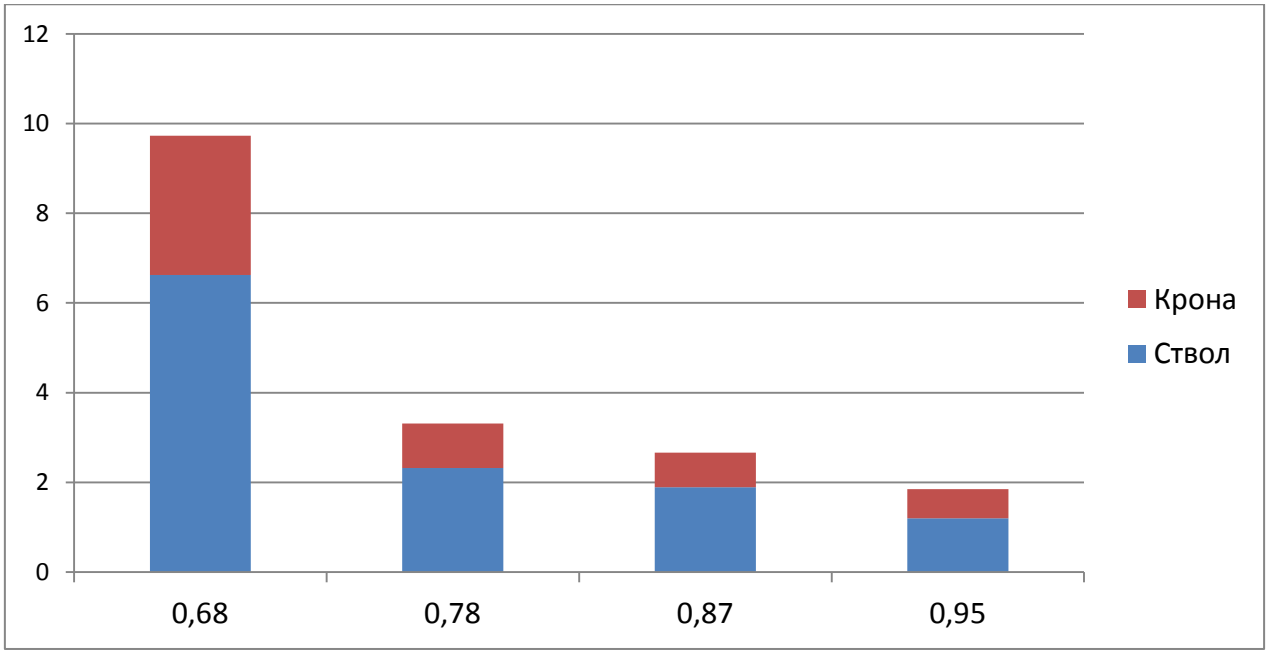

Рисунок 5.14 – Надземная фитомасса сосны кедровой сибирской в зависимости от полноты, кг в свежем состоянии

5.3 Отбор быстрорастущих экземпляров

В подпологовых географических культурах проведен отбор быстрорастущих экземпляров с целью дальнейшей селекционной работы.

В 2012 г. высота отселектированных деревьев достигала значений, превышающих средние показатели по происхождениям, на 53,1-148,8 % (таблица 5.19).

Таблица 5.19 – Отбор экземпляров сосны кедровой сибирской по высоте

Географическое происхождение	$X_{ср.}$, м	Номер экземпляра	Высота, м	Процент от среднего значения по варианту
1	2	3	4	5
Бирюсинское	3,6±0,25	1-06-2	7,6	211,1
		1-06-4	6,8	188,8
		1-09-4	8,1	226,0
		1-10-1	6,1	169,4
		1-10-3	8,1	226,0
		1-12-1	6,8	188,8
Бурятское	3,2±0,19	2-07-7	5,9	184,3
		2-16-3	5,1	159,3
		2-17-3	5,6	175,0
		2-27-3	6,6	206,2
		2-40-2	4,9	153,1
Якутское	3,5±0,20	3-05-3	5,4	154,2
		3-20-2	6,4	182,8
		3-26-1	6,8	194,2
Тюменское	3,9±0,35	5-05-2	6,0	153,9
		5-05-5	6,2	158,9
Читинское	4,5±0,27	6-71-1	9,1	202,2
		6-72-1	9,7	215,5
		6-73-7	8,5	188,8
		6-74-5	8,6	191,1

Окончание таблицы 5.19

1	2	3	4	5
Читинское	4,5±0,27	6-82-3	9,7	215,5
		6-83-7	11,2	248,8
		6-84-5	9,5	211,1
		6-64-3	8,9	197,7
Тувинское	4,3±0,34	9-81-3	7,3	169,7
		9-85-5	8,6	200,0
		9-85-6	7,7	179,0
		9-86-1	7,0	162,7
		9-86-3	7,5	174,4
		9-86-5	7,1	165,1
		9-87-2	8,3	193,0
		9-77-5	9,8	220,9
		9-76-3	9,1	211,6
		9-76-4	8,6	200,0

Диаметр ствола на высоте 0,1 м быстрорастущих в подпологовых культурах экземпляров превышал средние показатели для вариантов на 44,4-202,1 % (таблица 5.20).

Следует отметить, что некоторые особи отобраны не по одному, а комплексу биометрических показателей. Так, экземпляры 1-06-2, 1-06-4, 1-09-4, 1-10-1, 1-10-3, 1-12-1 бирюсинского происхожения, 2-16-3, 2-17-3, 2-27-3, 2-40-2 бурятского, 3-05-3, 3-20-2, 3-26-1 якутского, 5-05-2 тюменского, 6-71-1, 6-72-1, 6-73-7, 6-74-5, 6-74-4, 6-76-1, 6-83-7, 6-84-5, 6-64-3 читинского и 9-81-3, 9-86-3, 9-86-5, 9-87-2, 9-77-5, 9-76-3, 9-76-4 тувинского происхождений имели превышение по высоте, диаметру ствола и кроны.

Таблица 5.20 – Отбор деревьев сосны кедровой сибирской по диаметру ствола

Географическое происхождение	$X_{ср.}$, см	Номер экземпляра	Диаметр ствола, см	Процент от среднего значения по варианту
1	2	3	4	5
Бирюсинское	3,5±0,24	1-03-2	6,5	185,7
		1-06-2	7,0	200,0
		1-06-4	8,2	234,2
		1-09-4	9,4	268,5
		1-10-1	7,5	214,2
		1-10-3	8,9	254,2
		1-12-1	8,0	228,5
Бурятское	3,5±0,21	2-07-7	6,8	194,2
		2-16-3	6,8	194,2
		2-27-3	8,3	237,1
		2-28-2	5,9	168,5
		2-40-2	6,0	171,4
Якутское	3,5±0,22	3-05-3	6,1	174,2
		3-07-1	6,6	188,5
		3-20-2	7,7	220,0
		3-26-1	7,5	214,2
Тюменское	4,5±0,50	5-05-2	6,5	144,4
		5-01-1	8,0	177,7
Читинское	4,8±0,32	6-71-1	11,3	235,4
		6-72-1	11,1	231,2
		6-73-7	9,7	202,1
		6-74-5	9,8	204,1

Окончание таблицы 5.20

1	2	3	4	5
Читинское	4,8±0,32	6-75-4	10,3	214,5
		6-82-3	9,5	197,9
		6-83-7	14,5	302,1
		6-84-5	11,0	229,1
		6-64-3	10,7	222,9
Тувинское	4,1±0,32	9-81-3	8,8	214,6
		9-85-5	8,4	204,8
		9-85-6	7,6	185,3
		9-86-1	7,9	192,6
		9-86-3	7,9	192,6
		9-87-2	9,8	239,0
		9-77-5	9,5	231,7
		9-76-3	10,8	263,4
		9-76-4	9,6	234,1

Отобранные по диаметру кроны деревья приведены в таблице 5.21.

Таблица 5.21 – Отбор экземпляров сосны кедровой сибирской по диаметру кроны

Географическое происхождение	$X_{ср.}$, м	Номер экземпляра	Диаметр кроны, м	Процент от среднего значения по варианту
1	2	3	4	5
Бирюсинское	1,3±0,08	1-06-2	2,6	200,0
		1-06-4	2,1	161,5
		1-09-4	3,0	230,7

Продолжение таблицы 5.21

1	2	3	4	5
Бирюсинское	1,3±0,08	1-10-3	3,3	258,8
		1-12-1	2,4	184,6
		1-14-5	2,2	169,2
Бурятское	1,3±0,07	2-16-3	2,2	169,2
		2-17-3	2,2	169,2
		2-27-3	2,5	192,3
		2-40-2	2,2	169,2
Якутское	1,2±0,08	3-07-1	1,9	158,3
		3-16-2	1,9	158,3
		3-20-2	1,9	158,3
		3-26-1	2,1	175,0
Тюменское	1,5±0,14	5-01-1	2,6	174,3
		5-05-2	2,0	133,3
Тувинское	1,5±0,09	9-81-3	2,5	166,6
		9-87-2	2,7	180,0
		9-77-5	2,9	193,3
		9-76-3	2,5	166,6
Читинское	1,4±0,08	6-71-1	2,4	171,4
		6-72-1	2,6	185,7
		6-73-7	2,6	185,7
		6-74-5	2,4	171,4
		6-75-4	3,1	221,4
		6-76-1	2,4	171,4
		6-83-7	3,2	228,5
		6-84-5	3,0	214,2
		6-64-3	2,8	200,0

Отобранные деревья сосны кедровой сибирской разной географической принадлежности целесообразно использовать для размножения и создания искусственных насаждений определенной целевой направленности (плантационные культуры на быстроту роста, экологическую эффективность, озеленительные посадки деревьев с потенциально широкой кроной и др.).

Выводы по главе:

1) Интенсивность роста потомств сосны кедровой сибирской зависит от их географической принадлежности. Хорошим ростом в подпологовых культурах участка «Горный-1» Городского лесничества г. Красноярска отличались деревья читинского, тувинского, тюменского и местного (бирюсинского) происхождений. Отстают в росте потомства бурятского и якутского происхождений.

2) На рост подпологовых кедровых культур оказывает влияние полнота. При меньших показателях полноты растения сосны кедровой сибирской в культурах отличаются большими биометрическими показателями, чем в условиях меньшей освещенности (с полнотой 0,95).

3) Показатель относительной высоты деревьев сосны кедровой сибирской целесообразно использовать для оценки их состояния. Модельные деревья наименьших категорий крупности (по аналогии с деревьями V класса Крафта) могут считаться неблагонадежными по состоянию, мелкие и средние – сомнительными, крупные и близкие к максимальным (с показателем относительной высоты менее 100 единиц) - благонадежными по состоянию.

4) В географических подпологовых культурах отмечается большой и очень большой уровни индивидуальной изменчивости показателей роста, что позволяет проводить селекцию ценных экземпляров для размножения и создания целевых культур.

6. ОЦЕНКА НАСАЖДЕНИЙ СОСНЫ КЕДРОВОЙ СИБИРСКОЙ В ДЕНДРАРИИ СИБГУ ИМ. М.Ф. РЕШЕТНЕВА

6.1 Рост сосны кедровой сибирской в подпологовых культурах

К 2019 году подпологовые культуры, созданные в дендрарии, достигли 56-летнего возраста (рисунок 6.1).

Рисунок 6.1 – Подпологовые кедровые культуры участка «Дендрарий»

Среди потомств разного географического происхождения максимальная высота отмечена у деревьев сосны кедровой сибирской тувинского (6,1 ± 0,28 м) и местного - бирюсинского (5,7 ± 0,41 м) вариантов. Отстает в росте потомство бурятского происхождения, его высота равна 4,6 ± 0,31 м. Уровень варьирования отмечается, как высокий, у тюменской сосны сибирской – очень высокий (таблица 6.1).

Таблица 6.1 – Высота сосны кедровой сибирской разных вариантов, м

Географическое происхождение	$X_{ср.}$	± σ	± m	P, %	V, %	$t_ф$ при t_{05}=2,04
Бирюсинское	5,7	1,98	0,41	7,2	34,4	0,81
Бурятское	4,6	2,07	0,31	6,8	45,5	3,59
Якутское	4,9	2,21	0,36	7,3	44,6	2,63
Тувинское	6,1	1,99	0,28	4,7	32,9	-
Томское	5,0	2,44	0,40	8,0	48,8	2,25
Тюменское	5,0	2,80	0,48	9,6	56,3	1,98

Деревья сосны кедровой сибирской разных вариантов, выросшие под пологом леса, имели диаметр ствола на высоте 1,3 м от 4,3 см до 5,9 см (таблица 6.2).

Превышением по диаметру ствола отличаются потомства тувинского (5,9 ± 0,33 см) и бирюсинского (5,5 ± 0,46 см) потомств, меньший диаметр ствола отмечен у сосны кедровой сибирской бурятского (4,3 ± 0,33 см) климатипа. Отмечены высокий и очень высокий уровень изменчивости показателя диаметра ствола в зависимости от географической принадлежности потомств.

Таблица 6.2 - Диаметр ствола потомств разных вариантов, см

Географическое происхождение	$X_{ср.}$	± σ	± m	P, %	V, %	$t_{ф1}$	$t_{ф2}$
Бирюсинское	5,5	2,22	0,46	8,3	40,1	-	0,71
Бурятское	4,3	2,23	0,33	7,8	52,0	2,12	3,43
Якутское	4,7	2,40	0,39	8,4	51,0	1,33	2,35
Тувинское	5,9	2,34	0,33	5,7	39,7	0,71	-
Томское	4,8	2,68	0,44	9,1	55,5	1,10	2,00
Тюменское	4,8	3,02	0,51	10,7	62,5	1,02	1,81

* $t_{05} = 2,04$

Для наиболее глубокого изучения развития географических культур рассмотрено строение древостоя через ряды распределения по абсолютным и естественным ступеням диаметра ствола (таблица 6.3).

Таблица 6.3 – Распределение деревьев по диаметру ствола

Границы класса по диаметру ствола, см	Доля деревьев по вариантам опыта, %					
	Бирюсинское	Бурятское	Якутское	Томское	Тувинское	Тюменское
0,5-4,0	26,1	50,0	46,0	46,0	24,5	50,0
4,1-8,0	65,2	43,2	43,2	43,2	57,2	35,3
8,1-12,0	8,7	6,8	10,8	10,8	18,3	14,7

Местное (бирюсинское) потомство имеет большее количество деревьев с диаметром 4,1-8,0 см – 65,2 %. Доля крупных деревьев с диаметрами 8,1-12,0 см составляет 8,7 %. Мелкие деревья составляют 8,7 % от общего числа

деревьев. Бирюсинское происхождение сосны кедровой сибирской отличается нормальным распределением.

У бурятской сосны кедровой сибирской преобладают мелкие деревья, их доля составляет 50 % от всех деревьев. Примерно такое же количество деревьев относится к средним величинам – 43,2 %. Крупных деревьев в данном варианте наименьшее количество – всего 6,8 %.

У потомств якутского и томского климатипов распределение деревьев по диаметру ствола оказалось одинаковым, наибольшее количество деревьев находилось в границах от 0,5 до 4,0 см (46 %). Немного меньшее количество наблюдается в диапазоне 4,1-8,0 см - 43,2 %. К крупным было отнесено 10,8 % экземпляров.

У потомства тувинского климатипа следующее распределение деревьев по диаметру ствола: 57,2 % растений находится в диапазоне 4,1-8,0 см, мелкие деревья с диаметрами в диапазоне от 0,5 см до 4,0 см составляют 24,5 % , доля крупных экземпляров составила 18,3 %.

Половина деревьев тюменского происхождения мелкие, имеют диаметр ствола от 0,5 до 4,0 см. Доля средних экземпляров составляет 35,3 %, к крупным относится 14,7 %.

Распределение по диаметрам ствола среди потомств разного географического происхождения представлено на рисунке 6.2.

Следует отметить, что доля крупных деревьев во всех происхождениях мала и не превышает 18,3 %. У потомств бурятского, якутского, томского и тюменского происхождений преобладает доля деревьев в диапазоне 0,5-4,0 см. У местного и тувинского климатипов наблюдается нормальное распределение.

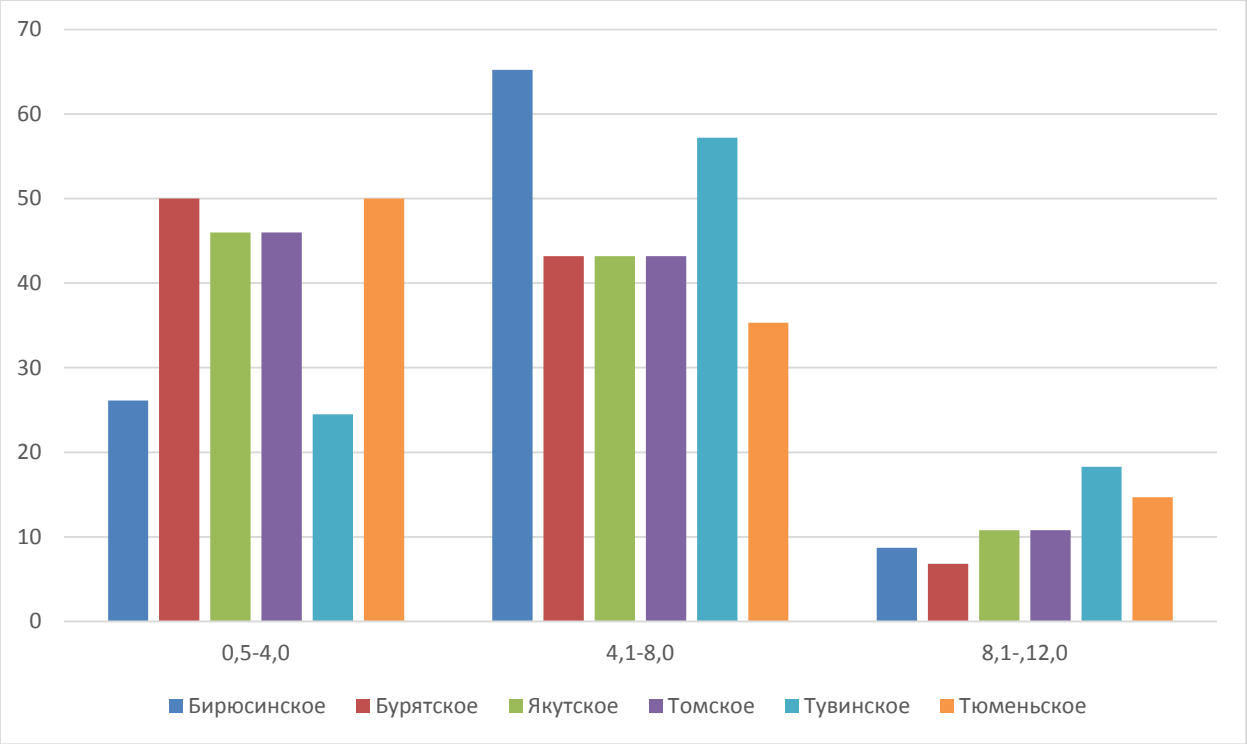

Рисунок 6.2 – Распределение диаметров ствола деревьев

При сравнении роста подпологовых культур одного биологического возраста на участках «Горный-1», расположенного на склоне северной экспозиции и Дендрарий (склон южной экспозиции), установлено, что культуры, высаженные на южном склоне, имеют большие показатели диаметра ствола и кроны (таблица 6.4).

Таблица 6.4 – Диаметр ствола подпологовых культур на склонах разной экспозиции, см

Географическое происхождения	Экспозиция склона		$t_ф$ при t_{05}=2,04
	северная	южная	
Бирюсинское	3,7±0,10	5,5±0,46	3,82
Бурятское	3,1±0,24	4,3±0,33	2,94
Якутское	3,6±0,15	4,7±0,39	2,63
Тувинское	4,4±0,22	5,9±0,33	3,78

Основная надземная фитомасса деревьев-лидеров местного варианта приходится на ствол, доля массы кроны варьирует от 25,7 до 33,1 % (рисунок 6.3).

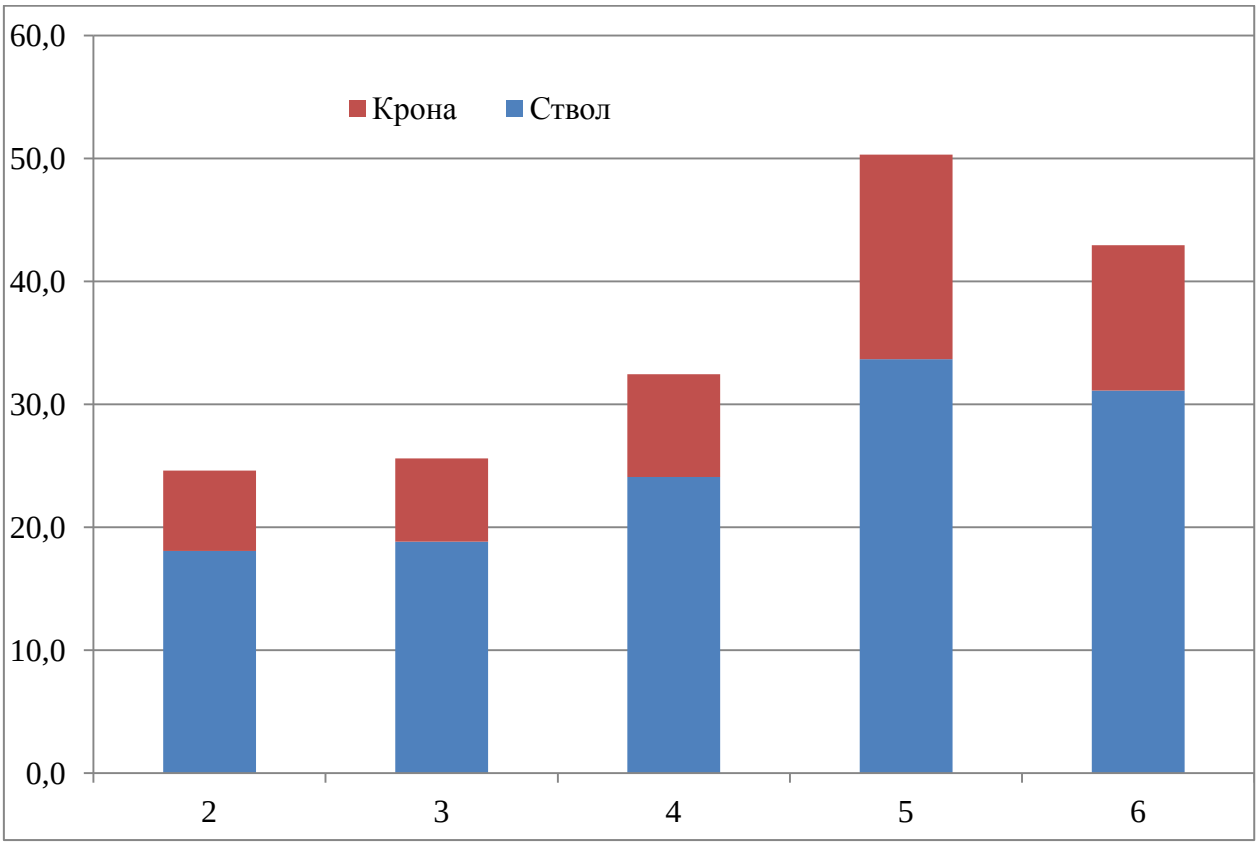

Рисунок 6.3 - Надземная фитомасса деревьев-лидеров бирюсинского потомства в свежем состоянии, кг

У бурятского потомства сосны кедровой сибирской масса ствола не превышала 33,7 кг. На крону приходилось от 25,5 % до 34,6 % надземной фитомассы (рисунок 6.4).

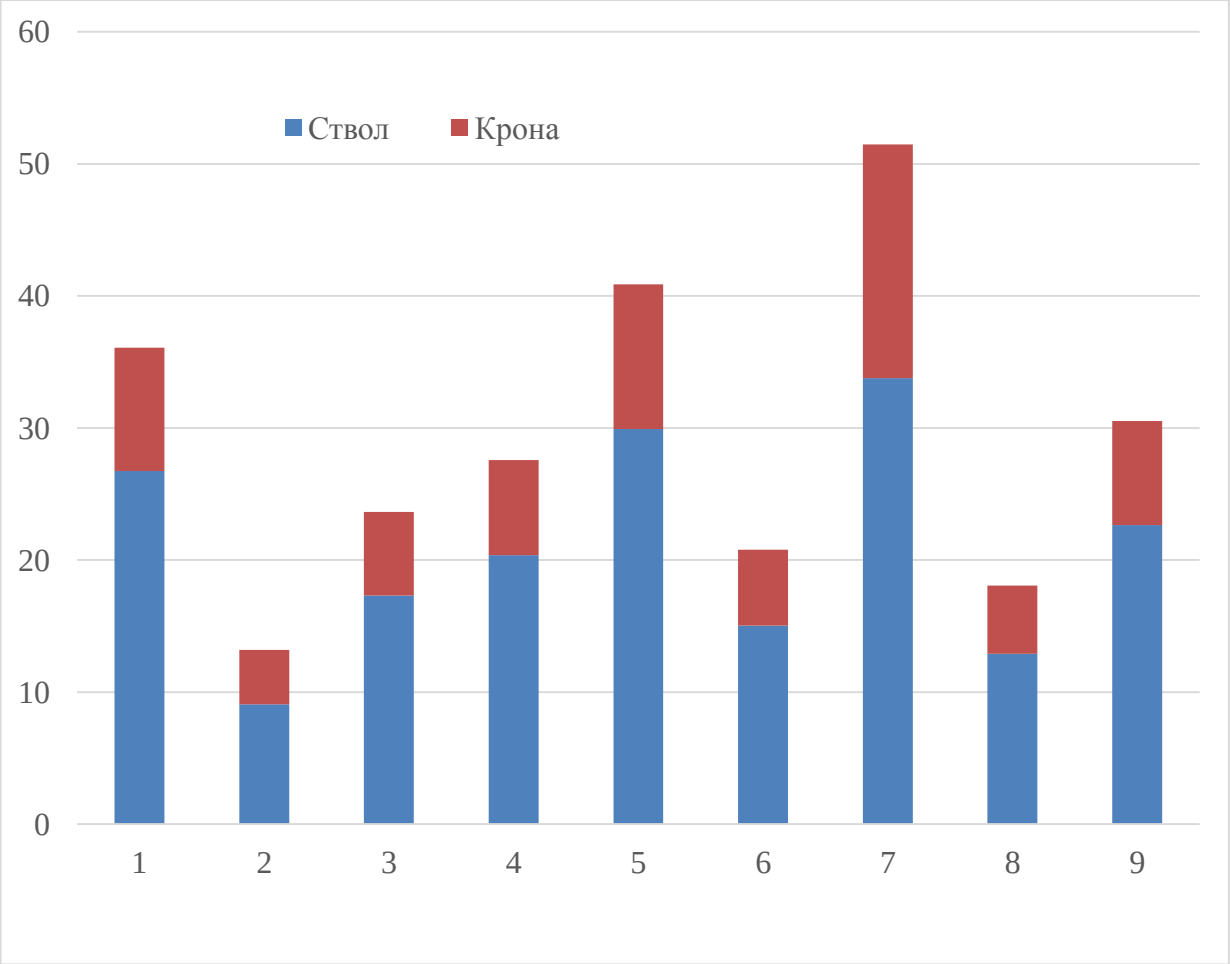

Рисунок 6.4 - Надземная фитомасса деревьев-лидеров бурятского потомства в свежем состоянии, кг

У сосны кедровой сибирской якутского климатипа доля ствола модельных деревьев варьирует от 68,3 до 73,6 % надземной фитомассы. Масса ствола изменяется от 11,5 до 33,4 кг. Масса кроны колеблется от 4,8 кг до 15,6 кг (рисунок 6.5).

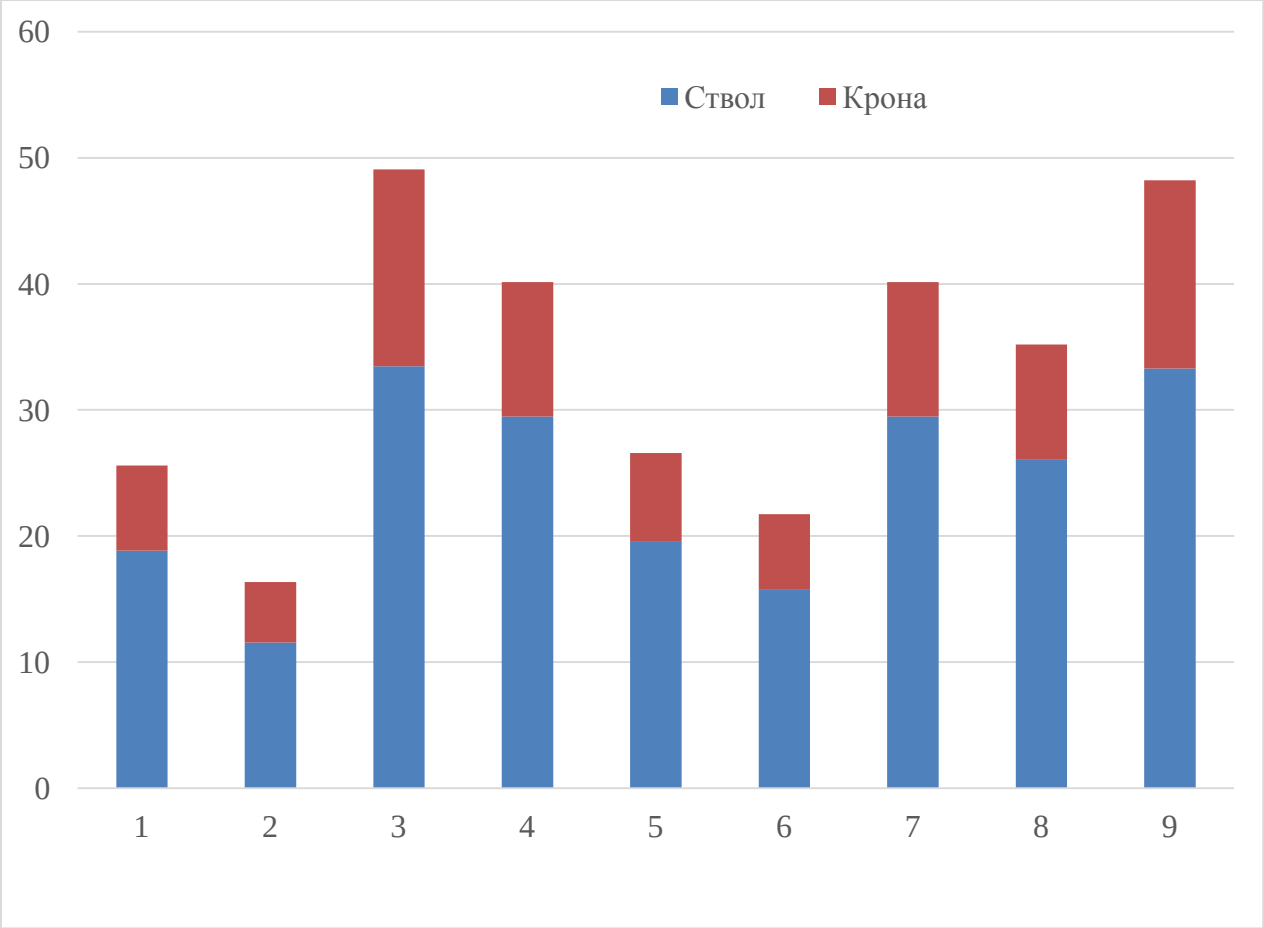

Рисунок 6.5 - Надземная фитомасса деревьев-лидеров якутского потомства в свежем состоянии, кг

Масса кроны обследованных деревьев томского происхождения колеблется от 5,9 кг до 17,3 кг, на долю кроны приходится от 25,4 до 31,4 % надземной фитомассы. Надземная фитомасса варьирует от 22,2 кг до 50,8 кг (рисунок 6.6).

Максимальная надземная фитомасса отмечается у модельных деревьев тувинского происхождения составила 53,6 кг, наименьшая – 23,2 кг. На ствола приходится от 63,1 до 71,5 % надземной фитомассы (рисунок 6.7).

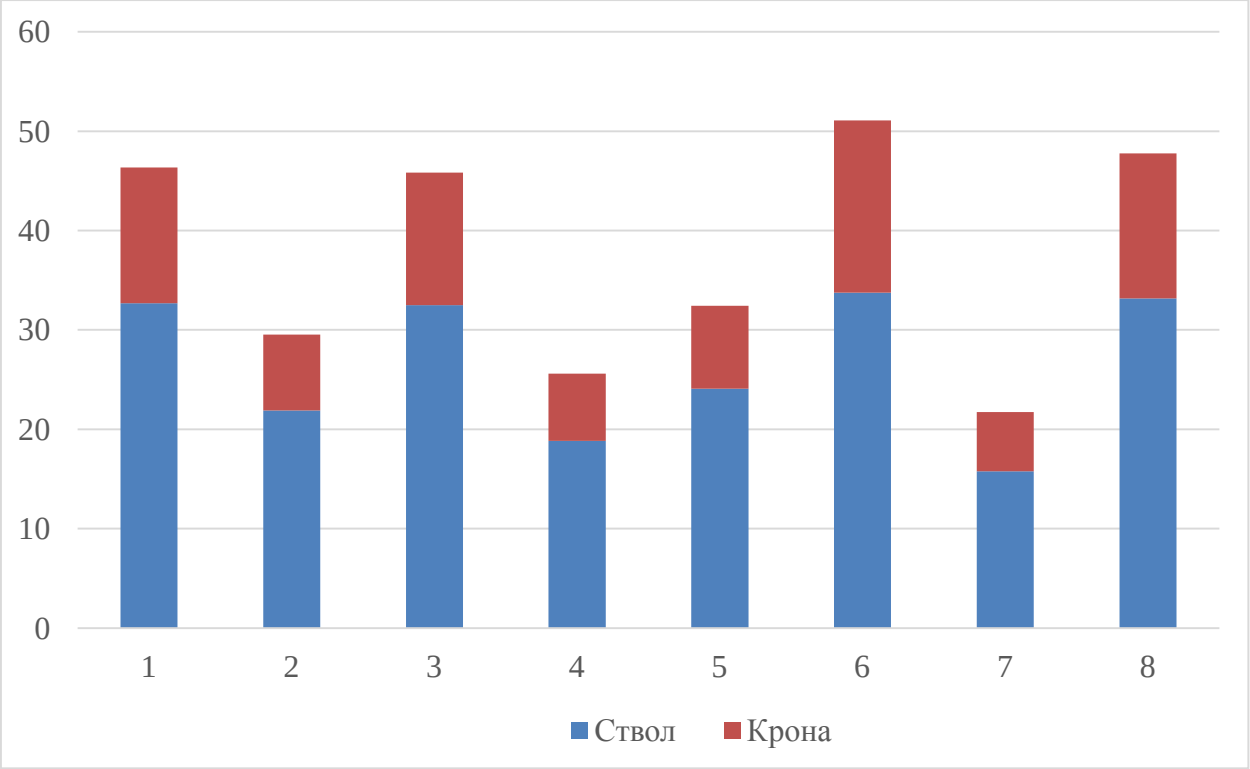

Рисунок 6.6 - Надземная фитомасса деревьев-лидеров томского потомства в свежем состоянии, кг

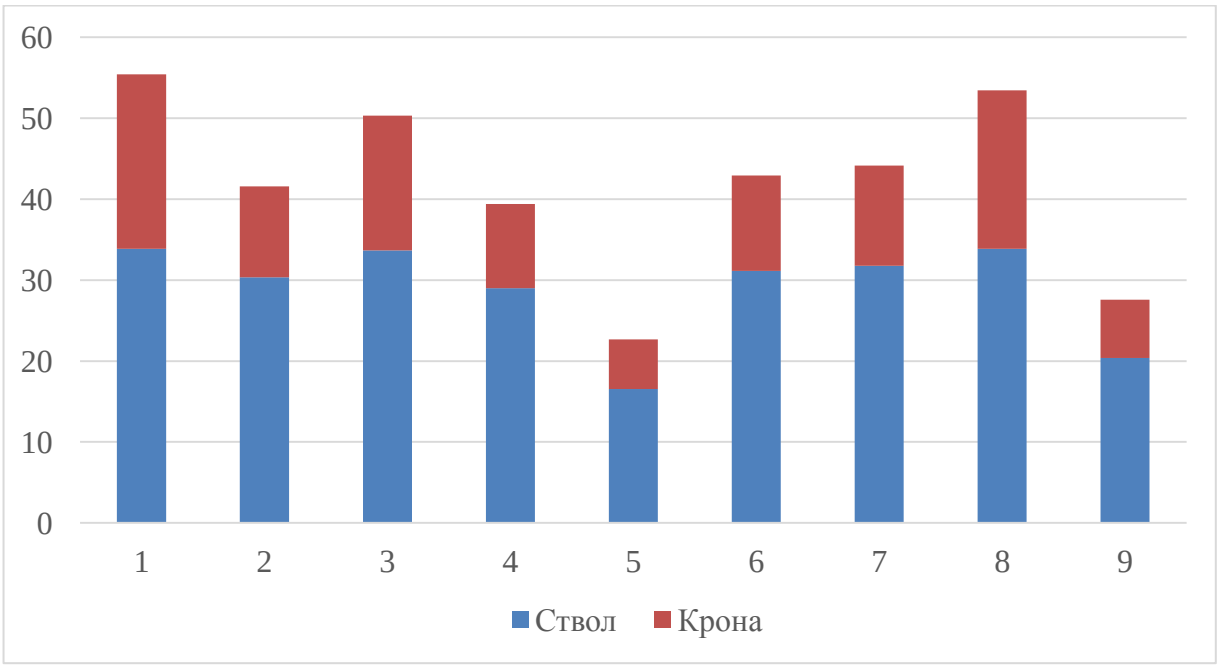

Рисунок 6.7 - Надземная фитомасса деревьев-лидеров тувинского потомства в свежем состоянии, кг

В тюменском происхождении максимальная надземная фитомасса у модельных деревьев составляла 48,9 кг. Доля ствола варьирует от 68,3 до 73,6 %. Масса кроны колеблется от 6,3 кг до 15,6 кг (рисунок 6.8).

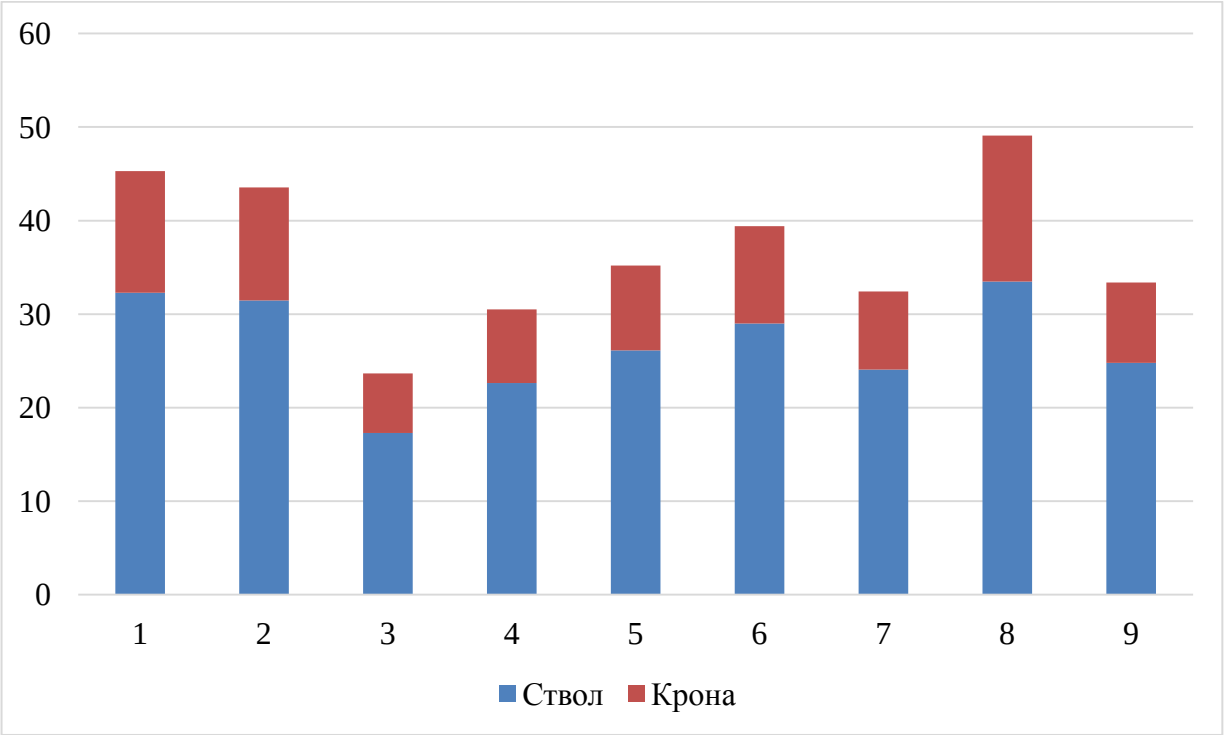

Рисунок 6.8 - Надземная фитомасса тюменских деревьев-лидеров в свежем состоянии, кг

Проанализировав накопление надземной фитомассы деревьев сосны кедровой сибирской разного географического происхождения выявлено, что наибольшим формированием фитомассы характеризуются деревья тувинского и томского происхождений – 41,7 кг и 37,7 кг соответственно. Минимальной фитомассой отличаются деревья бурятского происхождения – 29,4 кг. Также можно отметить, что доля ствола и доля кроны от общей фитомассы в каждом происхождении приблизительно одинакова, доля ствола варьирует от 69,3 % до 71,9 % надземной фитомассы. Только у тувинского происхождения доля кроны немного больше, чем в других происхождениях, она составила 31,2 % надземной фитомассы (рисунок 6.9).

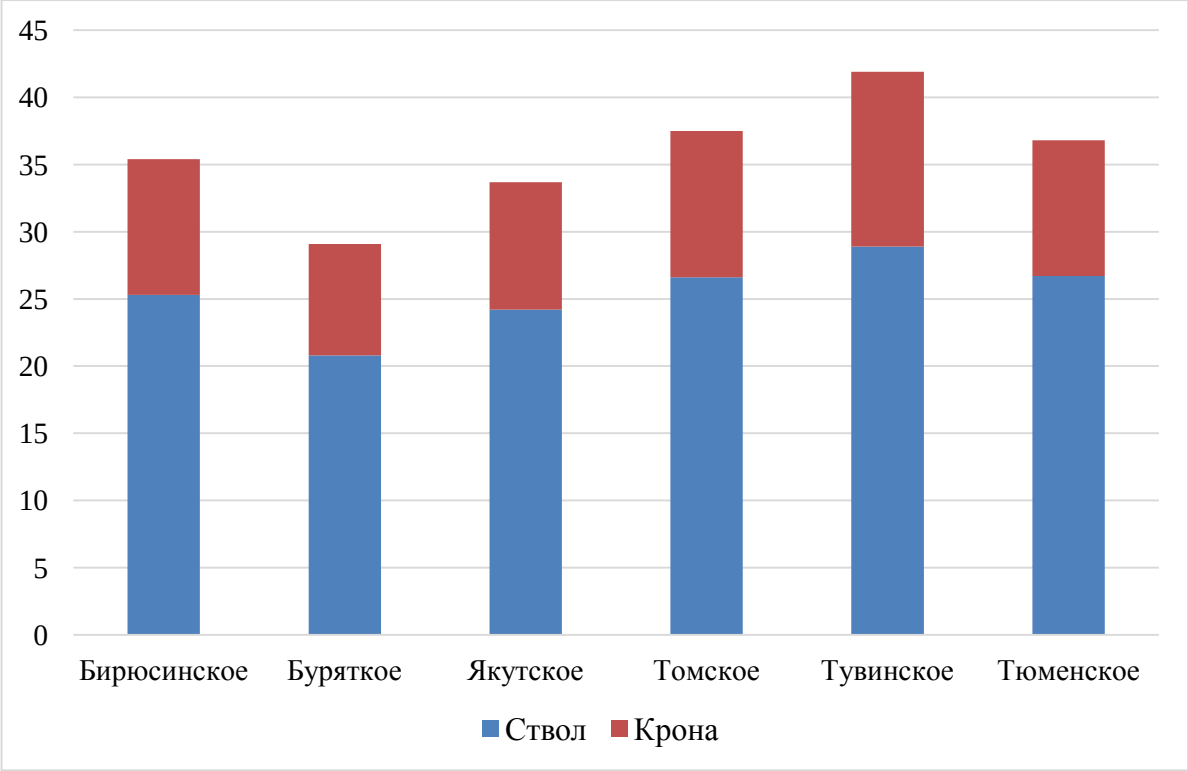

Рисунок 6.9 - Надземная фитомасса деревьев-лидеров сосны кедровой сибирской разной географической принадлежности в свежем состоянии, кг

6.2 Рост сосны кедровой сибирской на открытом месте дендрария

Для сравнения роста сосны кедровой сибирской разного географического происхождения при разных условиях освещенности обследованы деревья тех же происхождений на открытом участке.

В результате исследований роста потомств сосны кедровой сибирской разного географического происхождения в опытных посадках при различной освещенности выявлено, что средние размеры деревьев в биологическом возрасте 58 лет в зависимости от географической принадлежности варьировали по диаметру ствола на высоте 1,3 м от 14,2 до 19,9 см (таблица 6.5).

Таблица 6.5 – Диаметр ствола деревьев разных вариантов, см

Географическое происхождение	$X_{ср.}$	± m	± σ	P, %	V, %	$t_{ф1}$	$t_{ф2}$
Бирюсинское	15,1	0,49	3,49	3,3	23,2	-	0,69
Бурятское	14,2	1,33	5,50	9,4	38,8	0,14	0,64
Якутское	15,5	0,70	3,37	4,5	21,8	0,08	0,56
Томское	18,2	0,58	4,53	3,2	24,9	0,55	0,07
Тувинское	17,2	0,58	4,41	3,4	25,7	0,37	0,33
Читинское	19,9	1,28	6,91	6,5	34,8	0,69	-

* $t_{05} = 2,04$

Превышение по диаметру ствола отмечено у деревьев читинского (19,9 ± 6,91 см), томского (18,2 ± 4,53 см) и тувинского (17,2 ± 4,41 см) происхождений. Отстает в росте по диаметру бурятский климатип сосны кедровой сибирской (14,2 ± 5,50 см).

Уровень изменчивости диаметра ствола отмечается как высокий у бурятского и читинского вариантов, у остальных происхождений - повышенный.

У модельных деревьев сосны кедровой сибирской разного географического происхождения изучены приросты в высоту. Наиболее высокая изменчивость данного показателя отмечается у потомства тувинского происхождения при приростах, равных 23 ± 4,1 см. У потомства местной (бирюсинской) популяции величина приростов равна 13,3 ± 0,90 см. Небольшой коэффициент изменчивости высоты у бирюсинского климатипа объясняется тем, что местное происхождение находится в наиболее привычных (комфортных) условиях. В целом, наблюдается уменьшение изменчивости приростов в высоту от мелких деревьев к крупным (таблица 6.6).

Таблица 6.6 – Коэффициент варьирования приростов в высоту в зависимости от происхождения и категории деревьев, %

Географическое происхождения	Категория деревьев					$\Delta H_{ср}$
	мини-мальное	мелкое	среднее	крупное	макси-мальное	
Бирюсинское	11,8	12,6	17,1	13,5	11,5	13,3
Бурятское	20,0	16,6	20,4	18,0	13,9	18,1
Якутское	24,3	17,4	12,7	16,7	13,2	16,9
Читинское	22,7	29,3	22,2	8,4	6,7	17,9
Тувинское	39,1	26,0	13,5	15,9	20,6	23,0

На рисунке 6.10 представлен график приростов в высоту модельных деревьев сосны кедровой сибирской бирюсинского варианта.

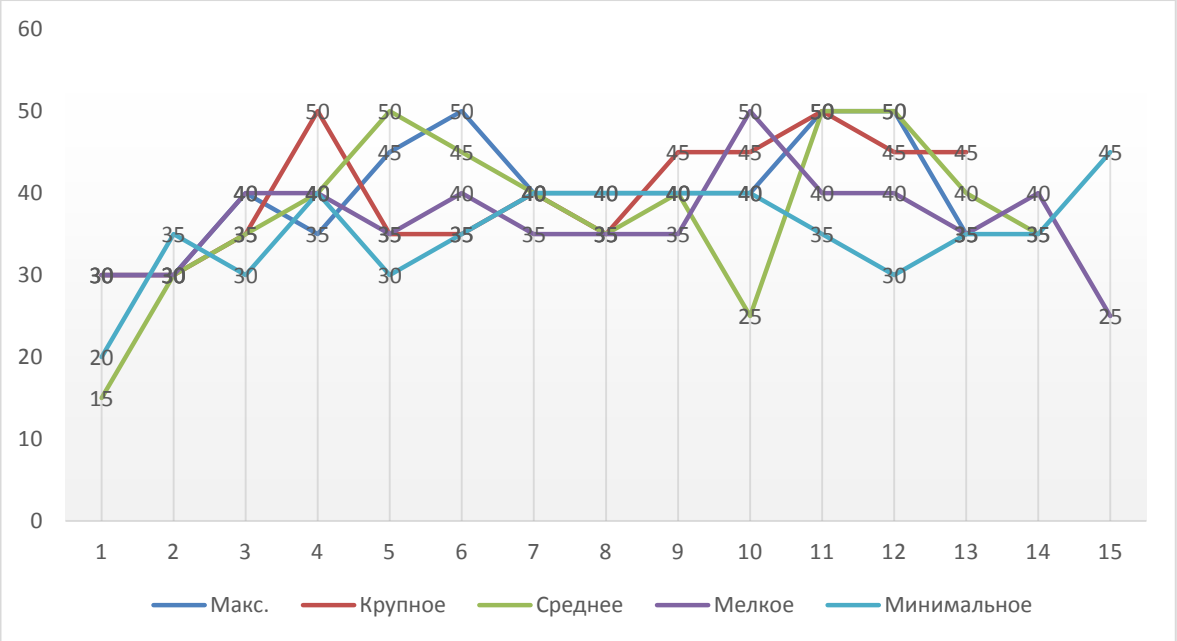

Рисунок 6.10 – Приросты в высоту модельных деревьев бирюсинской сосны кедровой сибирской, см

Проанализировав график приростов модельных деревьев бирюсинского происхождения в высоту, можно увидеть, что наибольшего прироста в высоту достигают максимальное, крупное и среднее деревья. Равномерными приростами отличаются максимальное и мелкое дерево. У среднего дерева наблюдаются сильные перепады, что говорит о неспособности произрастать равномерно при разных условиях среды.

Приросты в высоту модельных деревьев сосны кедровой сибирской тувинского происхождения отражены на рисунке 6.11.

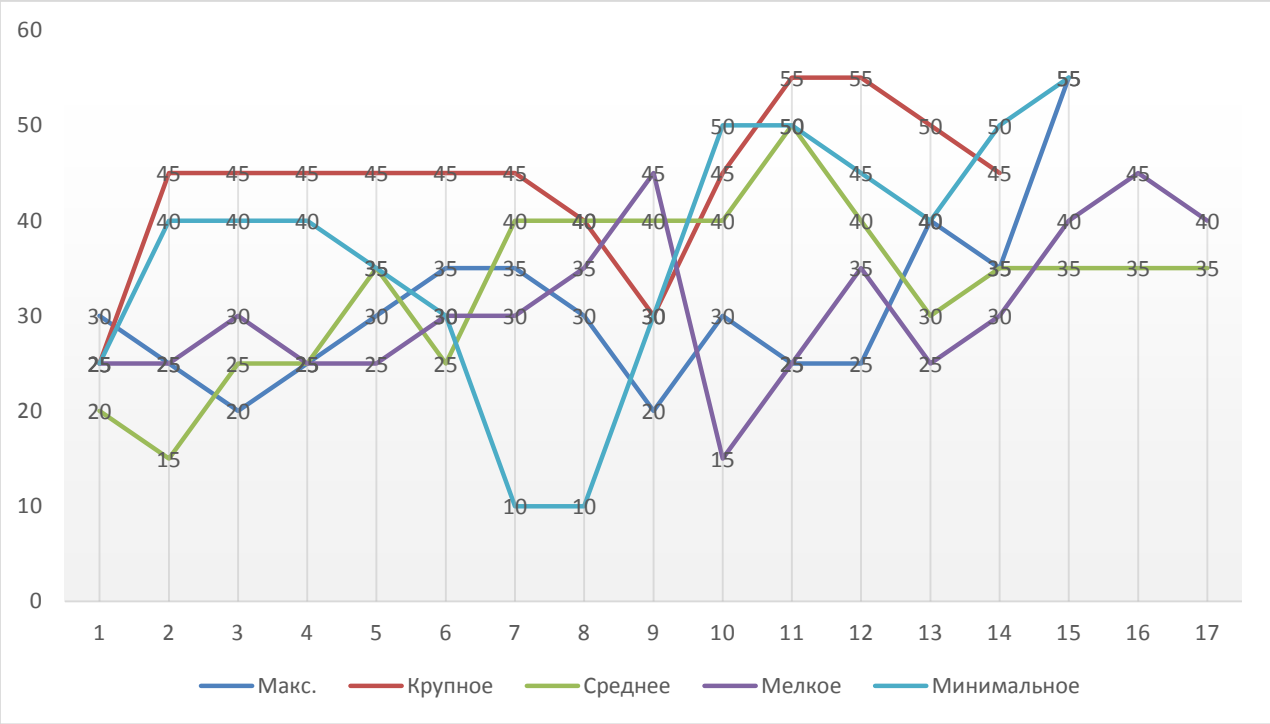

Рисунок 6.11 – Приросты в высоту модельных деревьев тувинской сосны кедровой сибирской, см

Анализируя графики приростов тувинского происхождения в высоту, выявлено, что большими приростами характеризуется крупное дерево. Также оно растет достаточно равномерно. Максимальными перепадами в приростах по годам характеризуется минимальная модель, что говорит о ее неспособности равномерно произрастать при разных природных условиях.

Приросты в высоту модельных деревьев читинского происхождения приведены на рисунке 6.12.

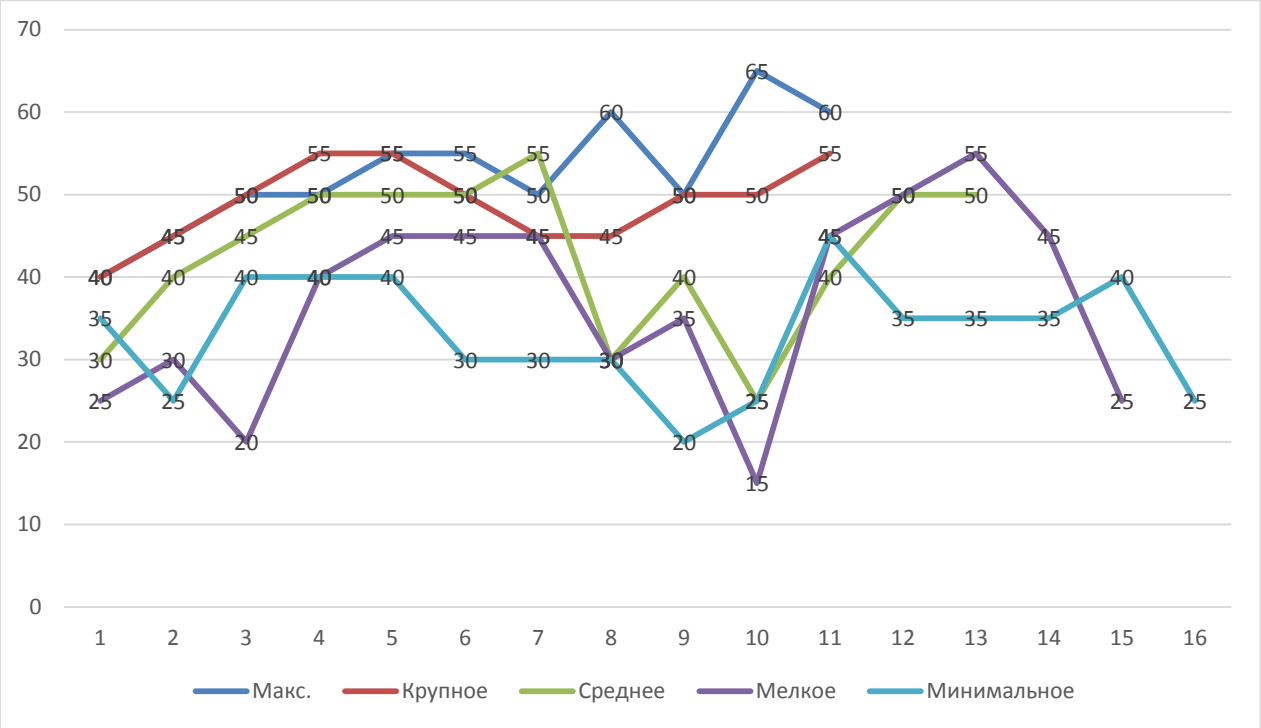

Рисунок 6.12 – Приросты в высоту модельных деревьев читинской сосны кедровой сибирской, см

В читинском происхождении наиболее равномерно произрастают максимальное и крупное деревья, также максимальная модель имеет больший прирост за год – 65 см. Менее равномерно растет мелкая модель – слишком сильные перепады в приростах и меньший прирост за год наблюдается именно у этой модели.

В якутском климатипе модельные деревья произрастают неравномерно, это говорит о большой изменчивости происхождения. У каждой модели наблюдается большие перепады в приростах по годам. Наибольшие перепады в приростах отмечаются у минимального дерева. Более равномерно растущим деревом является максимальная модель (рисунок 6.13).

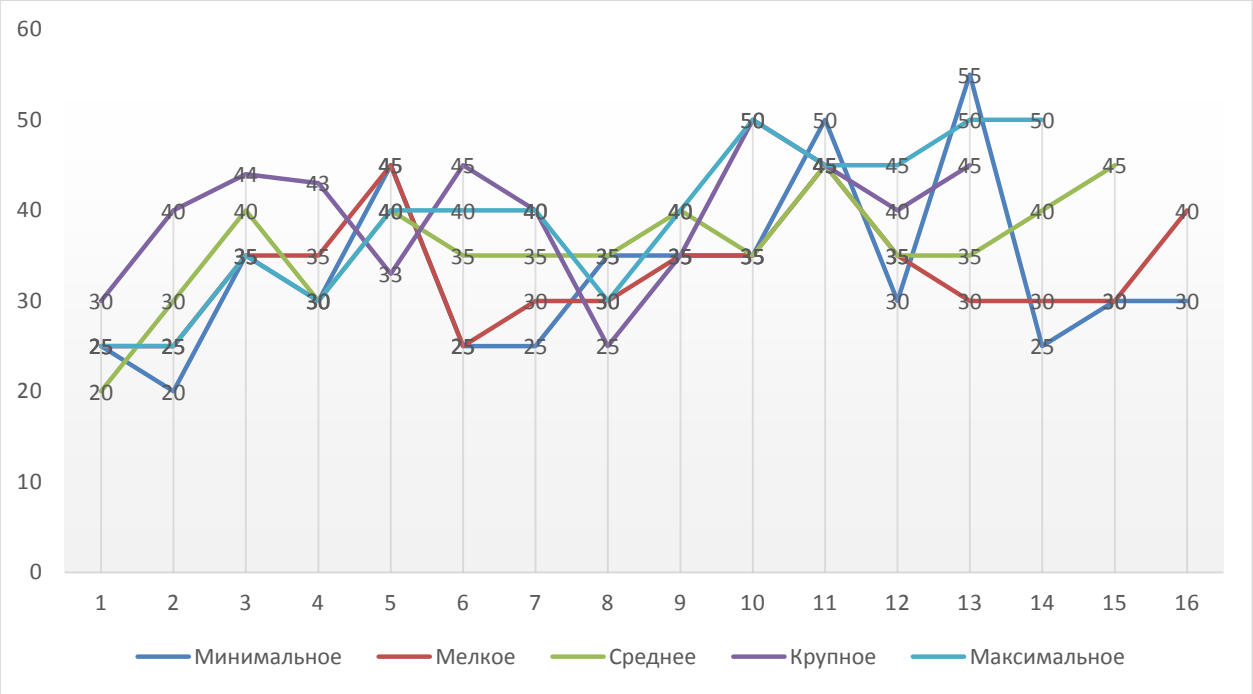

Рисунок 6.13 – Приросты в высоту модельных деревьев якутской сосны кедровой сибирской, см

Приросты в высоту модельных деревьев тувинского происхождения приведены на рисунке 6.14.

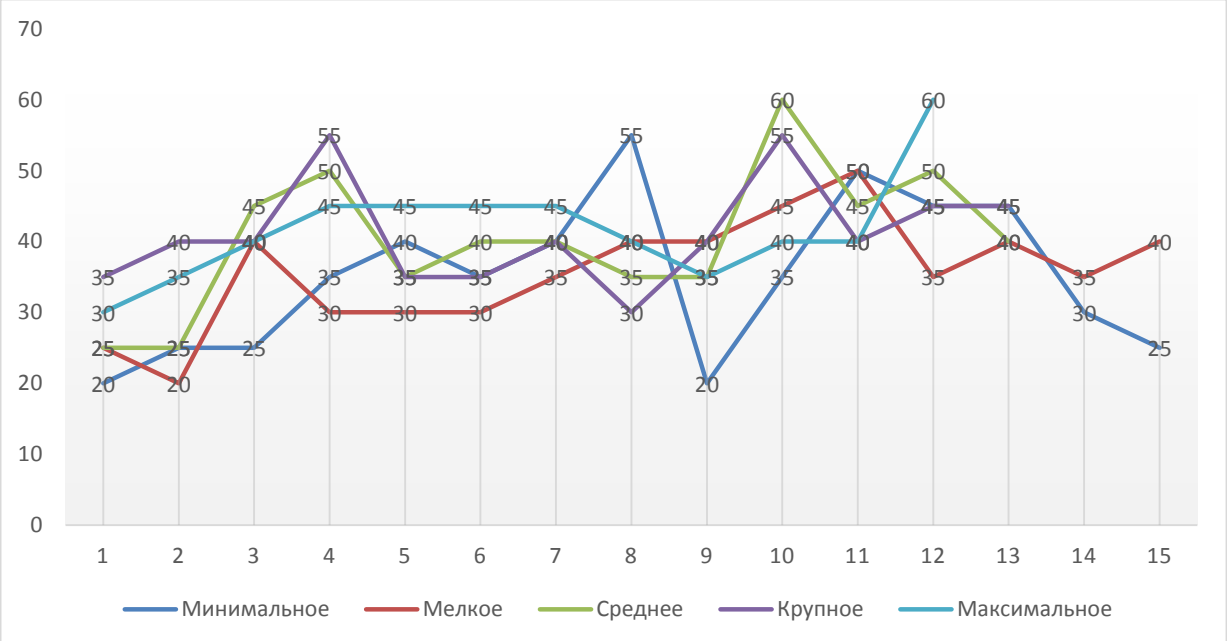

Рисунок 6.14 – Приросты в высоту модельных деревьев бурятской сосны кедровой сибирской, см

Анализируя графики приростов в высоту по бурятскому происхождению, можно сделать вывод, что более равномерным ростом отличается максимальная модель. Остальные модели имеют неравномерный прирост и отличаются большими перепадами.

Приросты в высоту модельных деревьев томского происхождения показаны на рисунке 6.15.

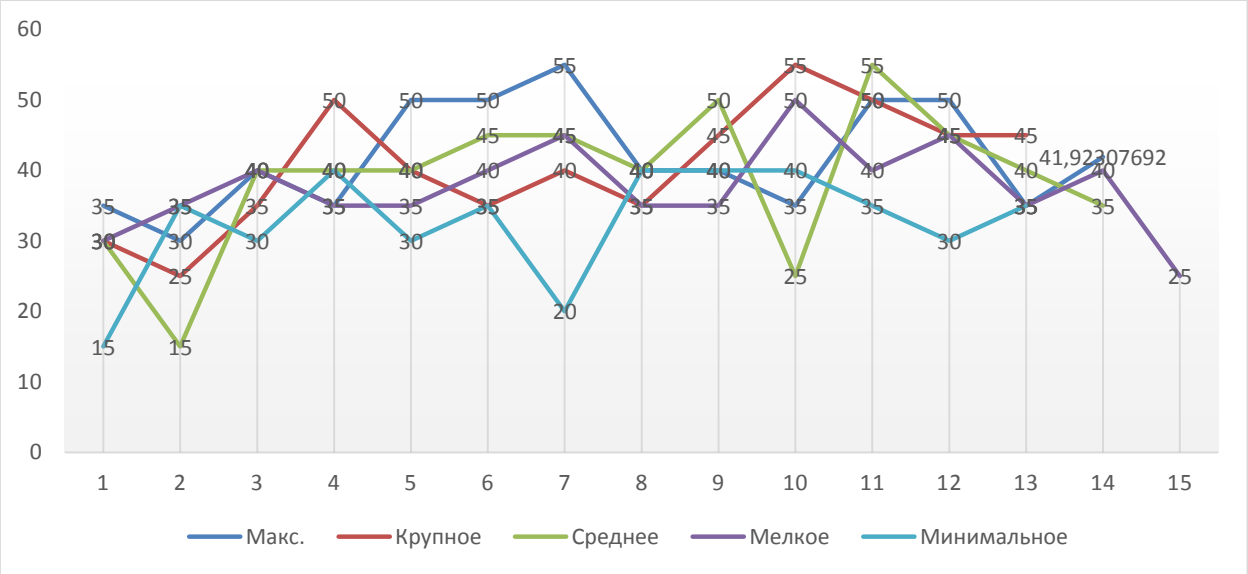

Рисунок 6.15 – Приросты в высоту модельных деревьев томской сосны кедровой сибирской, см

У томского потомства сосны кедровой сибирской максимальное, крупное и мелкое деревья произрастают достаточно равномерно. Средняя и мелкая модель имеют неравномерный и маленький прирост.

В искусственных насаждения с достаточной освещенностью, но большой первоначальной густотой сосна кедровая сибирская аккумулирует от 6,1 до 12,5 кг углерода в абсолютно сухом состоянии в зависимости от географической принадлежности (рисунок 6.16).

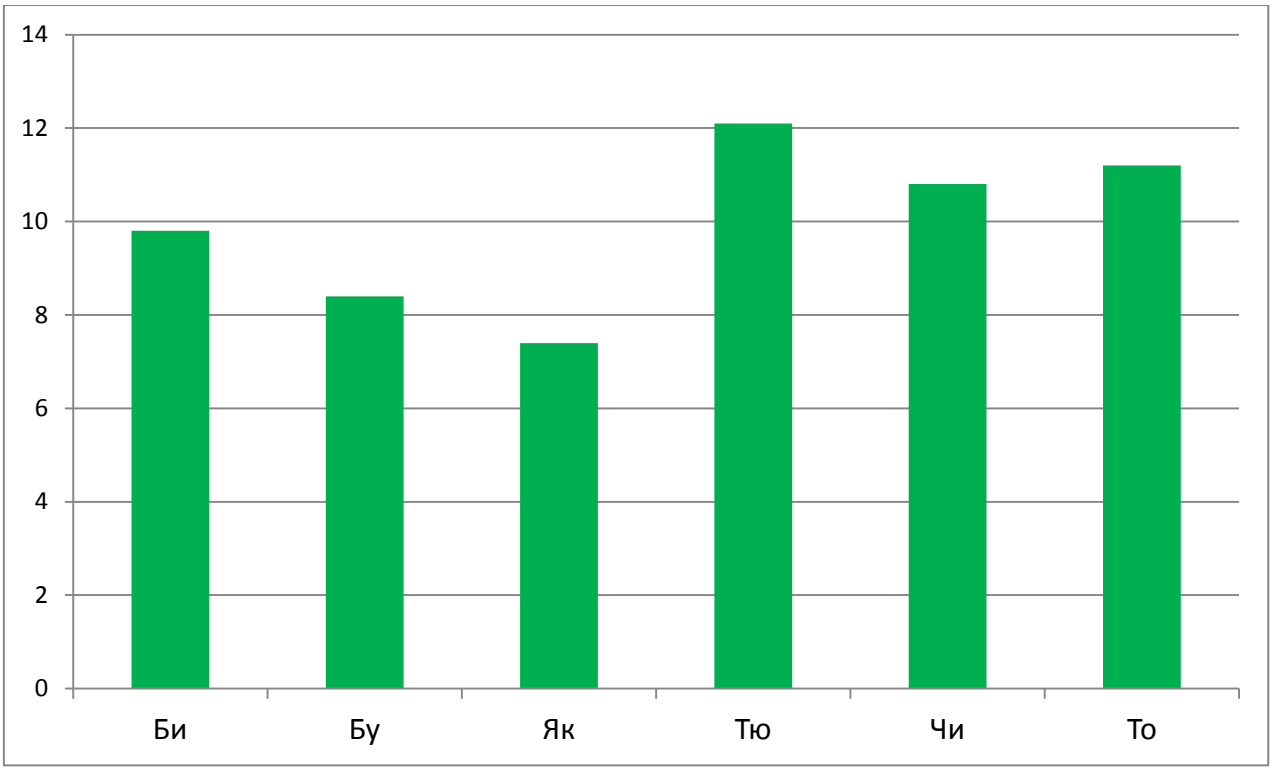

Рисунок 6.16 – Накопление углерода в расчете на дерево сосны кедровой сибирской в зависимости от географического варианта, кг в а.с.с.

Основываясь на том факте, что на исследуемых участках кедровые посадки произрастают на открытом месте и под пологом леса, для выяснения оптимальных условий произрастания и эффективности роста сосны кедровой сибирской при разных условиях произведено сравнение диаметров на высоте груди деревьев на открытом пространстве и на участках под пологом леса.

В таблице 6.7 представлены результаты сравнения диаметров сосны кедровой сибирской на высоте 1,3 м на отрытом участке и на участке дендрария.

Из приведенных в таблице 6.7 данных видно, что сосна кедровая сибирская под пологом леса варьировала по диаметру от 4,3 до 5,9 см, а на открытом месте от 14,2 до 18,2 см.

Таблица 6.7 – Диаметр ствола сосны кедровой сибирской при разных условиях произрастания, см

Географическое происхождение	Под пологом	На открытом месте	$t_ф$ при t_{05} = 1,99
Бирюсинское	5,5±0,46	15,1±0,49	14,24
Бурятское	4,3±0,33	14,2±1,33	7,22
Якутское	4,7±0,39	15,5±0,70	13,48
Томское	4,8±0,44	18,2±0,58	18,40
Тувинское	5,9±0,33	17,2±0,58	16,93

Прослеживается географическая изменчивость, как на открытом месте, так и под пологом леса, замедленным ростом отличаются деревья бурятского происхождения. Под пологом леса деревья этого варианта достигают 4,3 ± 0,33 см в диаметре, на открытом месте 14,2 ± 1,33 см. Томское и тувинское потомства сосны кедровой сибирской демонстрируют наиболее быстрый рост. На открытом месте деревья томского варианта имеют средний диаметр ствола 18,2 ± 0,58 см, тувинского – 17,2 ± 0,58 см.

В целом деревья сосны кедровой сибирской, растущие на открытом месте, превышают по диаметру ствола деревья, выросшие в затенении под пологом леса в 2,7-3,8 раз.

Выводы по главе:

1) В подпологовых культурах дендрария Караульного участкового лесничества Мининского лесничества быстрым ростом характеризовались деревья тувинского, читинского и местного (бирюсинского) происхождений. Потомство сосны кедровой сибирской бурятского происхождения отстает в росте.

2) Экспозиция склона, где расположены подпологовые культуры, оказывает влияние на интенсивность их роста. Культуры сосны кедровой сибирской на склоне южной экспозиции (участок Дендрария) отличаются большими размерами деревьев в сравнении с культурами, растущими на северном склоне (участок Горный-1).

3) Условия выращивания (под пологом леса и на открытом пространстве) влияют на темпы роста кедровых насаждений. Лучшим ростом характеризуются насаждения сосны кедровой сибирской, растущие при условиях большей освещенности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Сохранность и рост подпологовых культур сосны кедровой сибирской зависит от способа посадки. Лучшей сохранностью и умеренным ростом характеризуются культуры при гнездовых посадках рядами в плужные борозды при минимальных трудозатратах по уходу. Невысокая сохранность и лучший рост деревьев отмечены при посадках в площадки при больших трудозатратах по уходу.

2. Показатели роста сосны кедровой сибирской отличаются в вариантах разного географического происхождения. Наибольшую высоту, диаметр ствола и надземную фитомассу имели деревья тувинского и читинского происхождений в сравнении с бурятским.

3. Большое влияние на рост сосны кедровой сибирской оказывают условия выращивания, в частности, освещенность. Лучший рост кедровых насаждений в условиях пригородной зоны Красноярска отмечается на открытом пространстве и склонах южной экспозиции. С увеличением полноты древостоя и сомкнутости полога уменьшаются основные таксационные показатели деревьев.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ

1. При создании подпологовых культур сосны кедровой сибирской следует отдавать предпочтение насаждениям с наименьшей сомкнутостью древесного полога, выбирая склоны южной экспозиции.

2. При необходимости использования инорайонных семян сосны кедровой сибирской в пригородной зоне Красноярска рассмотреть возможность применения семян тувинского и читинского происхождений.

3. Для повышения сохранности и продуктивности кедровых подпологовых культур целесообразно своевременно проводить рубки ухода.

Перспективы дальнейшей разработки темы – проведение дальнейших исследований роста и формирования фитомассы на опытных участках, изучение репродуктивного развития деревьев сосны кедровой сибирской в подпологовых культурах. Формирование насаждений с проведением рубок ухода, удаляя деревья других видов, затеняющие культуры сосны кедровой сибирской.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Агеев, А. Б. Интенсивные приемы репродукции кедра сибирского (*Pinus sibirica* Du Tour) при интродукции вида в зону смешанных лесов европейской части России: автореф. дисс. канд. с.-х. наук / А. Б. Агеев. – Москва. – 2008. – 23 с.

2. Алексеев, В. А. Световой режим леса / В. А. Алексеев. – Ленинград : Наука. Ленингр. отд-ние, 1975. – 227 с.

3. Андронова, М. М. Ступенчатая интродукция древесных растений на севере Русской равнины / М. М. Андронова, Н. А. Бабич, Р. С. Хамитов. – Архангельск. – 2021. – 412 с.

4. Антропова, А. В. Состояние интродукционных культур сосны кедровой сибирской (*Pinus sibirica* Du Tour) в Среднем Поволжье / А. В. Антропова, С. Н. Бродников // Актуальные проблемы экологии и природопользования в современных условиях: материалы междунар. научно-практ. конф. – 2018. – С. 38-42.

5. Бабич, Н. А. Селекция и семенная репродукция кедра сибирского / Н. А. Бабич, Р. С. Хамитов, С. М. Хамитова. – Вологда-Молочное : Вологодская государственная молочнохозяйственная академия им. Н. В. Верещагина, 2014. – 154 с.

6. Белов, Л. А. Опыт переформирования производных мягколиственных насаждений в коренных кедровниках / Л. А. Белов, Е. С. Залесова, С. В. Залесов [и др.] // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В. Р. Филиппова, 2019. - № 3(56). – С. 87-91.

7. Бендер, О. Г. Оценка акклимации горных экотипов *Pinus sibirica ex situ* по показателям CO_2 –газообмена / О. Г. Бендер // Проблемы ботаники южной Сибири и Монголии, 2021. - № 20-1. – С. 66-69.

9. Бех, И. А. Кедровники Южного Приобья / И. А. Бех. – Новосибирск : Наука, 1974. – 212 с.

10. Бех, И. А. Рост культур кедра под пологом леса и на открытом участке / И. А. Бех // Лесное хозяйство. - 1991. - № 9. - С. 35 - 36.

11. Бех, И. А. Проблемы кедра. Потенциальные кедровники / И. А. Бех. – Томск. - 1998. – Вып. 6. – 122 с.

12. Бибиков, Д. И. К экологии кедровки *Nucifraga caryocatactes* / Д. И. Бибиков // Русский орнитологический журнал, 2010. – Т. 19, Экспресс-выпуск 550. - С. 251-280.

13. Братилова, Н. П. Особенности роста и формирования фитомассы крон сосны кедровой сибирской в зависимости от интенсивности урожая в начальный период онтогенеза / Н. П. Братилова, А. М. Пастухова // Хвойные бореальной зоны. - 2004. - Т. XXII. - № 1-2. - С. 77-81.

14. Братилова, Н. П. Продуктивность потомств кедровых сосен разного географического происхождения в пригородной зоне Красноярска / Н. П. Братилова, А. В. Калинин // Хвойные бореальной зоны. - 2007. - Т. 24. - № 1. - С. 20-23.

15. Братилова, Н. П. Рост потомств сосны кедровой сибирской разного географического происхождения при загущенной посадке / Н. П. Братилова, Д. А. Власов // Хвойные бореальной зоны. - 2013. – Т. XXXI. - № 3-4. - С. 18-21

16. Бродников, С. Н. Культуры сосны кедровой сибирской в лесах среднего Поволжья / С. Н. Бродников, С. М. Лазарева // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер. : Лес. Экология. Природопользование. - 2016. - № 3 (31) - С. 19-21.

17. Брынцев В. А. Исследование семеношения кедра сибирского при интродукции / В. А. Брынцев // Лесохозяйственная информация, 1993. - № 7. – С. 29.

18. Брынцев, В. А. Географическая изменчивость сосны кедровой сибирской при интродукции // В. А. Брынцев, А. А. Коженкова // Лесной журнал. - 2016. - № 6. – С. 89-97.

19. Брынцев, В. А. Лесосеменная база для интродукционных культур кедра сибирского / В. А. Брынцев, И. И. Дроздов, О. Ю. Храмова, М. И. Храмова // Вестник МГУЛ. - 2012. - № 3. – С. 21-23.

20. Вараксин, Г. С. Оценка состояния и хода роста опытных культур ели и кедра в подзоне южной тайги средней Сибири / Г. С. Вараксин, В. И. Поляков, М. А Петрова // Лесная таксация и лесоустройство. - 2001. - № 1 (30). - С. 18-23.

21. Витальев, А. П. Опыт создания культур кедра на вырубке / А. П. Витальев, Р. И. Лоскутов // Лесное хозяйство. - 1968. - № 5. – С. 74-78.

22. Выводцев, Н. В. Географические культуры кедровых сосен в Хехцирском опытном лесном хозяйстве / Н. В. Выводцев, Р. Кобаяси, Д. С. Якимов // Актуальные проблемы лесного комплекса. - 2010. – № 26. - С. 10-14.

23. Габеев, В. Н. Культуры сосны, кедра и лиственницы в северо-лесостепных районах Новосибирской и Кемеровской областей: автореф. дисс. канд. с.-х. наук / В. Н. Габеев. - Красноярск. - 1964. – 26 с.

24. Гриднев, А. Н. Состояние и рост культур кедра корейского в условиях Раковского участкового лесничества / А. Н. Гриднев, О. В. Храпко, Н. В. Гриднева, Е. Л. Внуков // Аграрный вестник Приморья. - 2021. - № 2 (22). – С. 54-59.

25. Гродницкая, И. Д. Влияние географических культур кедра сибирского и кедра корейского на биологические свойства почвы юга Красноярского края / И. Д. Гродницкая, Г. В. Кузнецова, Г. И. Антонов, О. Э. Кондакова // Лесоведение. - 2016. - № 2. – С. 135-147.

26. Гродницкая, И. Д. Особенности роста кедровых сосен (*Pinus sibirica* и *Pinus koraiensis*) в Красноярском и Хабаровских краях / И. Д. Гродницкая, Г. В. Кузнецова, Г. И. Антонов, О. Э. Кондакова // Растения в муссонном климате: антропогенная и климатогенная трансформация флоры и растительности. – Благовещенск: Дальневосточный ГАУ, 2018. С. 42-46.

27. Данченко, А. М. Кедровые леса Западной Сибири / А. М. Данченко, И. А. Бех. – Томск : Томский гос. ун-т, 2010. – 424 с.

28. Дебков, Н. М. Потенциальные кедровники Томской области и их современное состояние / Н. М. Дебков, А. А. Маленко // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. - 2017. - № 9 (155). – С. 101-111.

29. Дебков, Н. М. Оценка естественного возобновления кедра сибирского под пологом леса и на вырубках в средней тайге Западной Сибири / Н. М. Дебков, В. С. Панёвин // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Лес. Экология. Природопользование. - 2018. - № 4 (40). – С. 5–20.

30. Дебков, Н. М. Некоторые аспекты последствий осветлений в кедровых культурах / Н. М. Дебков, Т. Ю. Карташова, Е. С. Залесова, Л. А. Белов [и др.] // Леса России и хозяйство в них. - 2018. - № 3 (66). – С. 21-28.

31. Дебков, Н. М. Искусственное восстановление кедровых лесов Томской области / Н. М. Дебков, В. С. Панёвин // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. - 2019. - № 2 (368). – С. 9-21.

32. Добровольский, В. К. Кедровые леса СССР и их использование / В. К. Добровольский. - М. : Лесн. пром-сть, 1964. - 186 с.

33. Дроздов, И. И. Лесная интродукция / И. И. Дроздов, И. Ю. Дроздов. - М. : МГУЛ, 2000. - 135 с.

34. Ермоленко, П. М. Влияние постоянного и периодического затенения на рост подроста кедра в черневых лесах Западного Саяна / П. М. Ермоленко // Ботанические исследования в Сибири. – Красноярск: Вост.-Сиб. НЦ РАЕН, 1998. – Вып. 6. – С. 21-25.

36. Ефремов, А. А. Антимикробная и антирадикальная активность отдельных фракций *Pinus sibirica* Du Tour и Abies *sibirica* Ledeb., произрастающих в сибирском регионе / А. А. Ефремов, И. Д. Зыкова, В. А. Сенашова [и др.] // Химия растительного сырья. - 2020. - № 4. – С. 203-210.

37. Земляной, А. И. Интродукция кедра в лесостепь Западной Сибири / А. И. Земляной, А. В. Шакиров // Экономическое развитие Сибири и Дальнего Востока. Экономика природопользования, землеустройство, лесоустройство, управление недвижимостью. – Новосибирск: СГГА, 2012. - Т. 4. - С. 109-113.

38. Иванов, А. В. Сосна кедровая корейская *Pinus koraiensis* Siebold & Zucc. в подпологовых лесных культурах южной части Дальнего Востока / А. В. Иванов, Д. С. Шашенок // Сибирский лесной журнал. - 2018. - № 6. - С. 80-90.

39. Игнатенко, М. М. Сибирский кедр (биология, интродукция, культура) / М. М. Игнатенко. – М. : Наука, 1988. – 160 с.

40. Изучение имеющихся и создание новых географических культур: Программа и методика работ. - Пушкино, 1972. – 54 с.

41. Ильичев, Ю. И. Рекомендации по созданию постоянной лесосеменной базы кедра на селекционной основе в Горном Алтае / Ю. И. Ильичев, В. П. Демиденко. – Воронеж: Коммуна, 1982. – 17 с.

42. Ирошников, А. И. Кедр сибирский. Географические культуры / А. И. Ирошников. – М. : ВДНХ СССР, 1983. – 3 с.

43. Ирошников, А. И. Кедровые сосны // Орехоплодные лесные культуры / А. И. Ирошников. – М. : Лесная пром-сть, 1978. – С. 236-254.

44. Ирошников, А. И. Проблемы изучения и охраны генофонда кедровых сосен и их селекции / А. И. Ирошников // Кедрово-широколиственные леса Дальнего Востока, 1996. – С. 92-113.

45. Казанцева, М. Н. Рост и продуктивность кедра сибирского (*Pinus sibirica* Du Tour) в посадках дендрария Сибирской лесной опытной станции / М. Н. Казанцева, М. М. Спасибова // Вестник Тюменского государственного университета. Экология и природопользование. - 2018. - Т 4. - № 3. – С. 94-107.

46. Кедровые леса Сибири / И. В. Семечкин, Н. П. Поликарпов, А. И. Ирошников [и др.]. – Новосибирск: Наука, 1985. – 257 с.

47. Келехсаев, Р. У. Влияние рубок ухода за лесом на показатели роста лесных культур кедра корейского в условиях Молчановского участкового лесничества Сергеевского филиала КГКУ "Приморское лесничество" / Р. У. Келехсаев, М. А. Лихитченко, В. В. Острошенко // Аграрный вестник Приморья. - 2019. - № 3 (15). – С. 56-60.

48. Ковалев, А. П. О лесных культурах в хвойно-широколиственных лесах Дальнего Востока / А. П. Ковалев, А. Ю. Алексеенко, Е. В. Лашина // Аграрный вестник Приморья. - 2021. - № 2(22). – С. 67-71.

49. Коловский, Р. А. Влияние светового режима на состояние подроста кедра / Р. А. Коловский // Физиологическая характеристика древесных пород Средней Сибири. – Красноярск : ИЛиД СО АН СССР, 1965. – С. 34-41.

50. Колосовский, Э. В. Рост культур сосны кедровой сибирской в зависимости от сомкнутости полога древостоя // Э. В. Колосовский, Р. Н. Матвеева, Н. П. Братилова, О. Ф. Буторова // Международный научно-исследовательский журнал, 2016. – № 4-6 (46). - С. 46-49. – Текст электронный. https://elibrary.ru/item.asp?id=25944810

51. Комарницкий, В. В. Изменчивость показателей 15-летней сосны кедровой сибирской из разных урочищ Каракокшинского ЛПХ Алтайского края / В. В. Комарницкий // Плодоводство, семеноводство, интродукция древесных растений. – Краноярск: СибГУ. – 2021. – С. 46-49.

52. Корякин, В. Н. Рост культур кедра корейского на северо-западной границе ареала / В. Н. Корякин, Н. В. Романова, Ю. В. Дидиченко // Природные ресурсы и экология Дальневосточного региона: материалы междунар. науч.-практ. форума. – Хабаровск : изд-во ТОГУ, 2013. - С. 106-108.

53. Крылов, Г. В. Леса Западной Сибири / Г. В. Крылов. – Москва : Изд-во АН СССР, 1961. – 256 с.

54. Кузнецова, Г. В. Особенности роста и развития кедровых сосен на лесосеменных объектах Средней Сибири: автореф. дисс. канд. биол. наук /

Г. В. Кузнецова. – Красноярск: Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, 2001. – 25 с.

55. Кузнецова, Г. В. Адаптация кедровых сосен *Pinus sibirica* Du Tour и *Pinus koraiensis* Siebold Et. Zucc. к различным экологическим факторам в местах их тестирования / Г. В. Кузнецова, В. С. Грек // Сибирский лесной журнал. - 2016. – № 5. - С. 63-71.

56. Кузнецова, Г. В. Рост привитых деревьев кедровых сосен разного географического происхождения в Красноярской лесостепи / Г. В. Кузнецова // Плодоводство, семеноводство, интродукция древесных растений. – Красноярск: СибГУ им. М.Ф. Решетнева, 2020. – С. 50-53.

57. Лавренова, Е. А. Искусственное лесовыращивание сосны кедровой сибирской в ценоареале вида и при интродукции: автореф. дисс. канд. с.-х. наук. – Москва, 1997. – 22 с.

58. Ларионова, Н. А. Влияние происхождения семян на рост культур кедра сибирского / Н. А. Ларионова // Лесное хозяйство, 1968. - № 4. - С. 26-28.

59. Ларионова, Н. А. Фенологические особенности 6-8-летнего кедра сибирского разного географического происхождения / Н. А. Ларионова // Фенологические методы изучения лесных биогеоценозов, 1975. - С. 197-201.

60. Леман, В.М. Об ускорении развития сеянцев хвойных пород при непрерывном освещении // Доклады АН СССР.- М. - 1950.- Т. 71.- Вып.1.- С.163-166.

61. Лесосеменное районирование основных лесообразующих пород в СССР. – М : Лесн. пром-сть, 1982. - 368 с.

62. Лесосеменные районы основных лесообразующих пород // Приказ № 353 от 8.10.2015 г. «Об установлении лесосеменного районирования». – Мин-во природных ресурсов и экологии РФ, 2015. – 30 с.

63. Лесохозяйственный регламент Городского лесничества города Красноярска http://docs.cntd.ru/document/432907834

64. Лесохозяйственный регламент Мининского лесничества (с изменениями на 21 января 2020 года) http://docs.cntd.ru/document/550267373

65. Лоскутов, Р. И. Научные основы искусственного восстановления кедра сибирского в лесах Западного Саяна: автореф. дисс. канд. с.-х. наук / Р. И. Лоскутов. – Красноярск, 1966. – 26 с.

66. Лузганов, А. Г. Географическая изменчивость кедра сибирского: автореф. дисс. канд. с.-х. наук. / А. Г. Лузганов. – Красноярск. - 1981. - 24 с.

67. Лузганов, А. Г. Изменчивость годичных приростов как показатель жизнестойкости деревьев в гнездовых культурах хвойных пород / А. Г. Лузганов // Плодоводство, семеноводство, интродукция древесных растений. – Красноярск: СибГУ. - 2009. – Т. XII. – С. 53-55.

68. Мамаев, С. А. Формы внутривидовой изменчивости древесных растений / С. А. Мамаев. - М.: Наука, 1973. - 284 с.

69. Маргайлик, Г. И. Влияние света на рост и развитие главнейших лесных древесных пород Белоруссии : автореф. дис. канд. биол. наук / Г. И. Маргайлик. – Минск, 1964 . - 22 с.

70. Маслаков, Е. Л. Формирование сосновых молодняков / Е. Л. Маслаков. - М. : Лесн. пром-сть, 1984. - 168 с.

71. Матвеева, Р. Н. Влияние дополнительного ночного освещения на развитие фотосинтетического аппарата всходов кедра сибирского / Р. Н. Матвеева // Повышение продуктивности лесов Сибири и Дальнего Востока. - Красноярск : СТИ, 1974. - С. 217-220.

72. Матвеева, Р. Н. Особенности создания культур хвойных пород в условиях Восточной Сибири / Р. Н. Матвеева, О. Ф. Буторова. – Красноярск: СТИ, 1987. - 207 с.

73. Матвеева, Р. Н. Королева тайги / Р. Н. Матвеева, О. Ф. Буторова, Н. П. Братилова. – Красноярск: СибГТУ, 2003. – 144 с.

74. Матвеева, Р. Н. Влияние сомкнутости полога древостоя на рост культур сосны кедровой сибирской (участок "Горный-2"): / Р. Н. Матвеева, О. Ф. Буторова, Э. В. Колосовский. – Красноярск : СибГУ, 2020. – 205 с.

75. Матвеева, Р. Н. Особенности роста, семеношения 30-35-летних рамет и полусибов плюсовых деревьев сосны кедровой сибирской (юг Средней

Сибири): / Р. Н. Матвеева, О. Ф. Буторова, В. В. Нарзяев. – Красноярск: СибГУ, 2021. – 208 с.

76. Мелехов, И. С. Лесоведение: Учебник для вузов / И. С. Мелехов. – М.: Лесн. пром-сть, 1980. - 408 с.

77. Мерзленко, М. Д. Итог тридцати вегетаций в географических культурах ели Сергиево-Посадского опытного лесхоза / М. Д. Мерзленко, П. Г. Мельник // Вопросы лесоведения и лесоводства: науч. тр. МГУЛ. - 1995. - Вып. 274. - С. 64–77.

78. Мерзленко, М. Д. Значение географических лесных культур в сохранении биологического разнообразия древесных растений / М. Д. Мерзленко, Л. Г. Мельник // Бюлл. разнообразия лесных экосистем. Матер. Всерос. совещания. – Москва, 1995. – С. 325-327.

79. Милютин, Л. И. Анализ исследований географической изменчивости древесных растений / Л. И. Милютин // Плодоводство, семеноводство, интродукция древесных растений. – Красноярск: СибГУ им. М.Ф. Решетнева, 2021. – С. 77-78.

80. Митрофан Кузьмич Турский: Материалы к биобиблиографии / под ред. В. М. Баутина и др. - М.: Изд-во РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева, 2011 - 75 с.

81. Молчанов, А. А. Методика изучения прироста древесных растений / А. А. Молчанов, В. В. Смирнов. АН СССР. Лаборатория лесоведения. – Москва : Наука, 1967. – 95 с.

82. Муратова, Е. Н. Кариотипы кедровых сосен 1. Кариотип *Pinus sibirica* Du Tour / Е. Н. Муратова // Цитология, 1978. – Т. 20. - № 8. – С. 972-976.

83. Нестерович, Н. Д. Влияние света на древесные растения / Н. Д. Нестерович, Г. И. Маргайлик. – Минск: Наука и техника, 1969. – 176 с.

84. Никитина, Н. В. Рост и□развитие подроста кедра (*Pinus sibirica* Du Tour) под пологом леса и□на вырубках юго-западной Якутии / Н. В. Никитина, Л. М. Михайлова // Успехи современного естествознания. - 2018. - № 12-2. – С. 296-301.

85. Николаева, М. А. Использование географической изменчивости в селекции хвойных пород в республике Башкортостан / М. А. Николаева, А. А. Крестьянов, Д. Е. Каматов, О. А. Ямалеев // Хвойные бореальной зоны. - 2015. – Т. 33. - № 1-2. – С. 30-37.

86. Овчинникова, Н. Ф. Фитоценотические особенности роста кедра (*Pinus sibirica* Du Tour) в черневом поясе Западного Саяна / Н. Ф. Овчинникова, П. М. Ермоленко // Актуальные проблемы лесного комплекса, 2006. - № 15. – С. 44-47.

87. Огиевский, В. В. Обследование и исследование лесных культур : (Методическое пособие для лесоводов) / В. В. Огиевский, А. А. Хиров. – Москва : Лесная промышленность, 1964. - 50 с.

88. Олисова, О. П. Ритм роста кедра сибирского в географических культурах под Красноярском / О. П. Олисова, Н. А. Ларионова, А. Г. Лузганов // Тез. докл. конф. по итогам научно-исследовательских работ за 1966 г. - Красноярск: СТИ, 1966. - С. 71-79.

89. Орешкова, Н. В. Генетический полиморфизм сосны сибирской кедровой (*Pinus sibirica* Du Tour) в Кузнецком Алатау / Н. В. Орешкова, Т. С. Седельникова, С. П. Ефремов, А. В. Пименов // Сибирский Экологический журнал. - 2020. – Т. 27. - № 6. – С. 677-688.

91. Павлов, Н. В. Математические методы в лесном хозяйстве / Н. В. Павлов, А. С. Смольянов, А. А. Вайс. – Красноярск: СибГТУ, 2005. – 192 с.

92. Панов, А. Н. Влияние освещенности на подрост кедра сибирского в различных типах леса / А. Н. Панов // Оптика атмосферы и океана, 2006. – Т. 19. - № 11. – С. 973-975.

93. Парамонов, Е. Г. Лесовосстановление на Алтае / Е. Г. Парамонов, Я. Н. Ишутин, В. А. Саета, М. В. Ключников. - Барнаул. - 2000. - 312 с.

94. Пастухова, А. М. Анализ распределения 54-летних деревьев кедра корейского по диаметру ствола и кроны в плантационных культурах / А. М. Пастухова, С. К. Мамедова // Охрана и рациональное использование

лесных ресурсов. - Сборник тезисов докл. XI междунар. научно-практ. конф. Благовещенск. - 2021. – С. 46-48.

95. Петрова, Е. А. Генетическое разнообразие кедра сибирского *Pinus sibirica* Du Tour: распределение вдоль широтного и долготного профилей / Е. А. Петрова, С. Н. Горошкевич, М. М. Белоконь, Ю. С. Белоконь, Д. В. Политов // Генетика, 2014. – Т. 50. - № 5. – С. 538-553.

96. Поварницын, В. А. Кедровые леса СССР / В. А. Поварницын // Красноярск: ГУУЗ Наркомлеса СССР, 1944. — 218 с.

97. Поликарпов, Н. П. Лесовосстановительные процессы в темнохвойных лесах северной части западного Саяна / Н. П. Поликарпов, Р. М. Бабинцева // Лесоводственные исследования в лесах Сибири. – Труды Ин-та леса и древесины СО АН СССР. – Красноярск, 1963. - Т. LVII. -С. 149-183.

98. Полещук, А. В. Рост культур сосны корейской (*Pinus korainensis Siebold Et Zucc*.) при различных способах реконструкции производных дубняков Южного Приморья / А. В. Полещук, Т. Н. Полещук, Е. П. Внуков // Тенденции развития науки и образования, 2019. - № 55-4. – С. 17-20

99. Протопопов, В. В. Условия освещенности в кедровых древостоях Западного Саяна / В. В. Протопопов // Физиология древесных пород Сибири. – Красноярск : Ин-т леса и древесины СО АН СССР, 1965. - С.115-122.

100. Пряжников, А. Н. Фитонцидность и санитарно-гигиеническое значение кедровников / А. Н. Пряжников // Вопросы повышения продуктивности лесов. – Новосибирск, 1968. – С. 296 -303.

101. Пуджа, Г. И. Сравнительная характеристика трех типов лесных культур сосны кедровой сибирской в Томской области / Г. И. Пуджа, А. М. Данченко, С. А. Кабанова, М. А. Данченко // Лесотехнический журнал. - 2018. – Т. 8. - № 1(29). – С. 42-50.

102. Пулинец, М. П. Свет и культура кедра корейского / М. П. Пулинец // Сборник трудов ДальНИИЛХ. – Вып. 7. – Хабаровск : ДальНИИЛХ, 1965. – С. 269-278.

103. Пулинец, М. П. Динамика зарастания коридоров реконструктивных лесных культур / М. П. Пулинец // Использование и воспроизводство лесных ресурсов Дальнего Востока. – Сборник трудов ДальНИИЛХ. – Вып. 26. – Хабаровск : ДальНИИЛХ, 1984. – С. 76-79.

104. Путенихин, В. П. Цивилизация деревьев: научно-популярные очерки о природе / В. П. Путенихин. – Уфа : Информреклама, 2007. - 140 с.

105. Путенихин, В. П. Лесотаксационная структура памятника природы "Культуры кедра в квартале 19 (выд. 16) Стерлитамакского лесничества" (республика Башкортостан) / В. П. Путенихин, К. В. Путенихина // Естественные и технические науки. - 2021. - № 10 (161). – С. 114-116.

106. Репин, Е. Н. Особенности водного режима хабаровских климатипов кедра корейского *Pinus koraiensis* (Siebold Et Zucc.) в географических культурах / Е. Н. Репин // Успехи современного естествознания. - 2018. - № 10. – С. 68-72.

107. Рогозин, М. В. Программа селекции хвойных в лесосеменном районе / М. В. Рогозин // Сибирский лесной журнал. - 2016. - № 5. - С. 99–106.

108. Родин, А. Р. Научные основы искусственного возобновления хвойных пород (на примере центральных областей зоны смешанных лесов): автореф. дис. ... д.с.-х.н. / А. Р. Родин. - М. : МЛТИ, 1980. - 44 с.

109. Родин, А. Р. Методические рекомендации по изучению лесных культур старших возрастов / А. Р. Родин, М. Д. Мерзленко. – М. : ВАСХНИИЛ, 1983. - 36 с.

110. Родин, А. Р. О проблемах изучения географических культур основных лесообразующих пород / А. Р. Родин, А. Е. Проказин // Лесное хозяйство. - 1996. - № 4. - С. 16–18.

111. Родин, А. Р. Изучение географической изменчивости основных лесообразующих пород / А. Р. Родин, А. Е. Проказин // Лесопользование и воспроизводство лесных ресурсов. - М. : МГУЛ, 1997. - С. 70–75.

112. Родин, А. Р. Географическая изменчивость основных лесообразующих пород / А. Р. Родин, А. Е. Проказин // Экология, мониторинг и рациональное

природопользование: Науч. тр. – М. : МГУЛ, 2000. - Вып. 302 (I). - С. 114-118.

113. Рысин, Л. П. Световой режим в некоторых хвойных и лиственных типах леса / Л. П. Рысин // Стационарные биогеоценотические исследования в южной подзоне тайги. – М. : АН СССР, 1964. – С. 74-89.

114. Секерин, Е. М. Лесные культуры кедра сибирского в подзоне южной тайги Среднего Урала / Е. М. Секерин, С. В. Залесов, Е. П. Платонов // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1-1.; URL: https://science-education.ru/ru/article/view?id=17626.

115. Спасибова, М. М. Опыт создания кедросада в дендрарии Сибирской лесной опытной станции / М. М. Спасибова, М. Н. Казанцева // Актуальные проблемы лесного комплекса, 2015. - № 43. – С. 143-146.

116. Сташкевич, Н. Ю. Рост *Pinus sibirica* Du Tour в культурах и под пологом сосново-березовых лесов в подтаежной зоне Западного Саяна / Н. Ю. Сташкевич // ИВУЗ. Лесной журнал, 2015. - № 3(345). - С. 35-42.

117. Судачкова, Н. Е. Физиология подроста кедра / Н. Е. Судачкова, Е. Я. Расторгуева, Р. А. Коловский. - М. : Наука, 1967. – 123 с.

118. Таланцев, Н. К. Кедр / Н. К. Таланцев.- М. : Лесн. пром-сть, 1981. - 96 с.

119. Тараканов, В. В. Использование популяционно-географической изменчивости для повышения продуктивности видов лесообразователей / В. В. Тараканов, В. П. Демиденко, О. В. Хрубилова // Вид и его продуктивность в ареале. - СПб. : Гидрометеоиздат, 1993. - С. 334-336.

120. Тараканов, В. В. Лесная селекция в России: достижения, проблемы, приоритеты (обзор) / В. В. Тараканов, М. М. Паленова, О. В. Паркина [и др.] // Лесохозяйственная информация, 2021. - № 1. – С. 100-143.

121. Терехов, Г. Г. Состояние и рост культур кедра сибирского в подзоне южной тайги Среднего Урала / Г. Г. Терехов, В. А. Усольцев, Н. А. Луганский, А. И. Колтунова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. - 2015. - № 2(52). - С. 13-16.

122. Терехов, Г. Г. Надземная фитомасса деревьев в культурах кедра сибирского на Урале / Г. Г. Терехов, В. А. Усольцев // ЭКО-ПОТЕНЦИАЛ. - 2015. - № 4(12). – С. 7-10.

123. Терехов, Г. Г. Особенности формирования чистых и смешанных культур кедра сибирского с сосной обыкновенной и елью сибирской на Среднем Урале / Г. Г. Терехов, С. К. Стеценко, Е. М. Андреева, В. И. Крюк, В. Н. Луганский // Лесотехнический журнал. - 2018. – Т. 8. - № 2(30). – С. 95-104.

124. Терехов, Г. Г. Состояние 40-летних культур кедра сибирского, посаженных биогруппами, на Среднем Урале / Г. Г. Терехов, Е. М. Андреева, С. К. Стеценко // Современные подходы и методы в защите растений, 2020. - С. 234-235.

125. Терехов, Г. Г. Оценка культур кедра сибирского в конце первого класса возраста / Г. Г. Терехов, Е. М. Андреева, С. К. Стеценко // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. - 2021. - № 6 (384). - С. 56-58.

126. Терехова, С. А. Лесовосстановление сосны сибирской кедровой под пологом древостоя / С. А. Терехова, А. Г. Лузганов, А. В. Карпачева // Хвойные бореальной зоны. - 2008. – Т. 25. - № 1-2. – С. 44-47.

127. Титов, Е.В. Селекция кедровых сосен / Е.В. Титов. - Воронеж: ВГЛТА, 1999.- 58 с.

128. Титов, Е. В. Кедр. Царь сибирской тайги / Е. В. Титов. - Санкт-Петербург : Диля, 2020. - 288 с.

129. Углерод в экосистемах лесов и болот России = Carbon in ecosystems of forests and peatlands of Russia / В. А. Алексеев, В. Д. Стаканов, И. А. Коротков и др.; Ин-т леса им. В. Н. Сукачева. Сиб. отд-ние РАН, Северовост. лес. эксперимент. станция Лес. Службы Соедин. Штатов Америки. - Красноярск, 1994. - 170 с.

130. Усольцев, В. А. Методы таксации фитомассы деревьев: учебно-методическая разработка / В. А. Усольцев, З. Я. Нагимов. – Свердловск: УЛТИ, 1988 – 46 с.

131. Усольцев, В. А. Структура фитомассы кедровых сосен в плантационных культурах / В. А. Усольцев, Н. П. Щерба. – Красноярск : СибГТУ, 1998. – 134 с.

132. Уфимцева, Н. М. Факторы, влияющие на рост кедра сибирского в Манском лесничестве Красноярского края / Н. М. Уфимцева, Р. Н. Матвеева, О. Ф. Буторова // Вестник КрасГАУ. - 2011. - № 2. – С. 77-80.

133. Феклистов, П. А. Световой режим в древостоях разного породного состава на Соловецких островах / П. А. Феклистов, А. Н. Соболев // Биология. - 2013. – С. 93-100.

134. Хамитов, Р. С. Изменчивость сосны кедровой сибирской по урожайности шишек в условиях интродукции / Р. С. Хамитов, М. М. Андронова, А. М. Антонов // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. - 2018. - № 3 (363). - С. 84-91.

135. Хамитов, Р. С. Интродукция сосны кедровой сибирской на селекционной основе в таежную зону Восточно-европейской Равнины / Р. С. Хамитов, Н. А. Бабич, И. И. Дроздов. – Вологда-Молочное : Вологодская государственная молочнохозяйственная академия им. Н. В. Верещагина, 2016. – 236 с.

137. Хамитова, С. М. Биометрические особенности формирования семян в шишках кедра сибирского / С. М. Хамитова // Вестник ИРГСХА, 2013. - № 59. – С. 69-76.

138. Хохрин, А. В. Культура кедра сибирского *Pinus sibirica* (Rupr) Maur на Среднем Урале: автореф. дис. канд. с.-х. наук / А. В. Хохрин. – Свердловск: УЛТИ, 1966. – 24 с.

139. Чернов, Н. Н. Культуры кедра сибирского на Урале / Н. Н. Чернов // Леса Урала и хозяйство в них : сб. науч. тр.: Урал. гос. лесотехн. ун-т. Екатеринбург, 2006. - Вып. 27. – С. 170–178.

140. Чижов, Б. Е. Уход за культурами кедра с применением гербицидов / Б. Е. Чижов, В. Г. Лузанов // Лесное хозяйство, 1981 - № 5 - С. 32-34.

141. Чижов, Б. Е. Лесоводственные и экологические проблемы равнинных кедровых лесов Западной Сибири / Б. Е. Чижов, А. А. Маленко, В. И. Желдак, В. М. Сидоренко // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. - 2015. - № 3(125). – С. 55-55.

142. Чиндяев, А. С. Особенности роста и развития 22-летних подпологовых культур кедра сибирского на осушенных торфяных почвах / А. С. Чиндяев, Т. А. Матвеева // Леса России и хозяйство в них. - 2010. - № 3 (37). – С. 17-23.

143. Читоркин, В. В. Направленное формирование молодняков кедра сибирского (*Pinus sibirica* Du Tour) в южной тайге Западной Сибири: автореф. дисс. … канд. биол. наук / В. В. Читоркин. – Красноярск, 2006. – 24 с.

144. Шевелев, С. Л. Лесотаксационный справочник для южнотаежных лесов Средней Сибири / С. Л. Шевелев, В. В. Кузьмичев, Н. В. Павлов, А. С. Смольянов. - М. : ВНИИЛМ, 2002. – 166 с.

145. Штукин, С. С. Технология лесохозяйственного производства : учеб. пос. для студ. вузов / С. С. Штукин. – Минск : БГТУ, 2003. – 312 с.

146. Щеголихина, А. А. Анализ результатов искусственного лесовосстановления сосны кедровой корейской на острове Русский (Владивостокское лесничество) / А. А. Щеголихина, О. О. Храпко // Аграрный вестник Приморья. - 2019. - № 4 (16). – С. 46-50.

147. Щерба, Н. П. Влияние качества посадочного материала, агротехники выращивания и декапитации крон на рост и формирование фитомассы кедра сибирского / Н. П. Щерба, А. В. Водин. – Красноярск : СибГТУ, 2000. - 84 с.

148. Щерба, Ю. Е. Воспроизводство сосны кедровой сибирской на генетико-селекционной основе / Ю. Е. Щерба, А. А. Ибе, Т. В. Сухих, Д. Е. Копченко // Хвойные бореальной зоны. - 2021. – Т. 39. - № 5. – С. 401-407.

150. Юшков, В. И. Рост и пигментная система кедра сибирского при разных световых режимах / В. И. Юшков, Н. С. Завьялова // Воспроизведение кедровых лесов на Урале и в Западной Сибири. - Свердловск : УНЦ АН СССР, 1981. – С. 13-22.

151. Юшков, В. И. Структура и функции ассимиляционного аппарата молодых растений кедра сибирского при разных световых режимах / В. И. Юшков, Н. С. Завьялова // Экология. - 1988.- № 4.- С.18-24.

152. Khamitov, R. S. Variability of siberian stone pine seed yield in introduction plantations in the Vologda region / R. S. Khamitov, M. M. Andronova, S. A. Korchagov, S. M. Khamitova // IOP conference series: earth and environmental science, 2022. – V. 979. https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/979/1/012010.

153. Giertych M. Summary of results of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) height growth in IUFRO provenance experiments // Silvae Genetica, 1979, 28(4). pp. 136–152.

154. Vyvodtsev, N. V. Introduction of *Pinus sibirica* in Khabarovsk / N. V. Vyvodtsev, R. Kobayashi, D. S. Yakimov // Conservation of Forest Genetics Resources in Siberia. - Proceedings of 3-rd International Conference August 23-29, 2011. - Krasnoyarsk. – 2011. - P. 32–33.

155. Oreshkova, N. V. Genetic polymorphism of siberian stone pine (*Pinus sibirica* Du Tour) in Kuznetsk Alatau / N. V. Oreshkova, A.V. Pimenov, T.S. Sedel'nikova, S.P. Efremov // Contemporary problems of ecology, 2020. – Т. 13. - № 6. – P. 569-576.

156. Sedelnikova, T. S. Specific karyological features of siberian stone pine (*Pinus Sibirica* Du Tour) in Western Siberian Bogs / T. S. Sedelnikova, E. N. Muratova // Russian journal of ecology, 2002. – Т. 33. - № 5. – С. 303-308.

157. Shah, S. Climate growth response of pinus sibirica (siberian pine) in the Altai Mountains, Northwestern China / S. Shah, J. Yu, Q. Liu [et al.] // Pakistan Journal of Botany, 2020. - Т. 52. - № 2. – P. 593-600.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А

Приросты в высоту деревьев-лидеров на участке «Горный-1» в 2012 г.

Таблица А.1. Приросты в высоту деревьев-лидеров бирюсинского происхождения

Номер дерева/ год	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
1-1	14	16	18	16	15	17	19	17	20	19	9	28
2-1	8	10	10	13	14	11	11	24	14	11	11	10
3-2	13	14	9	17	23	20	22	17	17	14	18	16
4-1	7	11	10	9	9	12	11	14	13	6	10	16
6-2	19	21	18	19	18	18	16	32	18	20	20	19
7-5	12	17	14	15	15	17	14	14	15	12	15	15
9-4	18	19	20	25	19	22	18	19	18	17	17	16
10-3	10	8	36	26	19	19	14	19	16	15	18	13
11-2	9	8	15	9	7	9	115	17	14	17	14	11
12-1	18	14	20	18	17	17	18	18	16	17	18	17
13-7	10	13	13	11	15	6	11	7	12	13	18	12
14-5	13	17	18	18	13	14	17	10	6	8	11	14

Таблица А.2. Приросты в высоту деревьев-лидеров бурятского происхождения

Номер дерева/ год	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
6-1	9	12	10	13	12	9	14	13	16	17	16	14
7-7	15	17	19	20	20	21	8	16	17	19	19	14
8-2	11	10	16	18	17	12	16	12	8	13	9	9
16-3	15	15	16	12	9	16	11	16	13	19	9	9
17-3	11	22	22	20	23	22	11	9	15	13	9	15
18-5	9	11	15	16	17	14	11	13	8	12	12	12
19-2	12	10	12	20	12	6	12	11	9	10	5	8
20-2	10	15	23	23	19	19	17	19	14	14	13	13
27-3	14	16	17	21	13	14	15	18	18	21	20	23
28-2	17	18	18	21	17	18	19	15	16	13	18	16
29-3	15	15	13	16	7	12	12	13	15	7	10	-
40-2	16	15	12	19	20	18	19	18	19	19	16	13

Таблица А.3. Приросты в высоту деревьев-лидеров якутского происхождения

Номер дерева/ год	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
05-3	17	10	9	12	13	15	13	9	15	9	14	14
06-3	11	9	12	10	12	14	23	15	11	14	32	19
07-1	11	13	9	11	19	14	13	16	15	14	12	10
08-3	12	11	12	15	11	17	11	9	12	12	11	22
10-1	13	7	15	10	14	15	11	12	14	15	12	13
17-2	8	5	7	9	10	22	14	7	9	22	5	15
19-6	19	9	7	11	6	5	6	6	6	9	7	13
20-2	19	19	7	9	11	9	11	26	11	23	14	15
25-2	14	11	11	10	11	11	10	11	14	7	12	11
26-1	15	13	7	14	19	15	19	17	17	21	17	16
27-1	10	11	24	27	14	14	10	7	10	30	14	18
28-1	9	9	9	10	11	7	8	10	6	8	15	11

Таблица А.4. Приросты в высоту деревьев-лидеров тюменского происхождения

Номер дерева/ год	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
9-1	17	10	14	24	18	17	10	6	7	9	8	15
8-1	12	14	15	9	11	18	20	23	21	20	19	14
7-1	14	10	11	14	15	17	15	11	15	14	12	14
6-1	20	23	23	12	11	20	20	18	13	19	13	10
2-3	11	11	13	15	17	13	7	5	18	15	15	16
1-1	15	19	25	32	27	24	25	15	20	18	17	20
5-6	12	21	23	13	10	16	14	19	18	17	17	15

Таблица А.5. Приросты в высоту деревьев-лидеров читинского происхождения

Номер дерева/ год	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
71-1	25	12	11	16	20	19	16	13	20	16	15	16
72-1	9	10	12	16	22	23	23	25	22	23	26	30
73-7	10	14	18	18	20	20	18	17	20	22	20	21
74-5	13	16	18	17	24	19	21	19	21	18	16	20
75-4	19	15	10	15	18	19	17	6	6	17	23	23

Окончание таблицы А.5

Номер дерева/ год	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
76-1	18	20	19	25	25	14	19	28	8	25	26	26
85-1	20	19	19	21	19	23	31	25	16	16	18	23
84-5	9	19	19	11	14	15	15	7	20	16	12	26
83-7	12	11	16	17	18	18	20	20	22	25	29	35
82-3	18	17	12	7	9	13	19	11	13	22	19	32
63-2	8	9	13	14	14	13	15	10	10	12	13	15
64-3	18	17	23	23	17	21	20	19	20	23	24	26

Таблица А.6. Приросты в высоту деревьев-лидеров тувинского происхождения

Номер дерева/ год	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
87-2	9	12	19	22	18	20	19	23	20	20	17	16
86-3	21	17	12	22	24	22	15	16	13	18	13	18
85-1	9	20	23	26	19	17	18	19	20	16	18	21
84-1	11	19	16	14	15	13	17	13	16	13	17	18
83-1	17	10	11	5	9	12	11	13	11	11	11	19
82-2	14	14	12	6	9	13	12	17	33	8	23	12

Окончание таблицы А.6

Номер дерева/ год	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
81-3	18	11	9	14	9	30	19	18	19	17	19	21
53-1	22	21	22	17	19	20	22	17	19	23	18	23
63-1	21	19	19	21	19	20	15	18	21	19	17	21
64-1	14	25	24	22	25	27	38	17	26	30	27	30
75-1	18	22	21	18	17	21	21	21	21	17	19	35
76-1	11	21	24	25	23	23	24	21	20	25	16	15

Приложение Б

Биометрические показатели сосны кедровой сибирской на участке «Горный-1» в 2016 г.

Таблица Б.1 – Биометрические показатели сосны кедровой сибирской бирюсинского происхождения (вариант № 1)

Номер растения	Высота, м	Диаметр ствола, см		Диаметр кроны, м			Протяженность кроны, м	Длина хвои, см
		на 0,1 м	на 1,3 м	с-ю	з-в	ср.		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1-1-1	3,9	7	5,5	2,2	2,2	2,2	1,2	12.4; 11; 11,8; 10,5
1-1-2	4,5	4	3,4	2	1,4	1,7	1,3	11; 9,5; 11; 8,5
1-1-3	4	4,3	3,6	1,1	1,3	1,2	1,1	10,1; 10,1; 11,6; 9,8
1-2-1	4,1	4,5	3,8	1,9	1,9	1,9	1,7	9,1; 10,2; 10; 9
1-2-2	3,9	4	3,1	1,5	1,4	1,4	1,8	9,5; 10,8; 10,3; 9,1; 12,8
1-2-3	3	3,4	2,4	1	0,8	0,9	1,7	8,1; 11,3; 9,9
1-2-4	1,9	2,4	1,3	0,6	0,9	0,8	1	8,3; 8,9; 8,6
1-2-5	1,2	1,8	-	0,5	0,4	0,4	0,9	8,8; 7,9
1-3-1	1,7	2	0,9	0,7	1,2	1,0	0,8	0,9; 10,5; 10,5; 11; 8,7; 9,6

Продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
1-3-2	5,7	6,5	5,8	2	2	2	1,5	10,2; 11,3; 11,2; 9
1-3-3	3	2,6	2,2	1,4	1,1	1,2	0,6	8,8; 8,8; 9,6
1-3-4	3,8	4	3,4	1,5	1,5	1,5	1,4	10; 9,2; 10,4; 8,8
1-3-6	1,1	1,8	-	0,7	0,6	0,6	0,7	7,3; 8,7; 8,7
1-4-1	4	4,2	3,4	1,5	1,8	1,6	1,7	11; 7,8; 10,6; 8,6
1-4-2	1,7	1,7	0,8	0,9	0,8	0,8	0,7	8; 9,2; 9,4
1-3-5	2,4	2,2	1,8	1,4	1,4	1,4	1,3	9,2; 10,2; 11; 10,5
1-4-3	2,5	3,4	2,5	1,1	1,1	1,1	0,5	8,2; 9,4; 10,3; 9,9; 12
1-4-4	1,2	1,8	-	0,4	0,6	0,5	-	-
1-4-5	2,6	3,5	2,4	1	1,3	1,2	0,4	9; 8,2; 9,7; 8; 12,5
1-4-6	2,7	2,7	1,8	1	0,9	1	1,2	8,3; 9,6; 10; 9,4; 10,6
1-4-7	0,8	1	-	0,3	0,2	0,2	0,6	7,8; 8,2; 9
1-5-1	1	1,3	-	0,8	0,6	0,7	0,5	9,3; 9,5; 9,4
1-6-1	1,7	1,9	0,9	1	0,7	0,8	0,7	8,9; 9,3; 9,5; 10,2; 12,5

Продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
1-6-2	7,6	7	6,2	2,5	2,7	2,6	1,7	8,5; 8; 10,8
1-6-3	3,2	3,4	2,6	1,4	1,1	1,2	0,6	8; 7,8; 9.2; 7.8; 9,7
1-6-3	6,8	8,2	7,4	2	2,2	2,1	2,2	10,5; 10; 10,5; 10,4
1-6-4	3	4,1	2,8	1	1,3	1,2	1,6	8,6; 9,5; 8,7; 8.5; 7,3
1-7-1	1,1	1,2	-	0,6	0,5	0,6	0,6	6,5; 7,6; 7,5; 8,2
1-7-2	4,2	5,4	4,4	2	2	2	0,9	11,6; 12; 12,6; 11,4
1-7-3	1,5	2,2	0,6	0,9	0,8	0,8	0,4	8; 9,5; 9; 9.2; 8,4
1-7-4	3,1	2,7	1,9	1	1	1		
1-9-1	0,9	5						
1-9-3	3,2	4	3,1	1	1,3	1,2	0,3	8,3; 9,3; 9,4; 9,2; 10,2, 8,4; 11
1-9-4	8,1	9,4	7,9	3,1	3	3	0,8	9.4; 10,2; 11; 10; 10,1
1-9-2	2,4	3,7	1,9	1,3	1,2	1,2	0,3	8,5; 10; 8.2; 10,2; 10,8

Продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
1-9-5	3,4	4,4	3	1,3	1,3	1,3	1,1	8,1; 8,8; 8,2; 8,8; 11,2
1-9-6	3,8	4,6	3,6	1,7	1,7	1,7	0,8	8,1; 8,8; 8,2; 8,8; 11,2
1-9-7	0,2	3,4						
1-10-1	6,1	7,5	6	2	2,1	2	1,4	8.2; 9,5; 9,8; 9,3
1-10-2	4	4,7	3,8	1,9	1,8	1,8	1	8.2; 9,4; 10,5; 9,5; 11; 10,7
1-10-3	8,1	8,9	7,6	3,2	3,4	3,3	1,5	11,5; 11,5; 10,9; 11,5; 11,2; 10,7
1-10-4	5,3	5,7	4,3	2,1	2,2	2,2	0,2	9,9; 10,8; 10,5; 9,5; 12,2; 10
1-11-1	1,8	2,3	1,4	0,9	0,9	0,9	0,6	9,5; 10,7; 11,6; 11; 13; 13,2
1-11-2	3,9	4,2	3,4	1,4	1,8	1,6	1,7	8,5; 9.2; 8; 9,2; 7,5; 7,5
1-11-3	3	3,6	2,5	0,7	1	0,8	2	9.2; 12.2; 11,8; 8,2; 11,4; 7,3
1-11-4	2,9	4	2,5	1,4	1,3	1,4	2	8,6; 9,6; 10,5; 9,8; 13,3; 7,4
1-11-5	2,2	2,5	1,5	0,9	0,9	0,9	1,3	8,6; 8,4; 10,3; 8,6; 10,3
1-11-6	1	1,4						

Продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
1-12-1	6,8	8	6,4	2,2	2,5	2,4	1,1	10,5; 11.4; 9,8; 9,6
1-12-2	1,3	1,5		0,7	0,8	0,8	0,6	8; 7,9; 7,2; 7
1-11-7	2,1	2,9	2,2	1	0,8	0,9	0,3	9; 9,8; 9,7; 8,8; 7,8
1-12-3	5	5,4	4,4					
1-12-4	2,2	3,2	2					
1-12-5	0,6	1,9						
1-13-1	1,1	1,5						
1-13-2	1,7	2,1	0,9	0,7	0,8	0,8	0,4	8,2; 8,8; 9; 8; 8,9
1-13-3	0,8	1,3						
1-13-4	1,9	2,3	1,3	0,9	0,8	0,8	0,9	8,2; 8,8; 9; 8,6; 8,4
1-13-5	1	1,3						10,8
1-13-6	0,5	1		0,4	0,4	0,4	0,4	8,2; 8,7; 6
1-13-7	3,3	4,3	3,2	1,3	1,4	1,4	1,2	9; 12; 9,2
1-13-8	0,2	3						
1-14-1	3	3,2	2,4	1,4	1,3	1,4	1	10,5; 11; 10,8; 11,5

Окончание таблицы Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
1-14-2	3,4	2,8	2	1	1,1	1	0,9	11; 11,7; 11,8; 10,3; 12,5
1-14-3	1,1	1,5		0,6	0,6	0,6	0,4	7; 7,6; 10,3; 9,8; 12,3; 11,2
1-14-4	1,7	2	1,1	0,8	0,6	0,7	0,9	10,4; 10,4; 11,3; 11; 10,8
1-14-5	5,5	6,4	5,1	2,2	2,2	2,2	0,9	10,4; 10,4; 11.3; 11; 10,8

Таблица Б.2 - Показатели сосны кедровой сибирской бурятского происхождения (вариант № 2)

Номер дерева	Высота, м	Диаметр ствола, см		Диаметр кроны, м			Протяженность кроны, м	Длина хвои, см
		на 0,1 м	на 1,3 м	с-ю	в-з	ср.		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
2-6-1	4	6,2	4,7	2	1,9	2	0,5	9; 10,6; 8,8; 11,5; 9,6; 12,3
2-6-2	1,6	3	1,4	1	0,9	1	0,5	10,1; 8,8; 10,8; 9,2; 11,6; 10,2
2-7-1	0,6	1,2		0,4	0,4	0,4	0,3	11,5; 7,6; 8
2-7-2	0,6	1,4		0,4	0,2	0,3	0,3	6,3; 4; 6,4
2-7-3	2,6	2,8	1,8					
2-7-4	3,9	3,2	2,1					
2-7-5	3,3	4	3,7	1,4	0,9	1,2	0,4	11.7; 10,8; 10,8; 11,4
2-7-5	3,7	4,8	3,7	1,6	1,3	1,4	0,9	10,2; 10,7; 10,6; 8,6; 10
2-7-7	5,9	6,8	5,4	1,9	1,8	1,8	2	9,6; 7,8; 8,7; 8,6
2-16-1	1	1,8						
2-16-2	1,2	1,8		0,8	0,6	0,7	0,5	8,2; 7,4; 9; 8,2; 8,5
2-16-3	5,1	6,8	5,9	2,1	2,2	2,2	0,8	8,7; 8,8; 8,4; 7,7
2-17-1	0,9	1,6						
2-17-2	2,7	2,6	1,8					
2-17-3	5,6	5,5	7,2	2,4	2,1	2,2	1,5	9,2; 10,3; 10,2; 9,2; 10,1; 9

Продолжение таблица Б.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
2-17-4	4		5,1	3,9				
2-17-5	2,9	4,1	2,7	1,5	1,4	1,4	0,9	8,5; 10; 10.2; 8,9; 12
2-27-1	3,4	4,3	3,3	1,5	1,7	1,6	0,9	11,6; 11,4; 12,6; 11,1
2-27-2	0,6	1,7						
2-27-3	6,6	8,3	7,3	2,6	2,4	2,5	0,7	9,7; 9,2; 9,4; 8,3
2-27-4	3,1	3,4	2,4	1,1	1,2	1,2	1,2	8,8; 9,2; 7,8; 6,4
2-15-1	1,8	2,2	1,2	0,7	0,9	0,8	0,8	7,1; 5,7; 9; 9,9; 9,2
2-15-2	3,6	4,7	3,7	1,7	1,5	1,6	0,4	9,6; 9,2; 10,4; 10,3
2-15-3	2,7	2,8	4,2	1,3	1,2	1,2	0,8	9,2; 9,8; 10,2; 7,9; 8
2-18-1	1,1	1		0,5	0,6	0,6	0,7	7,1; 5,6; 7; 6,5
2-18-2	2,6	1,8	2,7	1,2	1,2	1,2	0,9	11,8; 12,3; 12,2; 11,2; 13,1
2-18-3	1,9	2,1	1,1					
2-18-4	3,4	4,2	2,9	1,1	1	1	1,5	8,1; 7,4; 7; 11,4
2-18-5	3,6	3,6	2,8	1,6	1,3	1,4	0,9	8.2; 8,8; 11,3; 8,8
2-28-1	0,9	2,1						
2-28-2	4,7	5,9	4,2	2	1,8	1,9	2	8,2; 10,3; 11; 10; 11,4; 9
2-28-3	2	2,9	1,9	1,3	1	1,2	0,6	7,3; 7,8; 9,1; 7,3; 8,8
2-28-4	4,1	5	3,8	1,6	1,5	1,6	1	10,2; 11,5; 11,2; 9,8; 12,2

Продолжение таблицы Б.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
2-38-1	3,3	3,7	2,7	1,3	1,2	1,2	1,6	10,5; 10,2; 9,8; 8,4; 7,8
2-38-2	3,9	4,1	3,2	1,2	1,1	1,2	1	10,1; 9,4; 9,5; 10,4; 11,2; 10,2
2-38-3	4,3	4,3	3,4	1,1	1	1	1,8	8,4; 10,2; 9,8; 8,8
2-38-4	1	1,8						
2-38-5	1	1,8						
2-19-1	3,2	3,7	2,7	1,3	1,3	1,3	1,1	9,4; 10; 11,2; 8,6
2-19-2	3,4	3,4	2,4	1,1	1	1	1	10; 10,8; 11; 9,3; 10,8
2-19-3	2,9	2,8	3,9	1,4	1,6	1,5	0,8	9.2; 8,9; 9,7; 8,4; 9,9; 8,1
2-19-4	1,5	2,1	0,8	0,8	1	0,9	0,6	9,2; 9; 8; 7,8; 8
2-29-1	1,9	3,4	1,8	1,7	1,5	1,3	0,7	11,5; 10,9; 9,6; 10,2; 13,1
2-29-2	3,3	4,2	2,9	1,3	1,3	1,3	1	12,1; 11,8; 11; 10.6; 12,4; 8,5
2-29-3	3,5	3	4,2	1,3	1,2	1,2	1,4	9,3; 9; 8,8; 9; 11,5
2-29-4	2,3	2,6	1,4	0,9	1	1	1,4	8,1; 9,8; 9,1; 8,8; 9,5
2-39-1	3,2	3,8	2,8	1,1	1,5	1,3	1,1	10,6; 11,1; 11,2; 10,6;2,1
2-39-2	3,5	3,9	2,7	1,4	1,2	1,3	1,1	8; 10.6; 10,5; 11; 10,2
2-39-4	3,9	4,8	3,9	1,5	1,7	1,6	1,1	11,1; 9,7; 11,5; 13; 11
2-39-3	1,9	2,9	1,2					

Окончание таблицы Б.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
2-40-1	2,4	3,6	1,8	1,2	1	1,1	0,8	10,8; 11,2; 11,6; 10,6; 12,4
2-40-2	4,9	6	4,8	2,1	2,3	2,2	1,1	10,3; 10,2; 11,7; 9,8; 11,6; 8,6
2-40-3	2,7	3,8	2,4	1,3	1,3	1,3	1	10,8; 8,8; 10; 11,3; 11,3; 9; 8,6
2-40-4	1,2	1,3						
2-40-5	1	1,8						
2-35-1	4,2	4,1	3,2	1,5	2	1,8	1,7	10; 8,9; 9,6; 8; 11,4
2-35-2	2,7	4,6	3,2	1,5	1,4	1,4	0,9	10,1; 11; 11,3; 11,2; 11,2

Таблица Б.3 - Показатели сосны кедровой сибирской якутского происхождения (вариант № 3)

Номер растения	Биометрические показатели							
	Высота, м	Диаметр ствола, см		Диаметр кроны, м			Протяженность кроны, м	Длина хвои, см
		на 0,1 м	на 1,3 м	с-ю	в-з	ср.		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
3-5-1	2,5	3	1,9	1	0,8	0,9	1	9,2; 9,8; 9,2; 8,2
3-5-2	4,6	5,9	3,9	1,5	1,5	1,5	0,7	8,6; 10,2; 11,3; 12,1; 12,8
3-5-3	5,4	6,1	4,5	1,8	1,8	1,8	2	13; 13,2; 12,8; 11
3-5-4	4,9	4,6	3,6	1,4	1,5	1,4	1,7	8,8; 9,2; 10; 8,3
3-5-5	1,2	2		0,8	0,5	0,6	0,7	8,9; 9,9; 8,2; 8,4
3-6-1	4	5,2	3,8	1,2	1,3	1,2	1	10; 9,8; 8,9; 8; 11
3-6-2	1,4	2,2	0,5	0,9	0,8	0,8	0,5	6,2; 8,8
3-6-3	4,2	6,3	5,4	2,4	2,4	2,4	1,2	9,2; 10,8; 11,3; 10,1; 12,4
3-7-1	4,7	6,6	4,9	2	1,9	1,9	0,8	8,2; 9; 10; 9.4; 10,2; 8,9
3-7-2	4,3	4,7	3,7	1,9	1,8	1,8	1	10,2; 8,7; 10,4; 9.2; 10,8
3-7-3	2,4	3,1	2	1,3	1,2	1,2	0,5	7,2; 9; 8,2; 9,6
3-8-1	2,3	1,2	2,2	1,2	1,2	1,2	1,1	8,2; 9,4; 9; 8,5; 10
3-8-2	0,7	0,7		0,2	0,2	0,2	0,5	5,5; 6,4; 7,4; 5,2
3-8-3	1,8	1,9	0,9					

Продолжение таблицы Б.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9
3-8-4	3,7	4,7	3,7	2	1,7	1,9	0,5	9,7; 9,7; 9; 8,8; 11
3-8-5	2,3	2,4	1,2	0,9	0,9	0,9	0,8	8,8; 9,2; 8,8; 8
3-8-6	3,8	3,7	2,8	1,8	1,7	1,7	1	9.4; 10,3; 10; 8,8; 10,2
3-8-7	2	2,3	1,3					
3-8-8	2,2	2,4	1,3	0,8	0,8	0,8	0,7	7,2; 10,2; 9,1; 9,8
3-8-9	0,7	1						
30-9-1	2,8	3,4	2,4	1,5	1,4	1,4	0,8	8,4; 8,8; 10,4; 9,8
3-9-2	1,2	1,6		0,4	0,4	0,4	0,9	7; 8,6; 8,2; 8,2; 7,8
3-9-3	2,4	4,4	3	1,6	1,6	1,6	0,8	8,7; 11,1; 11,8; 9,5
3-9-4	0,9	2,7		0,5	0,4	0,4	0,3	7,4; 8,2; 8,7; 9,7
3-10-1	2,7	5,2	4,1	1,8	1,9	1,8	1,1	9,9; 9,2; 9,9; 10,8
3-10-2	2	4,2	3,4	1,6	1,4	1,5	0,8	8,2; 10,2; 11,5; 9,2; 12,4
3-10-3	2,7	2,8	1,9	1,1	1,2	1,1	0,8	7,6; 7; 8,2; 8,4; 6
3-10-4	1,6	3	2	1,3	1,2	1,2	0,8	7,6; 10,8; 10,9; 10,4
3-15-1	3,7	3,6	2,7					
3-15-4	3,2	3,4	2,4					
3-16-1	2,4	2,5	1,5					
3-15-2	2,5	2,8	1,8	1,3	1,3	1,3	0,7	8; 8,6; 9,2; 8,7

Продолжение таблицы Б.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9
3-16-2	4,7	5,3	4,2	2	1,9	1,9	1,6	8,8; 9,9; 7,8; 8,8
3-16-3	1,9	1,9	1					
3-16-4	2,8	2,8	1,9					
3-16-5	3,6	4,6	3	1,5	1,5	1,5	0,8	9,7; 9,2; 10; 7,8
3-17-1	1,7	2,1	0,9	0,9	0,8	0,8	0,4	7,7; 9.8; 9,2; 10; 11
3-17-2	4,3	5,1	4	1,7	1,6	1,6	0,5	8,4; 8,6; 9,9; 8,5
3-18-1	1,7	1,9	0,9					
3-18-2	3,5	3,4	2,6					
3-19-1	1,5	1,7	0,6					
3-19-2	3,1	3,3	2,4	1,4	1,3	1,3	0,7	10,6; 12,1; 11,2; 11,2
3-19-3	1,6	2,1	0,8	1,1	0,8	0,9	0,4	7,4; 7,5; 8,2; 7,4
3-19-4	2,3	2,2	1,2	0,9	0,9	0,9	0,7	9,3; 8,6; 9,8; 8,2
3-19-5	0,5	2,3		0,3	0,3	0,3	0,1	8,6; 9; 7,8; 9,4
3-19-6	4,8	5,6	4,5	1,4	1,4	1,4	0,7	9,1; 8,7; 11,3; 9,3
3-20-1	3,1	3,2	2,1	1,9	1,8	1,8	0,8	8,8; 8,2; 10;9; 6; 8,3; 9,1; 7,8
3-20-2	6,4	7,7	6,3	1,9	1,9	1,9	1,2	9,6; 10,6; 9,4; 10,2; 11,6
3-20-3	1,6	1,8	0,9					
3-25-1	3,9	4,1	3	1,4	1,4	1,4	0,9	9,8; 9,2; 9,9; 9,4

Окончание таблицы Б.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9
3-25-2	4,1	4,7	3,6	1,8	1,6	1,5	1,4	9,7; 9; 9,2; 8,3
3-25-3	1,8	3,3	2,4					
3-26-1	6,8	7,5	6,6	2,1	2,1	2,1	1,1	11,7; 11,3; 11,8; 10,1; 11,4
3-26-2	4,4	5	4,6	1,8	1,8	1,8	1,3	8,6; 8.2; 9; 8,9
3-26-3	1,4	3	0,5					

Таблица Б.4 - Показатели сосны кедровой сибирской томского происхождения (вариант № 4)

Номер растения	Биометрические показатели							
	Высота, м	Диаметр ствола, см		Диаметр кроны, м			Протяженность кроны, м	Длина хвои, см
		на 0,1 м	на 1,3 м	с-ю	в-з	ср.		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
4-1-1	7,3	9	7,4	2,3	2,7	2,5	0,3	10,6; 12; 12; 9,9
4-1-2	3,3	4,2	2,9	1,9	1,8	1,8	0,5	9,5; 9,7; 10,4; 8,6; 11,2
4-1-3	6,4	7,2	6,4	2,3	2,2	2,2	0,7	10,4; 11,5; 11,5; 10,3
4-1-4	0,8	5						
4-2-1	3,5	3,8	2,8	1,2	1,6	1,4	0,5	9,2; 10,5; 11,3; 10,5
4-2-2	10,8	15	11,9	3,3	3,1	3,2	0,6	10,5; 12,4; 10,7; 9; 11,8
4-2-3	4,7	7	5,5	2,7	2	2,3	1,5	9; 9,5; 10,2; 9,3
4-2-4	0,4	5						
4-3-1	8,4	11	8,8	3	3,3	3,1	0,7	14; 13,2; 14,2; 13
4-3-2	6,9	7,6	6,2	2,7	2,3	2,5	1,6	13,3; 13,3; 14; 12,5
4-3-3	5,9	7,3	6	2	1,9	1,9	0,5	11,1; 11,1; 10,6
4-4-4	6,4	7,9	6	2,1	2,4	2,2	0,5	9,5; 11,8; 10; 10,9; 13,1; 10,1
4-11-1	4,9	4,8	4	2	1,7	1,8	0,6	8,5; 10; 0,7; 9,7; 10,1

Продолжение таблица Б.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9
4-11-2	4,7	5,2	4,6	1,7	1,8	1,7	0,5	11; 11,3; 11,5; 10,5; 12,2
4-11-3	1,7	2,2	1	1,4	1	1,2	0,4	6,8; 7,8; 7,8; 7; 9
4-11-5	1,7	2,4	0,9					
4-12-3	9,4	14	11,2	2,6	2,4	2,5	2,5	10,3; 11,8; 10; 10,5; 12,4; 12,3
4-12-1	3,3	4,5	3,2	1,8	1,7	1,7	0,9	9; 9,5; 8,7; 8,8
4-12-2	1,4	2,6	0,6	0,8	0,9	0,8	0,5	9; 8,2; 10,5; 10,3; 12
4-12-4	3,4	4,5	3,5	1,4	1,5	1,4	1,5	-; 11,3; 11,6; 11,1
4-12-5	3,9	4,4	3,5	1,7	1,3	1,5	2,1	7,8; 9; 3,9; 9,6; 11
4-12-6	3,3	3,5	2,7	1,2	1,2	1,2	0,1	7,6; 8,9; 8,8; 9,5
4-13-5	10,9	15,3	12,4	4	4	4	3	8,5; 9,8; 9,3; 8,6; 12,3; 11
4-13-1	6,3	6,2	5,2	2	2,2	2,1	0,8	8; 7,5; 8,5; 9
4-13-2	7,3	8,3	6,3	3	2,5	2,7	1,4	8; 9,9; 10,9; 10; 9,5
4-13-3	3,9	4,2	5,3	1,6	2,1	1,8	1,8	9; 10,5; 11,5; 9; 10
4-13-4	2,1	2,8	1,6	0,9	1,1	1	0,3	9; 10,6; 9,4; 9,2
4-13-6	0,9	1						
4-21-1	8,7	9,3	8,4	3	2,9	2,9	3	7,5; 8,2; 8,8; 7,4; 9,4; 9,2

Продолжение таблица Б.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9
4-21-2	4,2	6,2	4,6	2,1	2	2	0,5	10; 11,3; 10,4
4-21-3	7,8	8,6	7	1,8	1,9	1,8	1,2	9,6; 10,2; 11; 10,6; 13,8
4-21-4	4,1	4,2	3,5	1,9	1,5	1,7	0,7	7,2; 7,4; 8,1; 7
4-22-2	9,4	11	9,5	3	2,8	2,6	1,5	8,8; 11; 10,6; 10,2; 12
4-22-1	8,9	8,9	7,9	2,9	2,8	2,8	2,3	7,8; 8,7; 8,4; 9; 10,6
4-22-3	7,8	8	7,3	2,4	1,9	2,1	1,6	8,6 ;9,2; 9,4; 10,2; 12,7
4-22-4	0,9	1,5		0,7	0,8	0,7	0,3	8,2; 7,5; 8,5; 8; 10,8
4-23-3	8,8	10,2	9	2,5	2,7	2,6	1,4	8,8; 10,6; 10,6; 10,2
4-23-1	4	5	4	1,7	1,8	1,7	0,7	9,8; 11,2; 9,9; 10,2; 14,5
4-23-2	3,8	3,8	2,7	1,5	1,7	1,6	0,7	9,7; 9,9; 10,2; 10; 14,2
4-31-5	10,7	13,5	12	3	2,9	2,9	2,5	11; 10,9; 11,5; 11; 12
4-31-1	4,2	5	3,4	2	2	2	0,4	10,2; 12,3; 11,3; 9,9
4-31-2	7	7,8	6,2	2,1	2,1	2,1	2,3	8; 8,2; 9; 8,2; 9,8
4-31-3	3,1	3,3	2,5	0,9	1	0,9	0,7	8,2; 10,8; 10,2; 9; 12,8
4-31-4	4	3,3	2,5					

Окончание таблицы Б.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9
4-32-2	6,3	7,3	6,2	2	2,2	2,1	1,8	10,2; 10,3; 9,8; 9,5; 10,8
4-32-1	5,9	6	4,9	2	1,5	1,7	1	9; 9,3; 9,6; 8,2
4-32-3	0,5	5,5						
4-33-1	6,3	7,5	6,3	2,1	2,2	2,1	0,6	9,2; 10; 10,3; 10; 10,5

Приложение Б.5 - Показатели сосны кедровой сибирской тувинского происхождения (вариант № 5)

Номер растения	Высота, м	Диаметр ствола, см		Диаметр кроны, м			Протяженность кроны, м	Длина хвои, см
		на 0,1 м	на 1,3 м	с-ю	в-з	ср.		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
5-1-1	5,7	8	6,6	3,1	2	2,6	1,6	8; 8.8; 8; 5,6
5-1-2	1,3	2		1	0,9	1	0,5	8,5; 7,8; 11,2; 9
5-1-3	1,6	2,7		1,6	1,2	1,4	1	10.2; 10,5; 9,2; 8,8; 7,2
5-1-4	1	1,2						
5-1-5	0,9	1,2						
5-1-6	4,8	6	5,4	2,1	1,9	2	1,1	9,5; 10,5; 9,8; 10,1; 9,1
5-2-1	2,2	2,4	1,6					
5-2-2	3,8	4,4	3,3	1,2	1,2	1,2	2	7,8; 5,6; 6,6
5-2-3	3,2	3,6	2,5					
5-2-4	3,9	4	3					
5-3-1	7,4	9	7,8	2,7	3	2,8	1,8	10,7; 9,8; 11,2; 12
5-3-2	3,8	3,7	2,7	1,5	1,3	1,4	1,4	9,3; 11; 8,9
5-5-1	1,3	2,2		0,7	0,7	0,7	0,4	7,8; 7; 8; 10,8
5-5-2	6	6,5	4,6	2	1,9	2	2,3	9,2; 9,8; 10,3; 8,8
5-5-3	0,9	1,4		0,7	0,5	0,6	0,5	9,4; 6,5; 8; 6,5
5-5-4	3,4	3,8	2,8	1	1,2	1,1	1,5	8,5; 10,2; 8; 8
5-5-5	6,2	6	5	1,8	1,8	1,8	1,5	9,8; 9,9; 10,5; 11

Окончание таблицы Б.5

1	2	3	4	5	6	7	8	9
5-5-6	7	6,8	5,9	2,1	2,1	2,1	2	9,5; 11,8; 12,2; 12
5-6-1	4,9	5,9	4,7	1,4	1,5	1,4	1,4	7,6; 9.8; 10,2; 10,6
5-6-2	0,9	1,7		0,6	0,7	0,6	0,6	9,2; 8,8; 7; 8,4
5-7-1	4	6	4,9	1,8	1,8	1,8	1,1	8,7; 9,3; 8,8; 8,2; 10.4; 7
5-7-2	4,7	5,2	4	1,8	1,7	1,8	0,7	8,2; 9,4; 9,2; 9,8; 12,3
5-7-3	0,8	1,2		0,7	0,6	0,6	0,3	8; 8; 7,2; 6,8; 7,8; 7,8
5-7-4	3,5	5	3,8	1,7	1,8	1,8	0,7	9,2; 9,4; 7,3
5-8-1	4,2	6,5	5,4	2,1	2,1	2,1	0,9	8,8; 9,5; 10; 8,9; 10,5
5-8-2	8,2	10,7	83	2,4	2,3	2,4	1,8	10,5; 9,7; 9,2; 12,5

Приложение Б.6 - Показатели сосны кедровой сибирской читинского происхождения (вариант № 6)

Номер растения	Высота, м	Диаметр ствола, см		Диаметр кроны, м			Протяженность кроны, м	Длина хвои, см
		на 0,1 м	на 1,3 м	с-ю	в-з	ср.		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
6-71-1	9,1	11,3	10,6	2,6	2,2	2,4	2,5	10,5
6-71-2	2,9	2,9	1,9	0,5	0,5	0,5	1,9	9,5
6-71-3	2,9	3,3	2,7	0,8	0,9	0,8	1,8	7,7; 9,3; 10,2; 10,4; 8
6-71-4	3,1	2,4	1,7					
6-71-5	4,4	5,4	4,4	1,5	1	1,2	1,7	7,8; 9,7; 9; 10,5; 8
6-71-6	5,2	4	3,7					
6-71-7	3,5	3,4	2,5	0,9	0,8	0,8	2,2	11,2; 9
6-71-8	2,2	2,7	1,6	0,9	1,2	1	2,6	
6-72-1	9,7	11,1	9,6	3	2,3	2,6	2,5	8; 8,8; 8,2; 11,1; 7,8
6-72-2	4,8	7,6	6,2	1,7	1,7	1,7	2,1	7; 7,8; 6,7; 6,2; 5,8
6-72-3	4	3,5	3	1	0,9	0,9	2,6	10,0
6-72-4	4	3,8	3	1,6	1,2	1,4	1,5	8,2; 10; 10,5; 10; 6,3
6-72-5	4,8	5,1	4	0,9	0,7	0,8	2,8	9,0
6-72-6	3,9	3,8	3,2	0,7	1	0,8	2,7	9,0
6-73-1	4,6	6,1	4,4	1,8	1,4	1,6	2,1	7,2; 8,8; 9,4; 10; 11,5

Продолжение таблицы Б.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9
6-73-2	3,4	3,9	3,1	1,2	1,2	1,2	1,3	9,8; 11,3; 10; 8,9; 9,3
6-73-3	7,7	8,6	7	2,1	1,8	1,9	2,4	8,2; 11,8; 10,4; 11,7
6-73-4	4,3	4,6	4					
6-73-5	4	3,4	2,9	0,9	0,7	0,8	2,5	9,2; 10,3; 11,1; 9,2; 10,5; 8,8
6-73-6	2,8	3,2	1,9					
6-73-7	8,5	9,7	8,3	2	3,2	2,6	2,5	10,5
6-74-1	6,6	7	5,7	1,9	2	1,9	1,5	9,2; 10,6; 10,2; 11,4; 9,2
6-74-2	6	5,1	4,2	1,4	1,7	1,6	2,5	9,9; 11; 9,4; 9,2; 7,5
6-74-3	3	3	1,8	0,8	0,6	0,7	1,1	5,4; 7,5; 7; 5,4; 7
6-74-4	2,3	2,1	1,2					
6-74-5	8,6	9,8	8,4	2,3	2,5	2,4	2,4	9,8; 11,6; 10,8; 10,5; 12; 10,9
6-74-6	0,9	1,8		0,3	0,2	0,3	0,4	7; 10,2; 8,2; 9,3; 9; 7,2; 7,6
6-74-7	6,4	6,9	5,4	2,1	1,8	1,9	1,7	10,2; 10,4; 12,1; 11
6-75-1	2	1,8	0,8					
6-75-2	8,4	8,2	6,2	2,4	2,1	2,2	2	8,2; 10,8; 9,1; 8,6; 10,4; 10,9; 10
6-75-3	3,9	3,7	2,8	1,4	1,6	1,5	1,8	9,7; 11; 10,2; 8,7; 10,4
6-75-4	8,3	10,3	8,5	3,2	3	3,1	2,9	9,5; 8,7; 11,7; 10,8
6-75-5	2,9	2,8	1,8	1,3	1	1,2	1,4	9,5; 10,5; 13; 10,4

Продолжение таблицы Б.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9
6-76-1	8	8	7	2,5	2,4	2,4	2,2	10,2; 11,1; 8,9; 9,2
6-76-2	1,8	2	1	0,9	0,9	0,9	0,6	8,3; 13; 9,7; 11,2; 12,2
6-76-3	1,3	2,1		0,5	0,7	0,6	0,5	9,2
6-76-4	3,3	3,4	2,7	1,4	1	1,2	1,4	13,2; 12,4; 10,3; 13
6-76-5	2,8	3,2	2,5	1	0,9	0,9	1,5	8,4; 9,8; 8; 11,6
6-82-1	1,3	2						
6-85-3	5,6	5,7	4,6	1,5	1,5	1,5	2,7	11,2; 12; 12,7; 13,4; 13
6-82-2	4,8	5	4	1,3	1,2	1,2	1	10,5; 11,4; 10,7; 10; 9
6-82-3	9,7	9,5	7,6	2,2	2	2,1	3,6	11,5
6-82-4	4,4	5	3,8	1,7	1,3	1,5	1,6	8,9; 11,9; 13,1; 9,8; 10,7
6-82-5	3,8	3,6	2,8	1,3	1,1	1,2	0,5	9,1; 10; 11,2; 10,6; 10,2
6-82-6	1,6	2,5	0,7					
6-83-1	7	5,6	4,7	1,4	1,4	1,4	2,4	10,6; 12; 11,5; 12,2
6-83-2	1,5	1,4	0,5	0,3	0,2	0,2	1,3	9,0
6-83-3	5,2	4,3	3,5	1,2	1,1	1,1	2,5	7,2; 9; 7,8; 11,2; 8,2; 9; 10,2
6-83-4	4,2	5	3,7	1,2	1,2	1,2	2,5	10,5; 12,8; 9,2; 10,8
6-83-5	3,7	4,3	3,2	1,1	1,3	1,3	1,4	7,4; 8.6; 7,5; 10
6-83-6	5	6,5	4,6	1,2	1,1	1,1	3	10,0

Продолжение таблицы Б.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9
6-83-7	11,2	14,5	12,5	3,2	3,2	3,2	3,2	13;13,5;10,7;9,0
6-84-1	3,6	3,6	2,9	1,4	1,6	1,5	1	9,8;8,6;10,1;11,6
6-84-2	5,5	4,5	3,1	1,5	1,4	1,4	3	8;10;10,6;8,8;11,2
6-84-3	3,4	3,4	2,4	1,1	1,3	1,2	2,2	13; 13,2; 11,5; 12,6; 13,2; 11,8
6-84-4	5	4,2	3,6	1,6	1,5	1,5	2,5	10,5; 10,2; 11,5; 11,9; 12,1
6-84-5	9,5	11	9	3,1	3	3	2,5	11,4; 12; 13,6; 12,9; 12,1
6-84-6	1,9	1,9	1,1					
6-84-7	2,1	2,1	1,2	0,5	0,3	0,4	1,7	9,6; 8,7; 10,2; 7,2; 8,4; 7,7
6-85-1	6,5	7,1	5,8	1,9	0,9	1,9	2	10,2;10,2;12;12,6 10,6
6-85-2	4,4	4,1	3,2	1,6	1,2	1,4	2,1	11.2;13,2;10,5; 12,4
6-85-4	1	1,8		0,4	0,3	0,3	0,7	10; 10; 11,2; 8,4; 6,5
6-85-5	2	2,5	1,4	0,9	0,6	0,7	0,8	9; 10,8; 10,6; 9,2
6-63-1	1,9	2	1	1,2	1,1	1,1	1,1	9,4; 10,8; 9,6; 8,1
6-63-2	6,3	7,1	6,4	2,8	2,3	2,5	1,9	7,2; 10,1; 11,2; 10,6
6-63-3	1,4	2,1	0,5	0,9	0,9	0,9	0,4	9,6; 10; 8,9; 9,2
6-63-4	4,6	4,2	3,3	1,4	1,4	1,4	1,2	11,9; 12,4; 13,9; 11,6; 12,7
6-63-5	5,5	5,4	4,4					
6-63-6	5,3	5,1	4					

Окончание таблицы Б.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9
6-64-1	2,6	2,7	1,8	1,2	1	1,1	1,3	10,3; 9,8; 10,5; 9,6
6-64-2	3,6	3,8	2,7	1,4	1,3	1,3	1,8	10; 10,5; 10; 7,8; 10,2
6-64-3	8,9	10,7	9,5	3	2,6	2,8	1,8	10; 10,5; 9,2
6-64-4	4,3	4,2	3,3	2	2	2	2,5	9,4; 9,9; 9; 10,5; 8,5
6-64-5	4	3,6	2,7	1,6	1,3	1,5	1,6	11,6; 10,5; 9,4; 10,7; 8,4
6-64-6	0,8	1						
6-64-7	4,9	4,1	3,2	1,7	1,7	1,7	2,3	8,2; 8,7; 10; 9,7
6-64-8	4,4	3,5	2,5					

Таблица Б.7 - Показатели сосны кедровой сибирской тувинского происхождения (вариант № 7)

Номер растения в площадке	Высота, м	Диаметр ствола, см		Диаметр кроны, м			Протяженность кроны, м	Длина хвои, см
		на 0,1 м	на 1,3 м	с-ю	в-з	ср.		
9-81-1	5,8	5,1	4,2	2,2	2,2	2,2	2,2	13,1; 13,6; 12,8; 11,4; 14,5
9-81-2	2,3	2,3	1,2					
9-81-3	7,3	8,8	6,8	2,4	2,6	2,5	2,1	10,8; 9,6; 11,8; 10,2; 12,3; 8,4
9-81-4	2	2,5	1,4					
9-81-5	5,6	6,8	5,3	1,8	2,6	2,2	2,1	9,7; 9,4; 10,5; 11,9; 11,8; 12,9
9-81-6	1,3	1,5						
9-82-1	1,6	2,1	1	1,3	0,9	1,1	0,8	12,5; 12,2; 10,9; 11,2; 10,8
9-82-2	4,9	6	5	1,9	2	1,9	0,9	9,9; 11,3; 11,5; 9,6; 11,2
9-82-3	0,6	0,8		0,2	0,1	0,1	0,4	7,2
9-82-4	0,7	2,5						
9-83-1	4,5	5,2	3,8	1,9	1,9	1,9	1,4	8,9; 9,3; 10; 9,8; 8,1
9-83-2	1,6	2,6	1,4	1,5	1,3	1,4	0,8	9,6; 9,2; 10,5; 10,2; 11,7; 8,8

Продолжение таблицы Б.7

1	2	3	4	5	6	7	8	9
9-83-3	2,1	2,7	1,5	1,1	1,1	1,1	1,2	8,2; 9,6; 9; 9,9; 9,2; 9,2
9-83-4	4,1	1,7	1,6	1,8	1,7	1,7	1,9	9; 10,2; 9; 9,6; 11,5; 10,2
9-83-5	1,3	1,3		0,6	0,5	0,5	0,8	8,8; 10,8; 9; 8,4; 10,3; 9,3
9-84-1	2,2	5,8	4,3	1,8	2	1,9	1,2	12; 10,6; 11,3; 12,5; 12,7
9-83-6	4,1	4,5	3,5	1,5	1,5	1,5	1,6	8,8; 7,8; 9,3; 9; 10
9-84-2	3,2	3,4	2,4	1,3	1,4	1,4	1,4	9,2; 8; 9,2; 10,2
9-85-1	9,3	10,4	9,2	2,6	2,6	2,6	2,3	10,5; 12,9; 12,8; 11,6; 14,2; 12,4
9-85-2	2,5	3	2,1	1,4	1,3	1,4	1	9,7; 9; 9,2; 10; 11,5; 9; 9,6; 8,4
9-85-3	2,7	3,4	2,1	1,3	1,3	1,3	1,5	8,9; 9,1; 9,2; 8,8
9-85-4	1,9	2,3	1					
9-85-5	8,6	8,4	6,6	2	2	2	2	11; 11,2; 9,8; 6
9-85-6	7,7	7,6	6,2	2	1,9	1,9	1,9	10,2; 11; 12,5; 10,8; 13,4
9-85-7	1,3	1,9						
9-86-1	7	7,9	7,1	2	2	2	1,6	10,8; 10; 10; 10,6; 12,1; 10
9-86-2	3,8	3,8	2,9	1	0,9	0,9	1,5	9,1; 11,2; 12,3; 12,4; 13,8; 12,1

Продолжение таблицы Б.7

1	2	3	4	5	6	7	8	9
9-86-3	7,5	7,9	6	2,2	1,9	2,1	2,5	11,8; 12,5; 12,9; 13; 13,4; 13,8
9-86-4	1,6	0,9	2,2	0,9	1,1	1	0,6	9,4; 9,8; 8,9; 9,2; 12,7
9-86-5	7,1	6,9	5,9	2	2,2	2,1	1,4	9,5; 11,2; 12,8; 10,2; 13,6
9-87-1	1,2	2,5		1,2	1,1	1,1	0,3	6,5; 7,5; 7,9; 8,2; 10,9
9-87-2	8,3	9,8	8,3	3	2,5	2,7	1,7	9,5; 9,2; 10; 9,8; 10,9; 8,8
9-87-3	5,8	6	5	2	1,9	1,9	1,9	9,8; 10; 11,5; 9,2; 10,6; 8,5
9-87-4	2,2	2,8	1,6					
9-89-1	4,8	5,3	4,4	1,8	1,8	1,8	2,2	9; 13; 12,8; 13,1; 14,6
9-89-2	1,9	2,2	1,1	0,9	0,9	0,9	0,5	9,6; 12,1; 11,3; 9,8; 9,1; 11,2; 10
9-89-3	2,1	3,1	2,3	1	1	1	0,7	8,6; 11,5; 10,8; 10; 11,8; 10,3; 11,8; 11,1
9-89-4	4,2	5,6	4,4	1,6	1,8	1,7	1,7	8,5; 9,6; 9,9; 8,4; 11,7; 8,4
9-90-1	5,6	7,3	5,8	2,1	2,2	2,1	2,2	9; 11,2; 12; 11; 10,5
9-90-2	2,2	2,8	1,8					
9-90-3	3	3,2	2,3	1,3	1,2	1,3	1	7,2; 10,2; 10,8; 8,4
9-90-4	2,9	3,2	2,3	1,4	1,3	1,3	1,2	11,2; 11,5; 11,3; 14,5

Окончание таблицы Б.7

1	2	3	4	5	6	7	8	9
9-78-1	4,4	5,2	4	1,6	1,8	1,5	2,1	9,4; 10,5; 11,2; 9,1; 12,7; 18; 6,5
9-78-2	4,4	4,9	3,9	1,8	1,8	1,8	1,8	9,8; 10,6; 9,3; 7,1; 11,5; 8,8; 11,2
9-78-3	2,8	3	2	0,9	0,8	0,8	1,6	9,3; 10; 9,2; 12,4; 8
9-77-1	5,3	5,2	3,8	1,5	1,5	1,5	2,6	9; 9,5; 8,7; 9; 11,6; 8,9
9-77-2	3,3	3,2	2,2	1	1	1	1,5	8; 8,2; 10; 12; 9
9-77-3	1,1	2	0,7	0,7	0,7	0,7	0,5	8,2; 7,2; 8,4; 6,8
9-77-4	3,7	3,1	2	0,5	0,7	0,6	1,8	8,2; 7; 7,8; 13,2; 8,2
9-77-5	9,8	9,5	8,2	3,1	2,8	2,9	2,7	10,5; 9,2; 12,4; 8
9-77-6	2,6	2,9	1,9	0,6	0,6	0,6	1,6	7; 7; 6; 8,4
9-77-7	2,1	2,5	1,5	0,7	0,8	0,8	1	9,8; 10,6; 9,8; 9,6; 12
9-76-1	1,6	2	1	0,6	0,6	0,6	0,7	9,3; 8,4; 10; 9,7; 10,5; 9,9
9-76-2	2,2	2,3	1,5	1	0,9	0,9	1	8,5; 9,9; 9,5; 8,9; 10,2
9-76-3	9,1	10,8	8,8	2,5	2,5	2,5	1,9	10; 9,4; 9,5; 10,2; 10,5
9-76-4	8,6	9,6	7,7	2,1	2,2	2,2	2,3	10; 10,8; 10,3; 9,6; 9,4; 8,7
9-76-5	3,5	4,2	3,3	1,1	1,2	1,2	1,4	10,3; 10,5; 9,8; 10,1; 12,2
9-76-6	4,6	4,8	3,7	1,3	1,5	1,4	1,2	14; 11,6; 13; 13; 16,3

Приложение В

Биометрические показатели сосны кедровой сибирской разного географического происхождения на участке Дендрарий под пологом леса

Таблица В.1 - Диаметр сосны кедровой сибирской бирюсинского происхождения, мм

Номер площадки/ диаметр, мм	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	54	69	53	-	70	77	105	90	67
		21	47		68	47		78	67
		19	46		60	47 сух		37	65
		8 слом	38		24	35 сух		28 сух	3 сух
		8 слом	44		23 сух			16 сух	
			28		24 сух				
			25 сух						

Таблица В.2 - Диаметр сосны кедровой сибирской бурятского происхождения, мм

Номер площадки/ диаметр, мм	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	81	56	68	72	87	65	108	62	75
	40	48	55	43	60	50	63	38	53
	34	46	50	40	49	28	54	33	33
	20	20	44	30	28	22	24 сух	24	

Окончание таблицы В.2

Номер площадки/ диаметр, мм	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	15	54 валеж	43	17	18	22		19	
	14 сух	23 сух	37	6	15			13	
		15 сух	5сух	7 сух	20 сух			18 сух	
				4 сух	17 сух				
					13 сух				

Таблица В.3 - Диаметр сосны кедровой сибирской якутского происхождения, мм

Номер площадки/ диаметр, мм	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	70	60	102	86	32	66	86	80	100
	60	51	35	60	5	55	49	58	54
	53	50	25	50	71 сух	44	33 сух	56	
	37	36	23	45	50 сух	40		24 сух	
	33	28		23	33 с ух	30			

Окончание таблицы В.3

Номер площадки/ диаметр, мм	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	15 сух	18		5		21			
	8 сух	20 сух				18			
		22 валеж				18 сух			

Таблица В.4 - Диаметр сосны кедровой сибирской томского происхождения, мм

Номер площадки/ диаметр, мм	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	96	74	95	70	75 валеж	77	107	66	99
	48	58	37	54	44валеж	72	78	57	46
	34	53	17	54	38 валеж	60	45	39	50 валеж
	20	38	15	23	23 валеж	38	45	24	20 сух
	3	30		23	46 валеж	8	38	31 сух	46 валеж
	10	9 сух				5 сух	33	18 сух	
							25 сух	5 сух	
							12 сух		

Таблица В.5 - Диаметр сосны кедровой сибирской тувинского происхождения, мм

Номер площадки/ диаметр, мм	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	118	88	105	85	64	90	92	113	72
	78	80	92	73	67	82	47	70	70
	56	77	60	64	53	80	54	43	53
	52	50	52	50	47	45	52	37	44
	48	32	38	33	44	28	34	33	37
	20 сух	13 сух	32	32	32	28 сух	18 сух	16 сух	22 сух
	10 сух		20	9 сух	7 сух				
			12 сух		9 сух				

Таблица В.6 - Диаметр сосны кедровой сибирской тюменского происхождения, мм

Номер площадки/ диаметр, мм	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	94	91	68	75	80	85	77	102	78
	60	70	60	73	27	44	75	88	70
	33	28	40	17	24	13		11 сух	30
	28	22	28 сух	22 сух	20	8 сух			15 сух
	11	8	4 сух	4 сух	21				
	25 сух	7 сух			21				

Окончание таблицы В.6

Номер площадки/ диаметр, мм	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	5 сух				8				
	5 сух				6				
					17 сух				
					7 сух				

Приложение Г

Биометрические показатели сосны кедровой сибирской на участке «Майдат»

Таблица Г.1 – Диаметр ствола сосны кедровой сибирской на участке «Майдат», посаженные рядами в плужные борозды

Номер «гнезда»	Диаметр ствола на высоте 1,3 м, см		
1	2	3	4
1	34,4	22	
2	30	15,3	
3	30,2	15,4	
4	23,2	13,4	10,5
5	32,1		
6	11,7		
7	35,9	5,1	
8	24,8		
9	33		
10	6,1		
11	16,5	10,8	9,9
12	7,3		
13	32,8	15,4	
14	24,4		
15	22,5		
16	21,1		
17	38,5	7,5	
18	25,5		
19	32,8	16	
20	23		
21	16,8	9,5	

Окончание таблицы Г.1

1	2	3	4
22	15		
23	16,5		
24	15	11,5	
25	18		
26	17,1	17	

Таблица Г.2 – Диаметр ствола сосны кедровой сибирской на участке «Майдат», посаженные минерализованные площадки, см

Номер «гнезда»	Диаметр ствола на высоте 1,3 м, см			
1	2	3	4	5
1	18	17,1		
2	21	20,5	11	
3	17,5	9,8		
4	32,3			
5	27	16	11,7	8,6
6	22	20,8	12	4,8
7	19			
8	23,8	7		
9	34	8,6		
10	27			
11	17,4	16,2		
12	23,8			
13	22	13,8		
14	37	8,6		
15	23,5			

Продолжение таблицы Г.2

1	2	3	4	5
16	13			
17	25,8			
18	11	9,5		
19	17,5	14,2		
20	19,6	8		
21	19,5	9,5		
22	21,5			
23	36	10,5	6,5	
24	33	10	4	
25	23,2			
26	26	9,5	8,5	4
27	39			
28	29,5	26	7,5	
29	38	14		
30	19			
31	24,5	23		
32	27	7,5		
33	23	12		
34	28			
35	11,5			
36	19,5			
37	18,5	13		
38	16,6	13	11,5	
39	9	8,5		
40	21,5	6,4		
41	14	8,8	сросш	

Окончание таблицы Г.2

1	2	3	4	5
42	19,8	19	9	
43	28	8		
44	26	15	сросш	
45	15,5	15	7,5	
46	23	10		
47	23	10	8	5
48	31,5	9		
49	32			
50	32	9,5		
51	25,5	18,5	13	
52	17,5	9		
53	21,5	12,8		
54	27,5	26		
55	36			

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

Фитомасса модельных деревьев сосны кедровой сибирской

Таблица Д.1 – Фитомасса модельных деревьев разного географического происхождения, кг

Диаметр ствола, см	Масса ствола, кг	Масса кроны, кг	Общая надземная фитомасса, кг
1	2	3	4
Бирюсинское			
2,8	1,76	0,87	2,63
3,9	2,45	0,99	3,44
4,8	5,24	1,76	6,99
6,4	14,2	4,78	18,98
8,5	19,87	7,10	26,97
Бурятское			
1,8	0,71	0,31	1,02
2,6	1,38	0,74	2,12
3,7	3,46	0,62	4,08
5,1	5,99	3,01	9,00
5,5	7,65	2,22	9,87
Якутское			
2,0	0,59	0,76	1,35
2,2	0,89	0,74	1,63
4,8	6,14	3,78	9,91
6,2	9,81	4,10	13,90
7,9	27,58	9,13	36,71
Читинское			
2,4	1,10	0,76	1,86

Окончание табл. Д.1

1	2	3	4
3,7	2,91	2,09	5,00
6,4	12,18	7,69	19,86
7,5	31,74	14,01	45,75
10,8	34,14	17,68	51,82
Тувинское			
2,9	1,77	1,32	3,09
3,9	3,53	1,23	4,76
6,1	13,02	4,75	17,77
8,0	24,63	8,58	33,21
9,4	35,23	12,98	48,21