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

ГРИШЛОВА МАРИЯ ВИКТОРОВНА

ИЗМЕНЧИВОСТЬ, ОТБОР КЕДРОВЫХ СОСЕН РАЗНОГО ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ В ГРУППОВЫХ ПОСАДКАХ И НА ПЛАНТАЦИИ (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..... 8
1.1 Влияние условий выращивания на рост и репродуктивное развитие хвойных пород..... 9
1.2 Географическая изменчивость хвойных растений 21
2 ПРОГРАММА, МЕТОДИКА И ОБЪЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ……..31
2.1 Программа и методика исследования 31
2.2 Объекты исследования 33
3 ОСОБЕННОСТИ СЕМЕНОШЕНИЯ И РОСТА СОСНЫ КЕДРОВОЙ СИБИРСКОЙ РАЗНОГО ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ В ГРУППОВЫХ ПОСАДКАХ ДЕНДРАРИЯ 42
3.1 Показатели репродуктивного развития …….....42
3.2 Влияние географического происхождения семян на рост деревьев..... 46
3.3 Отселектированные экземпляры по интенсивности роста и семеношению……...53
3.4 Выводы……..……..59
4 ОСОБЕННОСТИ РЕПРОДУКТИВНОГО РАЗВИТИЯ И РОСТА КЕДРОВЫХ СОСЕН НА ПЛАНТАЦИИ «МЕТЕОСТАНЦИЯ»..... 60
4.1 Географическая изменчивость показателей репродуктивного развития 60
4.2 Географическая изменчивость показателей роста …..68
4.3 Выводы ……..……..91
5. ВЛИЯНИЕ ГУСТОТЫ ПОСАДКИ НА РЕПРОДУКТИВНОЕ РАЗВИТИЕ И РОСТ СОСНЫ КЕДРОВОЙ СИБИРСКОЙ……92
5.1 Влияние густоты посадки на репродуктивное развитие деревьев…….92
5.2 Влияние густоты посадки на рост деревьев……..97
5.3 Выводы. 100
6. МЕЖВИДОВАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ РОСТА И РЕПРОДУКТИВНОГО РАЗВИТИЯ КЕДРОВЫХ СОСЕН НА ПЛАНТАЦИИ……102

6.1 Изменчивость показателей роста……103
6.2 Сравнение показателей репродуктивного развития кедровых сосен……...111
6.3 Выводы……...122
ЗАКЛЮЧЕНИЕ 123
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ..... 125
ПРИЛОЖЕНИЕ А – Образование шишек и микростробилов в 2013-2015 гг...150
ПРИЛОЖЕНИЕ Б – Репродуктивное развитие сосны кедровой сибирской в групповых посадках дендрария (2019, 2020 гг.)…….. 152
ПРИЛОЖЕНИЕ В – Биометрические показатели сосны кедровой сибирской в групповых посадках дендрария в 2019 году…… 153
ПРИЛОЖЕНИЕ Г – Репродуктивное развитие кедровых сосен на плантации «Метеостанция» (2019 г.)……...170
ПРИЛОЖЕНИЕ Д – Биометрические показатели кедровых сосен на плантации в 2019 году ……177

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Кедровые сосны - сибирская (*Pinus sibirica* Du Tour) и корейская (*Pinus koraiensis* Siebold et Zucc.) являются признанно ценными лесообразующими древесными породами России. Изучением межвидовой и географической изменчивости кедровых сосен в пределах их ареалов и при интродукции занимались А. И. Ирошников [56], Е. В. Титов [155], И. И. Дроздов [43], Р. Н. Матвеева и др. [84, 88, 92], Г. В. Кузнецова и др. [66, 68], Н. П. Братилова и др. [10, 15], В. А. Брынцев, А. А. Коженкова [19], Н. В. Выводцев и др. [29, 199] и др.

Большую роль в повышении продуктивности кедровых насаждений играет подбор оптимальных условий их выращивания.

Густота посадки оказывает существенное воздействие на темпы роста растений в высоту и по диаметру, строение и размеры кроны, биологическую продуктивность и репродуктивное развитие деревьев. Кедровые плантации с разреженной посадкой деревьев отличаются хорошей урожайностью [23]. Плотная густота посадки приводит к внутривидовой борьбе растений [52].

Требования к созданию искусственных насаждений древесных пород меняются в зависимости от природно-климатических и эдафических условий. Данной проблеме уделяется большое внимание учеными и практиками лесокультурного производства, однако, до настоящего времени она остается актуальной.

Степень разработанности проблемы. Исследуемые кедровые культуры в пригородной зоне Красноярска были созданы под руководством сотрудников Сибирского технологического института (в настоящее время СибГУ им. М. Ф. Решетнева) О. П. Олисовой и Р. Н. Матвеевой. Исследования влияния густоты посадки на рост, репродуктивное развитие и формирование фитомассы кедровых плантаций в первом классе возрасте были проведены Р. Н. Матвеевой, Н. П. Братиловой, А. В. Калининым, А. М. Пастуховой и др. [10, 11, 83, 96, 121,123,182].

Однако в настоящее время остаются нераскрытыми вопросы особенностей роста и репродуктивного развития кедровых сосен (сибирской и корейской) во втором классе возраста в зависимости от видовой принадлежности, географического происхождения и условий произрастания.

Цель работы заключается в установлении изменчивости роста и репродуктивного развития кедровых сосен в зависимости от густоты посадки и географического происхождения, проведение отбора высокопродуктивных климатипов и экземпляров в условиях пригородной зоны Красноярска.

Задачи исследований

1. Выявить особенности роста и репродуктивного развития кедровых сосен в зависимости от географического происхождения семян.

2. Установить зависимость роста и репродуктивного развития сосны кедровой сибирской на плантации при схеме посадки 5 х 5 м и в групповых посадках дендрария (2 х 1 м).

3. Выявить закономерности роста кедровых сосен на плантациях пригородной зоны Красноярска в 54-56-летнем возрасте.

4. Отобрать экземпляры кедровых сосен, отличающиеся ускоренным ростом, вступлением в репродуктивную стадию развития и интенсивным образованием генеративных органов.

Научная новизна. Впервые обобщены и установлены закономерности роста кедровых сосен (сибирской и корейской) на плантациях пригородной зоны Красноярска в биологическом возрасте 54-56 лет. Установлена изменчивость показателей роста и репродуктивного развития сосны кедровой сибирской разного географического происхождения в условиях плантаций и групповых посадок.

Теоретическая и практическая значимость работы. Установлены закономерности роста и особенности репродуктивного развития сосны кедровой сибирской и корейской в условиях плантаций пригородной зоны Красноярска. Выявлены зависимости роста и репродуктивного развития сосны

кедровой сибирской разного географического происхождения от условий выращивания.

Отселектированы быстрорастущие и высокоурожайные деревья кедровых сосен среди потомства разного географического происхождения в групповых посадках и на плантации для их размножения вегетативным путем и создания целевых плантаций в условиях пригородной зоны Красноярска.

Методология и методы исследования.

Был применен комплексный подход для решения поставленных задач путем систематизации, анализа и обобщения полученных результатов с использованием методов математической статистики в программах Microsoft Excel и Curve Expert 1.3. Сопоставлены показатели и отселектированы деревья по интенсивности роста и репродуктивному развитию.

Положения, выносимые на защиту:

1. Лучшим ростом в условиях плантаций пригородной зоны Красноярска характеризуется потомство сосны кедровой сибирской алтайского происхождения. Отстают в росте деревья лениногорского происхождения (Казахстан).

2. В условиях загущенных групповых посадок ускоренным ростом отличаются потомства сосны кедровой сибирской из Коми, местного (бирюсинского) и читинского происхождений. Отстает по показателям роста потомство томского климатипа.

3. Сосна кедровая корейская приморского происхождения к 55-летнему биологическому возрасту обгоняет по высоте и диаметру кроны аборигенный вид кедровой сосны в условиях плантационного выращивания в пригородной зоне Красноярска.

Степень достоверности и апробации результатов. Достоверность исследований подтверждается экспериментальным материалом, собранным с 2013 г. по 2020 г. на учебно-научных объектах СибГУ им. М. Ф. Решетнева. Измерены показатели роста на 1278 деревьях. Шишки были учтены на 686 деревьях, вступивших в стадию семеношения.

Результаты исследований прошли апробацию на Международных научных конференциях «Плодоводство, семеноводство, интродукция древесных растений» (Красноярск, 2014-2016, 2018-2021 гг.), Всероссийских научно-практических конференциях «Лесной и химический комплексы – проблемы и решения» (Красноярск, 2015, 2017, 2019), «Экология, рациональное природопользование и охрана окружающей среды» (Лесосибирск, 2018).

Исследования были проведены в рамках гранта Министерства образования и науки РФ «Исследования динамики биоразнообразия, структуры, воспроизводства лесных экосистем в условиях Сибири» (2014-2016 гг.).

Личный вклад. Автор лично участвовала в сборе полевого материала и размножении кедровых сосен прививкой, лабораторных исследованиях при измерении шишек и семян кедровых сосен; самостоятельно проводила статистическую обработку и анализ полученных данных; принимала непосредственное участие в формулировке заключения и рекомендаций для лесокультурной практики.

Структура и объем диссертационной работы. Диссертационная работа состоит из введения, 6 глав, заключения и 5 приложений. Текстовая часть содержит 65 таблиц, 28 рисунков. Список использованных источников включает 200 наименований, в том числе 14 на иностранных языках. Работа изложена на 209 страницах, в том числе приложения на 59 страницах.

Публикации. По теме диссертационной работы опубликовано 13 научных статей, в том числе 4 в рецензируемых журналах (по списку ВАК).

1 СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ

Многие ученые отмечают необходимость внедрения достижений лесной селекции в лесное семеноводство [2, 25, 39, 54, 81, 108, 110, 125, 145, 146, 147, 153, 162, 178].

По мнению Ю. П. Ефимова [44, 45], улучшенный селекционный посадочный материал в России составляет лишь 3 % от общего объема лесовыращивания, а в Европе этот показатель достигает 25 % за счет получения сортового посадочного материала путем создания объектов генетически проверенным материалом.

М. В. Рогозин [138] считает, что для быстрого внедрения результатов селекции в семеноводство хвойных пород с наименьшими затратами следует создавать лесосеменные плантации лучшими происхождениями, испытанными по потомству в 4-5-летнем возрасте.

По мнению Н. В. Выводцева и др. [28, 30], создание плантаций будет способствовать решению ряда экономических, социальных задач, улучшению экологического состояния лесов.

Для создания продуктивных и устойчивых хвойных древостоев искусственного происхождения ценным и актуальным является плантационное семеноводство, развитие которого позволит получать на лесосеменных плантациях сортовые семена с ценными наследственными свойствами [130].

Проводя анализ за состоянием искусственного лесоразведения, были предложены пути ускоренного выращивания хвойных пород. Отмечено, что искусственно созданные плантации древесных пород необходимы для дальнейшего решения проблемы выращивания качественного посадочного материала. Необходимо проводить инвентаризацию всех объектов генетико-селекционного комплекса для решения вопроса по сбору шишек на аттестованных лесосеменных плантациях [75, 79, 115, 135, 140, 149, 151, 154, 160, 168, 180, 181, 188, 189].

Динамике и причинам изменения лесного фонда кедровников уделяли внимание В. П. Бобринев, Л. Н. Пак [7].

Сосна кедровая сибирская (*Pinus sibirica* Du Tour) и сосна кедровая корейская (*Pínus koraiensis* Siebold et Zucc.) - ценные древесные породы в хозяйственном отношении. Размножаются семенами и вегетативно. Порода светолюбивая, в молодости теневыносливая [5].

Сравнительную характеристику кариотипа сосны кедровой сибирской из разных популяций проводила Е. Н. Муратова [111].

А. П. Ковалев и др. [59] предлагают методы восстановления кедровых лесов. По их мнению, оптимальный размер семенных кедровых куртин должен составлять – 0,02-0,04 га (15×15 м или 20×20 м). В каждой из них рекомендуется высаживать по 15-20 крупномерных саженцев с закрытой корневой системой. Биогруппы рационально размещать в шахматном порядке.

Н. М. Уфимцева [171], проанализировав динамику роста сосны кедровой сибирской на ПЛСУ, пришла к выводу, что рост деревьев зависит от интенсивности рубок уходов и погодных условий. Р. Н. Матвеевой и др. [90] была отмечена изменчивость кедровых деревьев по интенсивности роста на ПЛСУ.

Р. Н. Матвеева и др. [92] проводили исследования по оценке семенной и пыльцевой продуктивности сосны кедровой сибирской, учитывая деревья с шишками и микростробилами. В результате ими были отселектированы деревья повышенной семенной и пыльцевой продуктивности.

1.1 Влияние условий выращивания на рост и репродуктивное развитие хвойных пород

Влияние густоты посадки на рост и урожайность лесных культур подчеркивали многие исследователи [20, 80, 85, 88, 93, 100, 121, 127, 191, 193, 194, 200]. Так, О.П. Олисова и В.Н. Мельников [121] установили, что в 11-

летнем возрасте самые густые культуры сосны кедровой сибирской имели наибольшую фитомассу на единице площади.

Вопрос об оптимальной густоте создаваемых культур недостаточно изучен. Предлагается вернуться к предложенной ранее лесоводами Приморского края густоте создания культур 1,0 тыс. шт./га при схеме посадки 5-6 м в междурядьях и 1,5-2 м в рядах, чтобы не было внутривидовой конкуренции на ранних этапах формирования культур. Для поддержания достигнутых темпов роста культур кедра корейского на исследуемых участках предлагается провести опытные рубки в рядах, снижая густоту в два раза, убирая все отставшие в росте деревья, и через 10 лет провести повторное обследование данных участков [35, 36].

М. Д. Мерзленко [105] отмечает, что важное значение при искусственном лесовосстановлении имеет густота посадки. Она зависит от вида культивируемой древесной породы и зонально-типологических условий. Лесохозяйственный смысл густоты заключается в том, что культуры, выращиваемые в режимах разной густоты первоначальной посадки, а затем и разной густоты стояния, достигают своей целевой функции и спелости в разные сроки. В целом же густота является средством, ориентируемым на целевое направление хозяйства – выращивание строевой древесины, балансов, выполнение водоохранных или рекреационных функций и др.

Влияние эдафических условий, засухи на рост культур кедра сибирского изучали А. В. Хохрин [176], L. Jeffrey [192] и др.

И. И. Дроздов и Ю. И. Дроздов [43] рекомендовали в культурах кедра сибирского, направленных на получение ореха, поддерживать густоту, исключающую конкуренцию между ними. По их мнению, к концу первого класса возраста оптимальное количество деревьев на единице площади должно быть в пределах 150-200 шт.

H. E. Burkhart, M. G. Allen [190] сравнивали взаимосвязь роста и плотности на плантациях сосны ладанной (*Pinus taeda* L.). Устанавливали зависимости между показателями прироста и густотой насаждения. Результаты

соотношения относительного роста и плотности свидетельствуют о том, что прореженные насаждения могут демонстрировать повышенный рост при относительно более низкой плотности по сравнению с необработанными насаждениями на аналогичном участке.

Плотность посадки на рост и урожай кедра японского (криптомерии японской) в Чили оказала значительное влияние. Урожайность шишек в 8 раз выше, чем на плантациях с высокой плотностью посадки. Однако при размещении 500 деревьев на 1 га средняя высота деревьев может сделать сбор шишек трудным и дорогостоящим. Во влажных районах (южная макрозона Чили) средняя густота посадки больше влияла на урожай шишек, чем на рост. Отмечено, что необходимо установить оптимальную плотность посадки, чтобы способствовать урожаю шишек [197].

В. В. Кузьмичевым и др. [73] было установлено, что при густой посадке культур сосны обыкновенной накопление запасов древесины замедлилось в сравнении с редкими посадками.

В культурах 30-45-летней сосны кедровой сибирской с одинаковой густотой, но с разной величиной индекса равномерности деревьев не обнаружено достоверного влияния на таксационные характеристики по результатам исследования И. В. Шутова и др. [182].

С. Фэнсян и др. [173] предлагают улучшать освещение посадок сосны кедровой корейской путем контролирования густоты посадок.

По мнению С. Н. Бродникова [16], для успешного произрастания сосны кедровой сибирской нужно применять аллейный тип посадок с шириной междурядий 5,0 м, расстоянием между растениями в рядах – 2,0 м.

М. М. Андроновой и др. [1] был отмечен лучший рост деревьев кедра сибирского 37-летнего возраста при наименьшей густоте. Отмирание нижних частей кроны при густом стоянии приводит к нарушению репродуктивной способности дерева, так как в нижней части кроны располагаются мужские стробилы и при отсутствии пыльцы полноценное образование шишек нарушается.

По мнению Г. С. Вараксина и др. [21], оптимальная густота для сосновых культур в северной части Монголии составляет 4-5 тыс. шт./га. Меньшая густота посадки культур приводит к потерям прироста стволовой древесины.

В. В. Иванов и др. [53] изучали влияние густоты древостоя на формирование кроны и рост сосны обыкновенной. Они установили, что при площади проекции менее 6 м^2 формируются кроны редкой и средней густоты, от 6 до 12 м^2 – густая крона с площадью проекции до 10 м^2 и протяженностью более 40 % от высоты дерева.

М. Д. Мерзленко, Ю. Б. Глазунов [104] изучали рост культур сосны обыкновенной разной густоты (2, 4, 8, 16 и 32 тыс. шт./га). Ими было установлено, что при увеличении густоты посадки снижалась сохранность деревьев, а лучший прирост и производительность были в культурах с густотой 2 и 8 тыс. экз./га.

Влияние густоты посадки (0,5, 10 и 128 тыс. шт./га) на показатели роста и накопление фитомассы сосны обыкновенной и лиственницы сибирской изучали И. В. Плаксина и др. [128]. Они установили, что при увеличении густоты посадки уменьшается длина боковых побегов, хвои, массы хвои, ширина годичного кольца.

Л. С. Пшеничникова [132, 133] занималась изучением роста и продуктивности культур ели при разной густоте посадки (18 вариантов опыта). Ею было выявлено, что у ели в возрасте от 20 до 35 лет в более редких культурах диаметр ствола прирастал интенсивнее, чем в вариантах с густой посадкой. Оптимальным вариантом посадок оказалась густота 4 тыс. шт./га. Также Л.С. Пшеничниковой было изучено влияние густоты на 35-летние культуры лиственницы. Густые посадки способствовали снижению конкуренции между деревьями и сорняками и приводили к ускоренному смыканию крон и улучшению фитоценотической среды.

Исследования ели европейской по росту и продуктивности при разной густоте посадки проводили В. К. Гвоздев и др. [32]. По их данным, в загущенных культурах происходит наибольший отпад, отмечается наименьший

диаметр деревьев, полнота и запас стволовой древесины. Высокие показатели роста отмечались при густоте 5,0 тыс. шт./га.

А. И. Ревин и др. [136, 137] определили, что в культурах сосны обыкновенной с густотой посадки 25 тыс. шт./га. прирост и масса хвойной лапки выше, чем в варианте с густотой 14,5 тыс. шт./га. Но в более редких культурах корневая система развивается свободно. Отмечено, что чем меньше густота культур, тем выше протяженность живой кроны и больше ее диаметр. Наибольший процент сохранности деревьев был при густоте 10 и 14,5 тыс. шт./га. Средняя высота и диаметр больше в культурах с густотой посадки 10 тыс. шт./га, чем в культурах с густотой 14,5 тыс. шт./га.

Многолетние исследования роста и состояния сосны обыкновенной в культурах с разной густотой проводили Е. А. Перевалова и др. [124]. Наибольшими размерами в высоту и по диаметру отличались культуры с густотой посадки 8 тыс. шт./га. Минимальный отпад отмечался при густоте посадки 2 и 4 тыс. шт./га, максимальный - при густоте культур 32 и 16 тыс. шт./га.

T. Ando [187] проводил анализ роста сосны красной японской в зависимости от густоты древостоев. Были проведены эмпирические наблюдения в экспериментах по контролю плотности. Учитывали темп развития на конкретных участках. Провели изучение по корреляционной функции ювенильного возраста - зрелого возраста. Интегрирование функций в алгоритмические варианты моделей управления структурной плотностью древостоя позволило получить закономерности развития древостоя, соответствующие аксиомам равномерной динамики древостоя.

По мнению А. С. Тишкова и др. [163], культуры ели европейской с густотой посадки более 10 тыс. сеянцев на 1 га выращивать нецелесообразно, т.к. они характеризуются замедленным ростом и производительностью в сравнении с культурами густотой 6,4-4,4 тыс.

Динамику роста и состояния культур ели европейской при разной густоте изучал А. В. Удалов [166]. Наибольший запас стволовой древесины им выявлен

на участках с количеством деревьев на гектаре - 2 тыс. шт., а наименьший - при густоте 1 тыс. шт./га.

Н. М. Дебков, В. С. Панёвин [41] рекомендовали густоту кедровых культур от 1,0-1,5 тыс. шт./га при сохранении лесной среды за счет сопутствующих пород.

Н. М. Уфимцева [172] изучала факторы, влияющие на рост кедра сибирского в зависимости от условий произрастания и количества деревьев на единице площади. Ею было установлено, что при малой густоте посадки протяженность кроны составляет 72 %, а при повышенной густоте – 57-68%.

Опыт создания и развития кедросадов приведен разными учеными: П. П. Попов [129], М. М. Спасибова, М. Н. Казанцева [144], А. И. Земляной [49]. При густоте 10000 шт./га отмечается существенный размах значений по высоте, так как в загущенных насаждениях происходит конкуренция между деревьями. Рекомендуется создавать культуры кедра сибирского орехопромыслового назначения (кедросады) путем посадки 2,5-3,0 тыс. сеянцев на 1 га или 1,5-2,0 тыс. саженцев.

М. Н. Казанцева [58] изучила рост кедра сибирского в разных вариантах культур в дендрарии в насаждениях с высокой густотой и редкой посадкой по принципу создания кедросада. Установлено, что деревья, выращиваемые по принципу кедросада, отличаются наилучшими показателями по продуктивности, раннему урожаю шишек.

Высокая густота посадки кедра сибирского в чистых культурах способствует ранней сомкнутости крон и вытянутости стволиков, повышается риск к снеговалу и снеголому [150].

А. И. Земляной и др. [50] сравнивали семенную продуктивность деревьев сосны кедровой сибирской в естественных насаждениях, лесных культурах и плантациях. Изученные насаждения отличаются по возрасту, высоте, диаметру ствола и кроны. Проекция кроны зависит от густоты стояния деревьев. При размещении деревьев 5х8 м уже в 21 и 31-летнем возрасте они годы имели

большую крону в сравнении с 52- и 70- летними культурами (размещение 3х3 м).

В работе В. А. Усольцева и А. А. Маленко [170] представлены результаты исследования лесных культур при разной густоте сосны обыкновенной. Было выявлено, что при густоте 20-30 тыс. шт./га снижаются запасы древесины. Они отмечают, что при густоте более 20 тыс. шт./га происходит снижение продуктивности, наблюдаются низкая устойчивость и вывал деревьев при неблагоприятных погодных условиях.

Густота посадки деревьев более 2000 шт./га приводит к сильной внутривидовой борьбе. Качественная посадка саженцев с густотой 1000–1500 шт./га при своевременных тщательных уходах в первые годы (окашивание, опрыскивание, прополка) позволяет сформировать искусственное насаждение с господством кедра корейского требуемых структуры и функций [52].

В. А. Третьякова [165] сопоставила динамику распределения деревьев по диаметру с более густой посадкой сосны, ели и кедра. На момент исследования было отведено 3 секции, где число деревьев варьировало от 350 до 400 шт. Были измерены высота, диаметр, прирост ствола. Выявлено изменение среднего диаметра. Установлено, что динамика рядов распределения сосны и кедра одинакова, но у ели медленнее. Автор заявляет, что при большой густоте культуры переходят в стадию жердняка быстрее, чем при малой густоте. Т. Н. Новикова [113] привела динамику радиального прироста сосны в географических культурах.

С. Н. Велисевич, А. В. Попов [23] пришли к выводу, что на плантации с разреженной посадкой деревья дают хороший урожай. Высокие деревья с неширокой кроной наиболее перспективны для селекции на пыльцевую продуктивность. Деревья с широкой кроны перспективны для селекции на семенную продуктивность.

А. И. Земляной [51] провел исследования по динамике семеношения кедра сибирского в условиях изменения климата. Семеношение изучали в разные годы. Значительная неравномерность динамики урожаев кедра

сибирского объясняется высокой величиной опада «озими» под воздействием поздне-весенних заморозков при удовлетворительной ежегодной закладке женских генеративных зачатков. Кедр сибирский, благодаря высокой адаптивности генеративного процесса, почти ежегодно формирует урожаи жизнеспособных семян даже в самых экстремальных экологических условиях.

Изучением роста и развития сосны обыкновенной, произрастающей на лесосеменных плантациях, созданных семенным и вегетативным способами, занимались В. Ф. Коновалов, Э. Р. Насырова [60]. По результатам исследования лучшим ростом по высоте и диаметру характеризуются насаждения сосны обыкновенной вегетативного (клонового) происхождения. Схема размещения деревьев на лесосеменной плантации составляет 7,0х5,0 м, что является оптимальной для хорошего роста и развития кроны сосны обыкновенной. В связи с этим при создании новых лесосеменных объектов сосны обыкновенной предпочтение следует отдавать лесосеменным плантациям вегетативного происхождения.

В. Ф. Коновалов и др. [62] изучали закономерности роста, состояния и качества культур ели обыкновенной. По их мнению, создание искусственных лесных насаждений позволяет успешно решать проблему получения высокопродуктивных древостоев. Лесные культуры ели обыкновенной характеризуются успешным ростом и развитием, удовлетворительным качеством и отвечают по своему типу и агротехнике создания соответствующим требованиям. Своевременный и квалифицированный подход в этом виде лесоводственной деятельности позволит минимизировать процесс дифференциации деревьев в культурах, активизировать рост и развитие древостоев на более высоком качественном уровне.

Были проведены исследования по оценке закономерностей роста и динамике состояния деревьев и насаждений сосны обыкновенной в условно разновозрастных лесных культурах. Были предложены методические подходы к оценке деревьев и древостоев сосны обыкновенной по показателям напряжённости роста, жизненного состояния и повреждённости насаждений.

По полученным результатам исследуемые сосновые культуры являются здоровыми, устойчивыми и характеризуются хорошим ростом и развитием. Проведение своевременных и качественных уходов за лесными культурами подтверждается полученными эмпирическими данными, характеризующими высокий уровень жизненного состояния деревьев, и в целом, древостоев сосны обыкновенной [63].

Длина хвои, по мнению А. И. Чернодубова [179], является косвенным показателем энергии роста деревьев, несмотря на ее значительную вариабельность по годам. Установлено, что деревья сосны обыкновенной с более длинной хвоей и большим числом веток в мутовке являются быстрорастущими.

Многолетними исследованиями изучения роста сосны обыкновенной в лесных культурах занимались Г. Е. Одинцов, А. Ю. Хисматуллин [118]. Лесные культуры размещены по схеме 3,0х0,5 м. По высоте стволов в лесных культурах сосны обыкновенной разного возраста прослеживается аналогичная закономерность, как и по диаметру. Исследования показали, что выбранный тип лесных культур и технология их создания отвечают необходимым требованиям лесокультурной науки и практики. При проектировании лесных культур следует соблюдать агротехнику, рекомендуемые сроки и периодичность ухода за насаждениями, обеспечивать максимальную сохранность и возможность успешного роста и развития деревьев.

Эффективность искусственного лесовосстановления во многом зависит от правильно выбранного вида и типа лесных культур, методов и способов посадки или посева леса. Создание лесных культур может быть успешным при выполнении научно–обоснованных мероприятий, которые обеспечивают качественное формирование хозяйственно–ценных молодняков и их высокую продуктивность [61].

Исследованием за состоянием, особенностями роста и развития культур кедра сибирского занимался Г. Г. Терехов и другие [148, 152], где результаты показали, что сохранность деревьев кедра сибирского была достаточно высокой

при густоте 1,3-2,5 тыс.шт./га. При такой высокой густоте отмечена асимметричная форма кроны и ствола. Размещение деревьев в ряду было одинаковым, а между рядами расстояние составляло от 02 до 1,2 м. По разным причинам (повреждение осевого побега заморозками, снеголом и др.) в 24-27-летних культурах у 10-21 % деревьев отмечаются морфологические изменения ствола: многовершинность, искривление ствола.

Исследования по репродукции кедра сибирского проводили на площади 2,4 га. Основное влияние на семенную продуктивность, развитие кроны, физиологические процессы, площадь питания оказывает густота размещения деревьев. В зависимости от положения в насаждении выделены 4 группы деревьев. При свободном размещении (8–10 м) – высокой и повышенной, при расстоянии между деревьями 5-6 м – средней и низкой. Они достоверно различаются по протяженности плодоносящей кроны, количеству плодоносящих побегов, величине урожая. Изменчивость этих показателей признакоспецифична. Из-за неполного развития женского генеративного яруса репродуктивная способность деревьев не реализована на 25–30 % [159].

В. А. Брынцев, А. А. Коженкова [17, 18] изучали рост и развитие климатипов сосны кедровой сибирской в разных местах произрастаниях.

При изучении особенностей адаптации роста кедровых сосен выявили специфику приспособления, адаптацию к новым условиями существования исследуемых культур. Потомство кедра сибирского в Хабаровском крае уступает по высоте потомству кедра сибирского в Красноярском крае. Была выявлена связь высоты с суммой температур выше 5 ^{0}С и вегетационным периодом; прироста с суммой температур выше 5 ^{0}С. При сравнении роста и состояния кедровых сосен в местах их тестирования более благоприятные условия оказались для них на юге Красноярского края [69].

Изучение роста, сохранности, фенологии кедровых сосен с учетом изменения природно-климатических факторов (климат, почвы, продолжительность вегетационного периода, суточного ритма) проводили на географических культурах. Показано, что на адаптацию популяций кедровых

сосен разных видов к условиям произрастания достоверно влияют климатические особенности (температура, влажность, географическое расположение), тип почвы и ее химические, биохимические и микробиологические свойства [37].

Исследования проводили на примере ценопопуляций по вегетативному и генеративному морфогенезу деревьев сосны кедровой сибирской. Выявлено, что при увеличении высоты деревьев большинство признаков роста и репродукции снижается. Количественные признаки генеративного развития, обеспечивающие общую продукцию микро- и макростробилов, аналогично ростовым показателям, линейно убывают вдоль высотного градиента. Качественные признаки, по которым можно судить о жизнеспособности семенного материала и потенциальных возможностях воспроизводства отдельных ценопопуляций, имеют сложную картину распределения в экологическом ряду высотного профиля [22].

Впервые проведено сравнительное изучение показателей роста и развития 12 видов хвойных растений при испытании их в экологических условиях Северного Таджикистана. Установлено, что в Северном Таджикистане можно интродуцировать и успешно выращивать следующие виды хвойных растений: сосна эльдарская Ten., сосна палласа Lamb., кипарис вечнозеленый L., кипарис аризонский зеленый, туя восточная Endl., туя западная L., можжевельник виргинский L., можжевельник зеравшанский Kom., можжевельник туркестанский Kom. [42].

Изучением роста сосны кедровой корейской в искусственных насаждениях занимались Н. В. Выводцев и А. В. Вилкин [31], где определили зависимость высоты и диаметра ствола от возраста. Сосна кедровая корейская имела замедленный рост в искусственных посадках в 20-летнем и небольшое увеличение роста в 54-летнем возрасте.

В статье П. В. Михайлова [109] представлено изучение семеношения сосны кедровой сибирской. Определена зависимость между диаметром дерева и количеством шишек, которая показывает высокое значение корреляции.

Наибольшая связь проявляется между диаметром дерева и количеством семян в шишке это говорит о том, что крупные деревья образуют шишки с большим количеством семян.

По данным исследований [185, 186], изменчивость репродуктивного развития клонов сосны кедровой сибирской отличается высоким уровнем изменчивости, несмотря на редкое размещение рамет на плантации. Предложено отселектированные раметы по семенной и стволовой продуктивности размножить прививкой.

По мнению Р. С. Хамитова и др. [174], сосна кедровая сибирская в условиях интродукции имеет хорошие репродуктивные показатели в зависимости от формы кроны дерева, т. е. отношения ширины к длине. Деревья с узкой и протяженной кроной продуцируют большее количество шишек. Этот факт был подтвержден Б. В. Раевским [134], который отмечал, что размер дерева влияет на количество шишек. Им была разработана новая система прогноза и учета урожая шишек сосны обыкновенной. При цветении, когда были заморозки до -3С° это привело к полной гибели макростробилов. Н. П. Братилова и А. М. Пастухова [9] установили, что деревья с развитой кроной имели среднюю урожайность, а с единичными макростробилами более узкую крону. Деревья сосны кедровой сибирской с хорошей урожайностью имели большой диаметр ствола и массу кроны.

С. С. Багаевым [4] были представлены результаты трех методов определения ожидаемого урожая хвойных пород. Самым быстрым и точным оказался обобщающий метод оценки урожая шишек, который подойдет для более качественного отбора деревьев.

Т. С. Седельникова и др. [141] провели исследования специфики формирования мужских генеративных сфер сосны кедровой сибирской. Было отмечено, что вылет пыльцы зависит от погодных условий и температурного режима.

1.2 Географическая изменчивость хвойных растений

Основным методом изучения географической изменчивости наследственных свойств лесных видов является создание географических культур, т.е. выращивание и сравнительное изучение семенного потомства древесных растений разного происхождения в одном пункте испытания, в одинаковых условиях произрастания.

Исследование роста и сохранности географических культур в новых условиях произрастания позволяет внести корректировки в лесосеменное районирование. Также при сравнительной оценке потомства четко проявляются и некоторые общие биологические и экологические свойства вида, учет которых важен при интродукции и разработке мероприятий по повышению эффективности культур древесных растений.

На основании сравнительной оценки сохранности, роста, продуктивности потомств климатипов прослеживается географическая изменчивость видов. Продуктивность потомств различных происхождений имеет высокую зависимость от их сохранности, и в меньшей степени - от параметров роста [114].

Некоторые ученные занимаются изучением изменчивости роста хвойных растений в различных условиях их произрастания [47, 107, 126, 195].

О.Г. Кравченко и Г.С. Захаренко [74] провели исследования среди видов рода кедр (ливанский, атласский, короткохвойный, гималайский) по срокам цветения поллинации и длине микростробилов. Как выяснилось, у ливанского кедра отмечен низкий уровень индивидуальной изменчивости по длине микростробилов. У остальных видов совпадает период цветения и долгий период рассеивания пыльцы.

Географические культуры помогают не только выявить высокопродуктивные климатипы, но они еще имеют существенное значение в деле сохранения биоразнообразия древесных растений. По мнению М. Д. Мерзленко, П. Г. Мельник [103], географические культуры - это лесная

искусственная лаборатория, выполняющая роль генного банка в сохранении биологического разнообразия, несущего широкую информацию о вариабельности древесных пород тех географических зон, из которых транспортированы образцы семян конкретных популяций и особей.

Созданию географических культур древесных растений в целях изучения влияния происхождения семян на продуктивность древостоев издавна уделяется большое внимание.

Географические культуры сосны кедровой сибирской были созданы во многих регионах нашей страны: в Алтайском, Красноярском крае, Московской, Ленинградской областях и др. В условиях юга Средней Сибири различия по биометрическим показателям потомств сосны кедровой сибирской разного географического происхождения проявлялись с первых лет выращивания растений [84, 120]. В настоящее время большое внимание уделяется изучению биологической и семенной продуктивности кедровых сосен в зависимости от их географической принадлежности [11, 12, 87, 89, 169]. Изучением географических культур ели в Красноярском крае занимались Л. И. Милютин, В. И. Терентьев [106].

В нашей стране была разработана стратегия по исследованию географических культур сосны кедровой сибирской и сосны кедровой корейской. В материалах лесосеменного районирования 1982 г. было выделено 46 лесосеменных районов [76].

По результатам многолетних исследований географических и испытательных культур кедра сибирского в Красноярском крае в работах А. И. Ирошникова [56, 57], Н. А. Бабича и др. [3] был сделан вывод, что самыми высокими показателями роста характеризуются потомства из оптимума произрастания данного вида. Показатели роста (высоте, диаметру, приросту боковых и лидирующих побегов, длине хвои, числу ветвей в мутовках) в географических культурах отличаются между популяциями контрастных регионов: низкогорья и высокогорья, южно-таежная и северо-таежная подзоны. А. И. Ирошников [67] отмечал, что наряду со значительной нормой реакции на

изменение экологических факторов, сосна кедровая сибирская обладает генетически детерминированной адаптацией его популяций к определенным условиям произрастания в пределах ареала.

Изучением географической изменчивости у климатипов сосны кедровой сибирской на юге Красноярского края занимается Г. В. Кузнецова [68]. Ею изучены морфологические показатели (высота, линейный рост, длина хвои, охвоенность), фенология, качество семян и пыльцы у разных климатипов кедровых сосен. Было отмечено, что длина хвои генетически закреплена у популяций, а охвоенность побега более подвержена влиянию изменений среды. Установлено, что в одинаковых условиях произрастания проявляется наследственная обусловленность климатипов кедровых сосен по росту. Лучший рост был отмечен у потомства Ермаковского климатипа. В оптимальных условиях произрастания (Ермаковский лесхоз, Северо-Саянский лесосеменной район), кроме кедра сибирского местного происхождения, примерно такими же показателями сохранности и роста характеризуется кедр сибирский из Томской области (Шегаро-Чулымский лесосеменной район). В Ермаковском лесхозе потомства климатипов сосны кедровой корейской почти не уступают по сохранности и приросту сосне кедровой сибирской. Исследования позволяют оценить перспективы интродукции сосны кедровой корейской. Этот вид может быть рекомендован для массовой интродукции в условиях Средней Сибири.

В 49-летнем возрасте сосна кедровая сибирская разного географического происхождения отличалась наилучшим ростом и развитием танзыбейского и алтайского потомства [142].

Анализ роста у различных климатипов сосны кедровой сибирской показал, что в 20-летнем возрасте лучшим ростом отличается потомство местного ермаковского климатипа. Наилучший рост данного климатипа объясняется тем, что материнские насаждения сосны кедровой сибирской произрастают в оптимальных для их роста условиях среды [67].

Также изучением географической изменчивости хвои у сосны обыкновенной занимался С. Р. Кузьмин [70].

А. Я. Бондарев и др. [6] считают, что в ряде случаев быстрыми темпами роста отличаются не только семьи местных плюсовых деревьев, но и выросшие из привозных семян.

Н. В. Выводцев и др. [29] проанализировали состояние географических культур сосны кедровой сибирской и корейской в Хехцирском опытном лесничестве Хабаровского края. Сосна кедровая сибирская в условиях интродукции на Дальнем Востоке существенно отстает в росте и развитии.

Н. М. Гузь и др. [38] проводили экспериментальное исследование культур кедра атласского (*Cedrus atlantica* Menetti), сравнивая таксационные показатели насаждений с другими видами кедра – гималайским и ливанским при схеме посадки 2,0 х 1,0 м. По показателям роста интродуцент кедр алтайский оказался самой перспективной лесообразующей породой для Закарпатья, так как он является устойчивым к данным климатическим условиям, не подвержен ветровалу и бурелому.

У сосны кедровой сибирской 52-летнего возраста разного географического происхождения был изучен рост при густоте посадки 10 тыс./га. Лучший рост в загущенных посадках зеленой зоны г. Красноярска отмечен у растений тюменского и ермаковского происхождения против потомств деревьев из Республик Саха, Коми и Бурятии. Были отселектированы экземпляры сосны кедровой сибирской, отличающиеся лучшими показателями роста, для дальнейшего размножения [13].

В условиях интродукции рост сосны кедровой корейской был изучен Н. П. Братиловой и др. [15]. Проведена селекционная оценка деревьев, определен химический анализ меристематических тканей почек. Было отмечено, что сосна кедровая корейская в начальный период растет достаточно медленно по сравнению с сосной кедровой сибирской местного происхождения. Отмечена целесообразность проведения химического анализа

меристем почек и выделения более перспективных деревьев для использования в качестве маточных при размножении.

Ю. П. Демаков и др. [40] провели исследования по изменчивости годичных приростов сосны обыкновенной по высоте. Исследования проводились среди деревьев разного возраста, условий произрастания и густоты. По приведенным результатам показано, что высота варьирует в больших пределах и это свидетельствует о высокой чувствительности их к флуктуациям условий среды. Прирост снижается после климатических аномалий (засуха, недостаток тепла), холодного и избыточно влажного вегетационного периода. Отбор в ценопопуляциях хозяйственно ценных фенотипов деревьев по величине их годичного прироста в высоту после аномальных по погодным условиям лет, а также по стабильности (устойчивости) их роста затруднён и в принципе бесперспективен.

Е. В. Титов [156, 157] изучал кедры по показателям урожая. Им были установлены уровни эндогенной, индивидуальной и экологической изменчивости количества шишек и плодоносящих побегов, энергии и динамики семеношения, семенной продуктивности и структурных признаков урожая. Индивидуальная изменчивость количества шишек на деревьях очень высокая, экологическая - очень низкая. Процент плодоношения варьирует на низком уровне. По морфобиометрическим показателям выделены различные группы особей.

С. А. Мамаев [78] изложил результаты исследований внутривидовой изменчивости древесных растений - представителей семейства *Pinaceae*, произрастающих на Урале. Выделил основные формы изменчивости, охарактеризовал общие закономерности внутривидовой изменчивости, привел материалы по внутривидовой систематике хвойных.

Большое внимание уделяется исследованиям роста и урожайности кедровых сосен на лесокультурных объектах [12, 26, 27, 55, 64, 65, 66, 71, 82, 94, 95, 99, 101, 102, 117, 196].

Изучение показателей роста и состояния потомств кедровых сосен разного географического происхождения в различных пунктах выращивания позволило выявить внутривидовую дифференциацию на территории Красноярского края. В результате проведенных исследований установлено, что в одинаковых условиях произрастания проявляется наследственная обусловленность климатипов по показателям роста [8, 183].

С. Н. Горошкевич [33] изучил изменчивость роста и семеношения сосны кедровой сибирской. Им был проведен статистический анализ 13-летних рядов погодичной динамики комплекса признаков, которые характеризуют рост и семеношение этого вида. Для вегетативных признаков размах флуктуации характерен обычный, а для генеративных - огромный. Наиболее вариабельны абортивность шишек и все остальные признаки, формирующиеся преимущественно весной в год опыления. Это и определяет очень высокий уровень изменчивости общей семенной продуктивности.

Изменчивостью хвойных пород по показателям репродуктивного развития, семенной продуктивности шишек, определением стадий развития мужских стробилов занимались многие ученные [119, 122, 158, 164, 198].

Отбор деревьев по репродуктивному развитию на плантации «ЛЭП» проводили Р. Н. Матвеева и др. [86]. Было изучено образование шишек, микростробилов у сосны кедровой сибирской, произрастающей на плантации возле линии электропередач в Караульном лесничестве Учебно-опытного лесхоза СибГУ. Отселектировали деревья, которые имеют наибольшее количество шишек и микростробилов.

Р. Н. Матвеева и др. [89, 91] проводили анализ репродуктивного развития деревьев кедровых сосен, выделены экземпляры, отличающиеся лучшим ростом, урожайностью и пыльцевой продуктивностью. Деревья раннего полового созревания представляют большую ценность для выращивания сортового посадочного материала, создания орехопродуктивных плантаций.

По изучению репродуктивной способности сосны кедровой сибирской проводила работу О. Ю. Храмова [177]. Она дала оценку репродуктивной способности сосны кедровой сибирской в условиях г. Нижнего Новгорода по средней массе семян, их жизнеспособности, доброкачественности и технической (лабораторной) всхожести. Результаты характеризуются динамикой прорастания семян в зависимости от срока подготовки их к посеву.

В работе Р. Н. Матвеевой и др. [98] по изучению особенностей репродуктивного развития 32-летних деревьев сосны кедровой сибирской разного географического происхождения были проведены: анализ возрастной динамики образования генеративных органов; селекционная оценка деревьев; выделение особей кедра сибирского, отличающихся ранним обильным семеношением и повышенной пыльцевой продуктивностью; установление связи этих показателей с географическим происхождением изучаемых деревьев. Выявлена достаточно сильная географическая и индивидуальная изменчивость сосны кедровой корейской на географической плантации по таким показателям, как сроки вступления в репродуктивную стадию развития, возрастная динамика мужского «цветения» и семеношения. Отселектированы деревья, выделяющиеся по женскому и мужскому типам развития. Они, предназначенны для дальнейшего размножения прививкой в целях создания лесосеменных плантаций, отличающихся повышенной урожайностью.

Наблюдения за динамикой роста и семеношением кедра сибирского проводил С. Н. Горошкевич [34]. Он отмечает, что рост значительно более стабилен в погодичной динамике. В неурожайные годы численность потребителей семян резко снижается. В следующие за ними урожайные годы это обеспечивает обильное возобновление вида.

Е. А. Жук и С. Н. Горошкевич [46], проанализировав рост кедра европейского на юге Западной Сибири, пришли к выводу, что кедр европейский сильно отличается от сосны кедровой сибирской не только по внешнему виду, но и по кроне, хвое с сизым оттенком. Этот вид не

повреждался вредителями и болезнями, мало подвержен морозам, поэтому успешно произрастает в условиях юга Западной Сибири.

А. И. Земляной и В. И. Барановский [48] провели исследования по семеношению кедра сибирского в экстремальных климатических условиях на Севере. На модельных деревьях определяли динамику семеношения кедра сибирского по следам от опавших шишек, а также размеры шишек, число семян в них и коэффициент их полнозернистости. Измеряли размеры "озими", подсчитывали количество фертильных чешуй и число опылившихся семяпочек, на основании чего вычисляли процент их опыленности. Кедр сибирский сохраняет способность к устойчивому семеношению и, благодаря деятельности кедровки, обеспечивает успешное возобновление свободных территорий в самых разнообразных типах условий местопроизрастания.

Динамику роста кедра сибирского разного географического происхождения показали в своей работе Р. Н. Матвеева и др. [96]. Исследования проводились у потомств 10 популяций. Выявлен высокий и очень высокий уровни изменчивости высоты, диаметра ствола и кроны. Отселектированы быстрорастущие экземпляры для дальнейшего размножения и создания плантаций.

Приведены характеристики интенсивности роста сосны кедровой сибирской 17-46-летнего возраста в загущенных посадках. Установлено, что лидирующие позиции по высоте и диаметру ствола деревьев меняются в зависимости от возраста. Отмечено увеличение соотношения между высотой дерева и диаметром ствола с возрастом, что указывает на повышенную конкуренцию деревьев. Корреляция между высотой, диаметром ствола семенного потомства и показателями материнских популяций в первые годы выращивания отсутствует, в 46-летнем возрасте теснота связи между высотой, диаметром деревьев и классом бонитета материнских популяций умеренная [14].

Отражена географическая и индивидуальная изменчивость по формированию шишек и микростробилов у кедровых сосен 57-летнего

возраста. Репродуктивное развитие сосны кедровой сибирской зависит как от географического происхождения, так и от генотипа отдельных деревьев. Были отселектированны деревья для размножения вегетативным способом с целью создания целевых урожайных плантаций [93].

По результатам данных о репродуктивном развитии кедра корейского разного географического происхождения в условиях интродукции установлено, что потомство хабаровского происхождения раньше вступает в репродуктивную стадию развития по сравнению с приморским. Отмечено проявление географической изменчивости по репродуктивному развитию, размерам шишек. Были отселектированы деревья с регулярным семеношением, крупными шишками; мужским типом развития, которые рекомендуются для размножения вегетативным путем с целью выращивания лидеров по семенному размножению или по образованию пыльцы для их использования при создании лесосеменных плантаций [123].

По результатам исследования роста 44-летних кедровых сосен, которые имели средний диаметр ствола 12,4-13,6 см, кроны - 3,2-3,8 м, были отселектированы перспективные потомства экотипов и экземпляры для последующего размножения. Сосна кедровая корейская в данных условиях интродукции имеет диаметры ствола и кроны, различающиеся незначительно [97].

Репродуктивное развитие и биометрические показатели шишек сосны кедровой сибирской изучали Е. Ю. Соколова, Р. Н. Матвеева [143]. Были выделены деревья по наибольшему количеству шишек, микростробилов для дальнейшего размножения вегетативным путем с целью выращивания селекционного посадочного материала и создания плантаций целевого назначения.

Изменчивость роста и плодоношения клонов кедра сибирского отражена в работах Ю. Е. Щерба [184], Е. В. Титова [161]. Внутриклоновая хронографическая изменчивость повышенная – очень высокая. Высокая амплитуда их варьирования у клонов различной урожайности в одинаковых

условиях произрастания и опыления связывается преимущественно с индивидуальной.

В. К. Хлюстов и др. [175] изучили рост и продуктивность географических культур лиственницы европейской в Московской области. При изучении были построены регрессионные модели возрастной динамики средней высоты, диаметра, объёма среднего дерева, запаса, текущего и среднего прироста, сравнение линий регрессии и выбор наиболее продуктивных и экологически устойчивых экотипов лиственницы европейской. Исследования связаны с улучшением состава лесов Московского региона, внедрением в лесокультурное производство высокопродуктивных и устойчивых экотипов лиственницы.

Несмотря на результаты исследований многими учеными по изучению роста и репродукции кедровых сосен все же недостаточно изучено развитие кедровых сосен разного географического происхождения в 55-57-летнем возрасте при разной густоте посадки.

2 ПРОГРАММА, МЕТОДИКА И ОБЪЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1 Программа и методика исследования

В программу исследований входило изучение показателей роста и репродуктивного развития кедровых сосен в зависимости от географического происхождения и условий выращивания; отбор экотипов и экземпляров, отличающихся в условиях искусственных насаждений пригородной зоны Красноярска повышенными темпами роста, урожайностью или пыльцевой продуктивностью (рисунок 2.1).

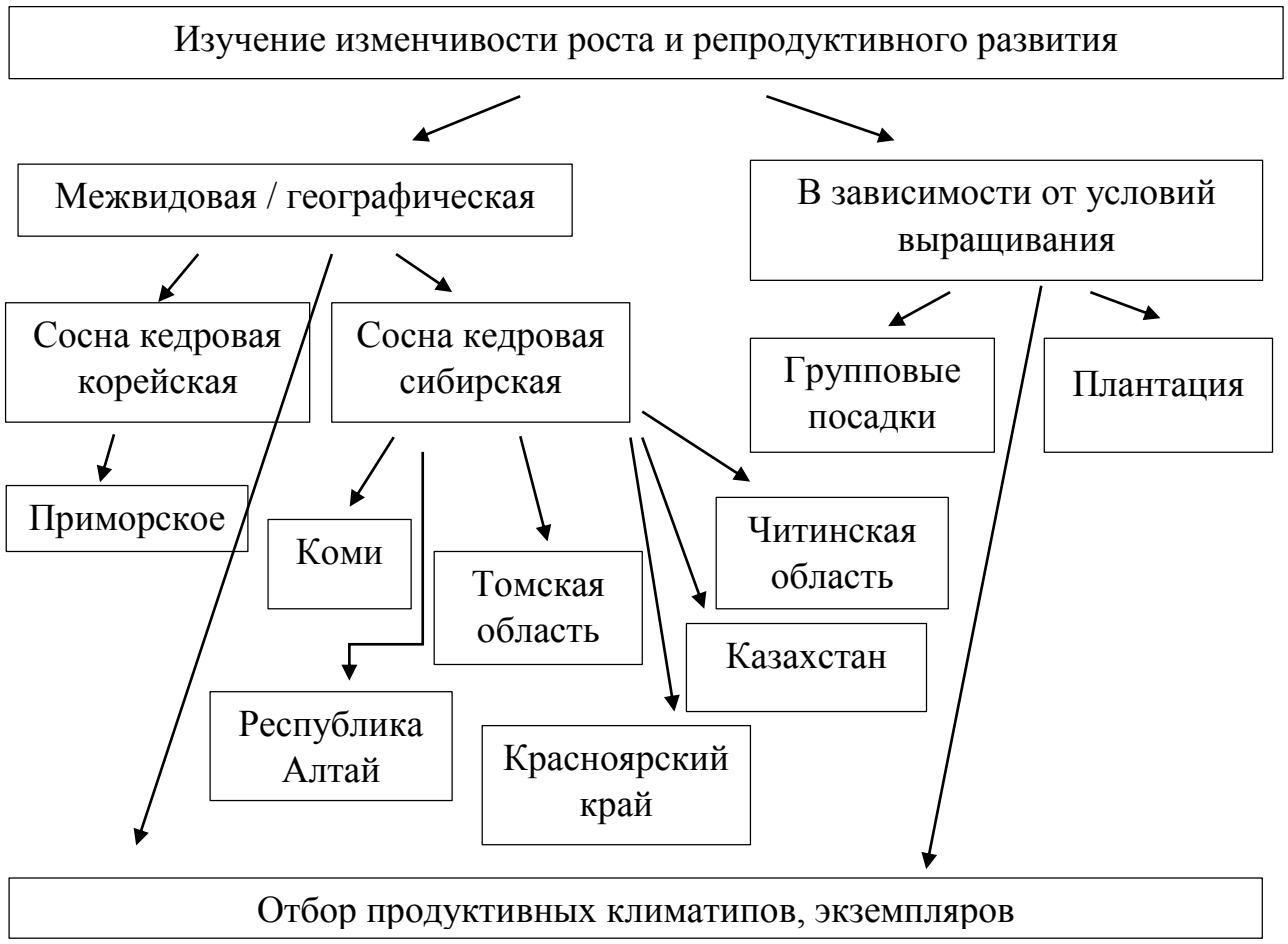


Рисунок 2.1 – Алгоритм проведения исследования

Полевые исследования были проведены с 2013 по 2020 гг. Селекционную оценку деревьев проводили, используя общепринятые для лесокультурных исследований методики [116, 139].

Измеряли такие биометрические показатели, как высота, диаметр ствола на высоте 1,3 м, диаметр кроны в двух взаимноперпендикулярных направлениях с определением среднего значения, протяженность бессучковой зоны, годичные приросты боковых побегов по длине, угол прикрепления ветвей к стволу, длина и диаметр ветвей в месте прикрепления к стволу, длина хвои. Производили подсчет продолжительности жизни хвои на дереве, количества мутовок и ветвей в мутовках, числа побегов с микростробилами и шишками, количества микростробилов на побеге, микростробилов и шишек на дереве, числа шишек в пучке по методике Т. П. Некрасовой.

Диаметр ствола вычисляли через длину окружности ствола. Для вычисления протяженности кроны определяли разницу между общей высотой дерева и высотой от начала живой кроны [72].

Диаметр кроны измеряли по замерам проекций на поверхности почвы в направлениях север-юг и восток-запад с определением среднего значения [24].

Годичные приросты ветвей в длину измеряли на побегах, расположенных на высоте 1,3 м. Количество мутовок и ветвей в мутовках подсчитывали по всей протяженности ствола.

Объем кроны определяли по формуле А.В. Тюрина:

$$V=\frac{\pi \cdot D_{кр}^2 \cdot Пр_{кр}}{8}, \quad (2.1)$$

где $V_{кр}$ – объем, м^3;

$D_{кр}$ – диаметр кроны, м;

$Пр_{кр}$ – протяженность кроны, м.

Подсчитывали число побегов с микро- и макростробилами, шишками, количество сформировавшихся шишек на дереве, шишек в пучке. При определении количества побегов со стробилами, числа мужских соцветий,

макростробилов и шишек сначала проводили рекогносцировочное обследование, глазомерно оценивая относительную величину урожая и цветения. При обильном урожае ограничивались подсчётом с помощью бинокля с хорошо просматриваемой стороны кроны на одной половине кроны, полученный результат удваивали по методике Т. П. Некрасовой [112].

Все данные обрабатывали статистически в программе Microsoft Excel. Определяли среднее значение ($X_{ср.}$), среднее квадратическое отклонение (± σ), ошибку среднего значения (± m), коэффициент варьирования (V, %), показатель точности опыта (P, %). Достоверность различий между показателями устанавливали по фактическому критерию, сравнивая его с табличным (t_{05} или t_{10}).

Уровень изменчивости признаков определяли по шкале С. А. Мамаева [78], согласно которой уровень изменчивости считается очень низким при V < 7 %, низким при V = 8-12 %, средним при V от 13 до 20 %, высоким при V от 21 до 40 %, очень высоким, когда V более 40 %.

При обработке данных был использован корреляционный и регрессионный анализы (с использованием программы Curve Expert 1.3).

2.2 Объекты исследования

Обследованные объекты кедровых сосен были созданы в пригородной зоне Красноярска на территории Учебно-опытного лесхоза Сибирского государственного университета науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева.

В соответствии с лесорастительным районированием Красноярского края, территория Караульного лесничества относится к Восточно-Саянского горно-таёжного района сосново-кедрово-пихтовых лесов [167]. Климат района расположения лесничества резко континентальный с теплым летом и холодной зимой.

В Караульном лесничестве преобладают легко- и среднесуглинистые почвы, по влажности - свежие, по логам и поймам рек и ручьев - влажные или сырые.

Плантационные культуры созданы крупномерным посадочным материалом, выращенным из семян кедровых сосен (сибирской и корейской) разного географического происхождения: Красноярский край (учебно-опытный лесхоз СибГУ Бирюсинское лесничество; Ярцевский ЛПХ), Казахстан (Лениногорский лесхоз), Республика Алтай (Каракокшинский ЛПХ), Коми (Троицко-Печерский лесхоз), Томская область (Томский лесхоз), Читинская область (Красно-Чикойский лесхоз), Приморский край (Вакский лесхоз).

Материнские насаждения произрастают на высоте над уровнем моря от 100 м (Ярцевский ЛПХ, Вороговское л-во; Томский лесхоз) до 1700 м (Лениногорский лесхоз, Черно-Убинское л-во). Местная, бирюсинская, популяция сосны кедровой сибирской располагается на высоте 300 м.

Самые южные из изученных климатипов сосны кедровой сибирской произрастают в Казахстане (50º12′) и Читинской области (50º22′ с.ш.). Еще южнее располагается материнское насаждение сосны кедровой корейской (46º54′ с.ш., Тудо-Вакское лесничество). Самыми северными по широтному расположению являются кедровые популяции из Коми (62º50′ с.ш.) и севера Красноярского края (61º00′ с.ш.).

По долготе месторасположение популяций сосны кедровой сибирской, где были собраны семена для создания селекционных объектов, варьирует от 56º30′ в.д. (Коми) до 108º43′ в.д (Читинская область). Материнское насаждение сосны кедровой корейской произрастает еще восточнее - 134º12′ в.д. (таблица 2.1, рисунок 2.4).

Таблица 2.1 – Характеристика места произрастания материнских насаждений

Происхождение	Край (область, республика)	Предприятие по паспорту	Координаты		Высота над уровнем моря, м
			с.ш.	в.д.	
Алтайское	Алтай	Каракокшинский ЛПХ	51º50′	86º54′	700-800
Бирюсинское	Красноярский	Учебно-опытный лесхоз СибГУ	56º00′	92º30′	300
Коми	Коми	Троицко-Печорский лесхоз	62º50′	56º 30′	500
Лениногорское	Казахстан	Лениногорский лесхоз, Черно-Убинское л-во	50º12′	85º33′	1700
Томское	Томская	Томский лесхоз	56º30′	84º 48′	100
Читинское	Читинская	Красночикойский лесхоз	50º22′	108º43′	700
Ярцевское	Красноярский	Ярцевский ЛПХ, Вороговское л-во	61º00′	90º36′	100
Приморское	Приморский	Вакский лесхоз, Тудо-Вакское л-во	46º54′	134º12′	200-300

Класс бонитета материнских насаждений сосны кедровой сибирской отличался от V (Коми) до II (читинское), насаждение сосны кедровой корейской характеризовалось V классом бонитета. Участие сосны кедровой корейской в составе насаждений составило 3 единицы, сосны кедровой сибирской варьировало от 4 (Коми) до 10 единиц (Лениногорское, Томское, Читинское, Ярцевское), что отражено в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Характеристика материнских насаждений кедровых сосен

Происхождение	Тип леса	Состав	Класс бонитета
Алтайское	Кедровник разнотравный	5К3П2Б	III
Бирюсинское	Кедровник разнотравный	7К2Е1П	III
Коми	Кедровник разнотравный	6Е4К	V
Лениногорское	Кедровник кисличный	10К	III
Томское	Кедровник разнотравный	10К	III
Читинское	Кедровник брусничнo-бадановый	10К	II
Ярцевское	Кедровник пойменный	10К	III
Приморское	Кедровник широкотравный	3К1Е1П3Б1Лп1Я	V

Согласно лесосеменному районированию, разработанному в 1982 г. [76], материнские популяции кедровых сосен, с которых были собраны семена для создания изучаемых нами объектов, относились к 6 лесосеменным районам (рисунок 2.2).

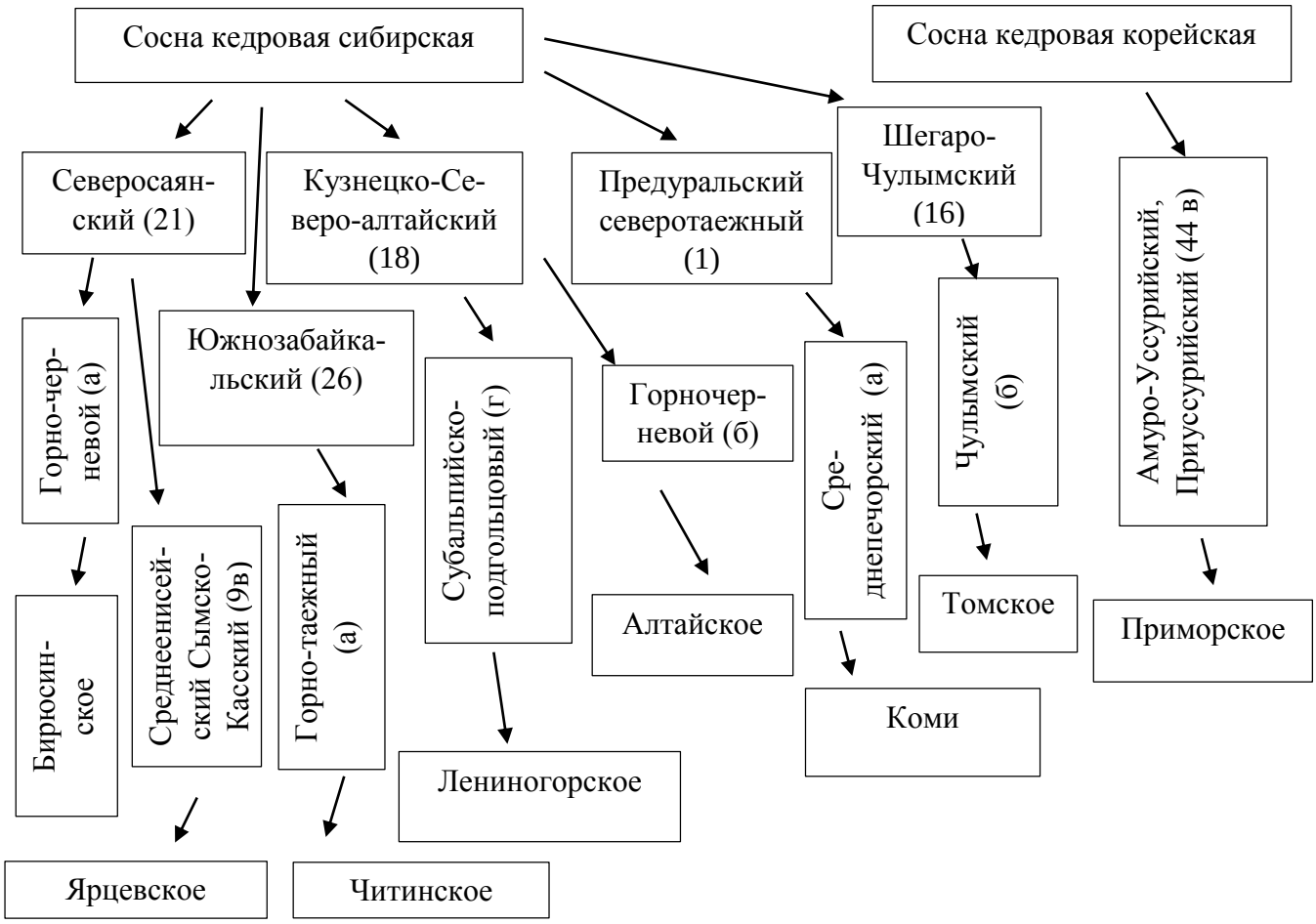


Рисунок 2.2 – Лесосеменные районы (подрайоны) произрастания материнских насаждений кедровых сосен по Лесосеменному районированию, 1982 г.

В 2015 г. вышел Приказ «Об установлении лесосеменного районирования» с дополнениями от 2015 и 2016 гг., согласно которому материнские насаждения кедровых сосен, произрастающие на территории России, находятся в первом, втором, четвертом, шестом, восьмом и девятом лесосеменных районах (рисунок 2.3) [77]. Сосна кедровая сибирская лениногорского происхождения находится в Казахстане.

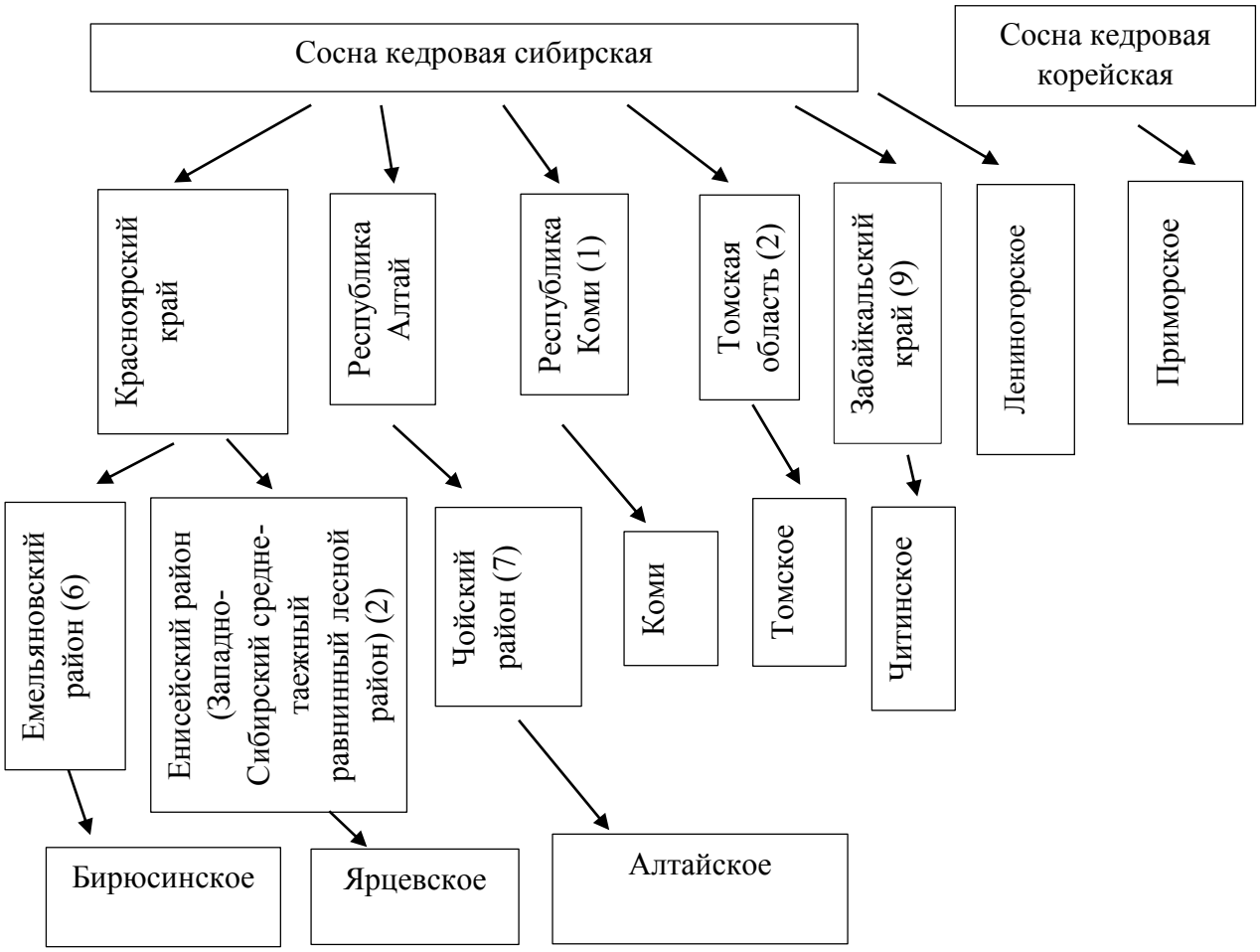


Рисунок 2.3 – Лесосеменные районы (подрайоны) произрастания маточных популяций сосны кедровой сибирской, 2015 г.

Посадки кедровых сосен выполнены на плантации «Метеостанция» по схеме 5 х 5 м (рисунок 2.5), и в групповых посадках по схеме 2 х 1 м (рисунок 2.6), расположенных на территории дендрария СибГУ.

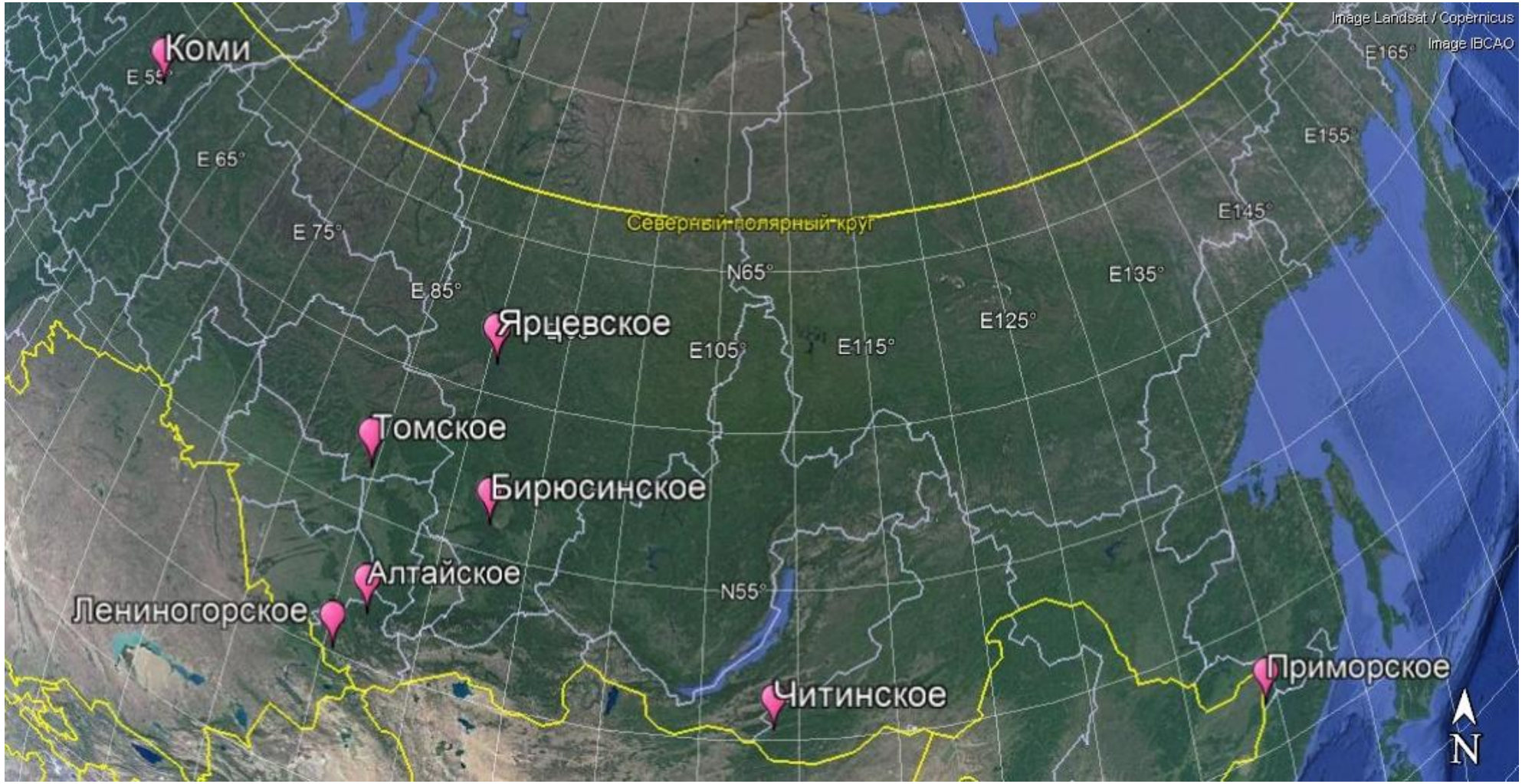


Рисунок 2.4 - Карта с указанием географического расположения материнских насаждений кедровых сосен

Рисунок 2.5 – Плантация, созданная по схеме 5 х 5

Рисунок 2.6 - Групповые посадки, созданные по схеме 2 х 1 м

3 ОСОБЕННОСТИ СЕМЕНОШЕНИЯ И РОСТА СОСНЫ КЕДРОВОЙ СИБИРСКОЙ РАЗНОГО ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ В ГРУППОВЫХ ПОСАДКАХ ДЕНДРАРИЯ

Групповые посадки в дендрарии СибГУ им. М.Ф. Решетнева проведены с использованием посадочного материала разного географического происхождения. Было проведено сопоставление показателей репродуктивного развития и роста деревьев, произрастающих в групповых посадках в условиях достаточной освещенности (в крайнем ряду) и в центральных рядах.

3.1 Показатели репродуктивного развития

В групповых посадках в 2019 г. репродуктивное развитие учитывали у деревьев крайних рядов в группе. Количество семеносящих побегов на дереве варьировало от 2 до 18 шт., в среднем составляя 6,7 шт. При подсчете данного показателя у деревьев в зависимости от района произрастания материнских популяций установлено, что потомство из Коми формирует в среднем наибольшее число побегов с шишками (10,7 шт.). Меньшее количество семеносящих побегов в 2019 г. отмечено у сосны кедровой сибирской читинского происхождения (рисунок. 3.1).

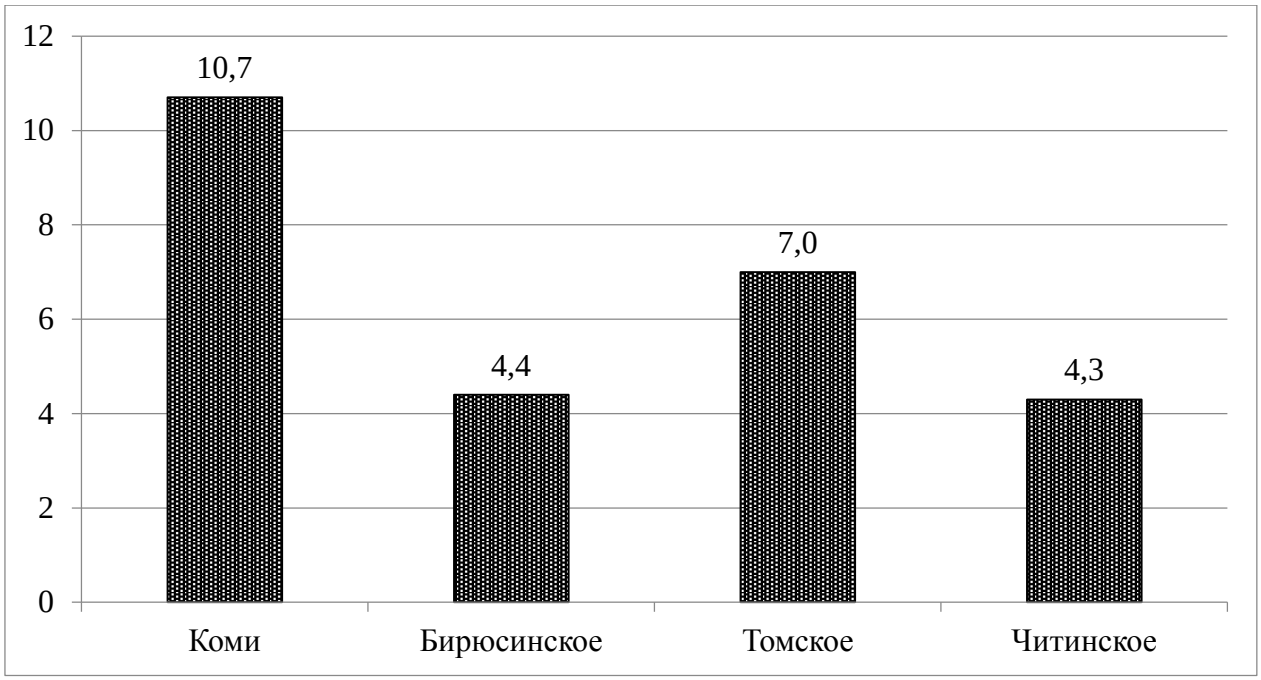


Рисунок 3.1 – Среднее количество побегов с шишками на дереве, шт.

Среднее количество шишек в пучке составило 1,7±0,05 шт., варьируя по вариантам незначительно: от 1,6 до 1,8 шт. (табл. 3.1).

Таблица 3.1 – Число шишек в пучке сосны кедровой сибирской, шт.

Географическое происхождение	$X_{ср.}$	± m	± σ	V, %	P, %	$t_ф$ при t_{05} =2,03
Коми	1,8	0,07	0,26	14,3	4,0	-
Бирюсинское	1,7	0,15	0,44	25,6	8,5	0,60
Томское	1,6	0,10	0,22	14,0	6,2	1,64
Читинское	1,6	0,10	0,30	19,3	6,4	1,64
Среднее значение	1,7	0,05	0,33	19,4	3,2	1,16

Среднее количество шишек на деревьях варьировало от 7,0 до 19,4 шт. в зависимости от географического происхождения. Наибольшей урожайностью в 2019 г. характеризовались деревья из Коми – в среднем 19,4

шт. Среди 59-летних потомств большее количество шишек отмечено у деревьев томского происхождения (11,1 шт. против 7,5 шт. у бирюсинского потомства). На деревьях сосны кедровой сибирской читинского происхождения в 2019 г. было образовано в среднем 7,0 шт. шишек на дереве (рис. 3.2).

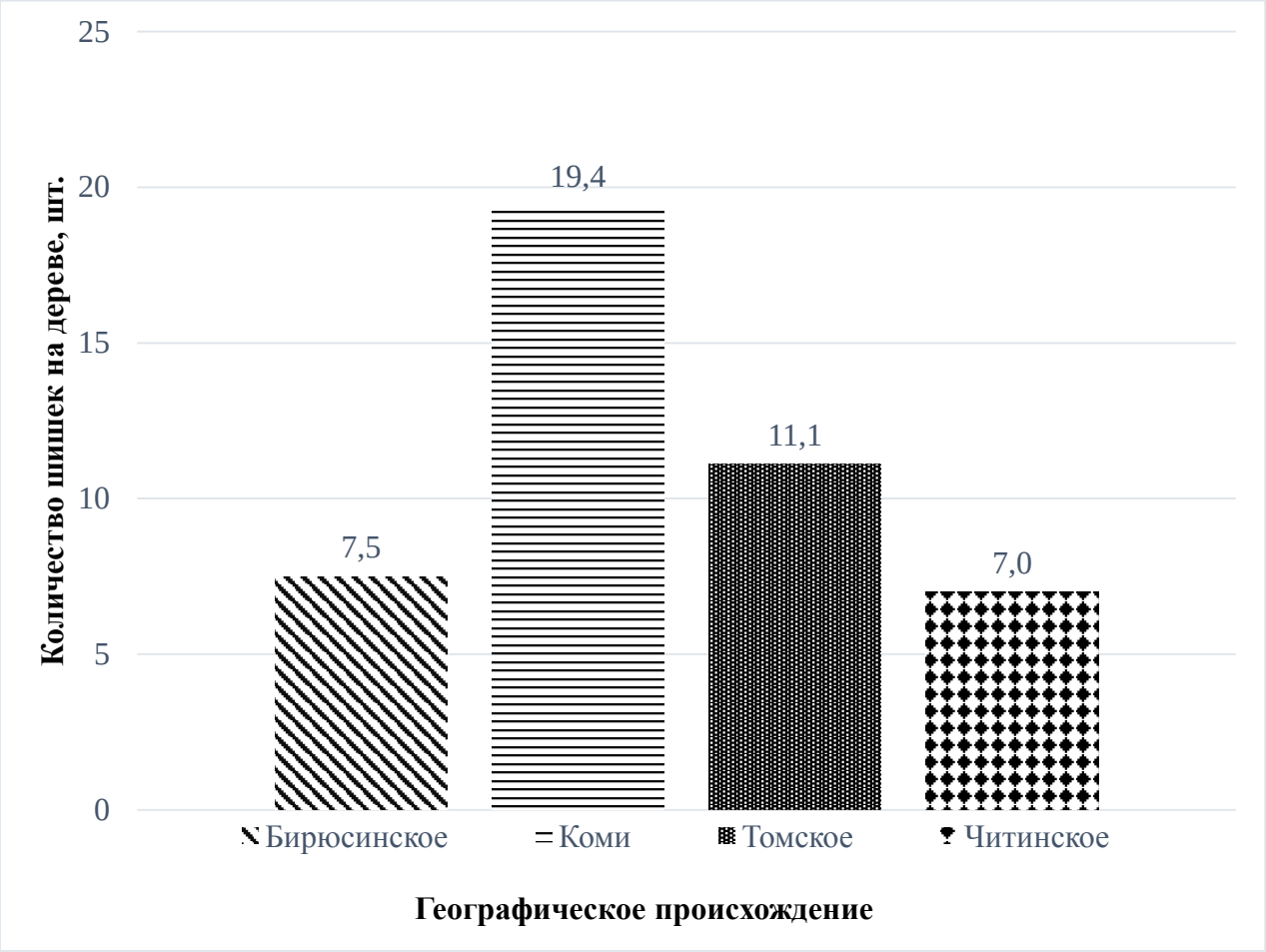


Рисунок 3.2 - Количество шишек на дереве в 2019 г., шт.

В 2020 году наибольшее количество шишек было отмечено на деревьях томского происхождения – 17,3 шт. (рис. 3.3).

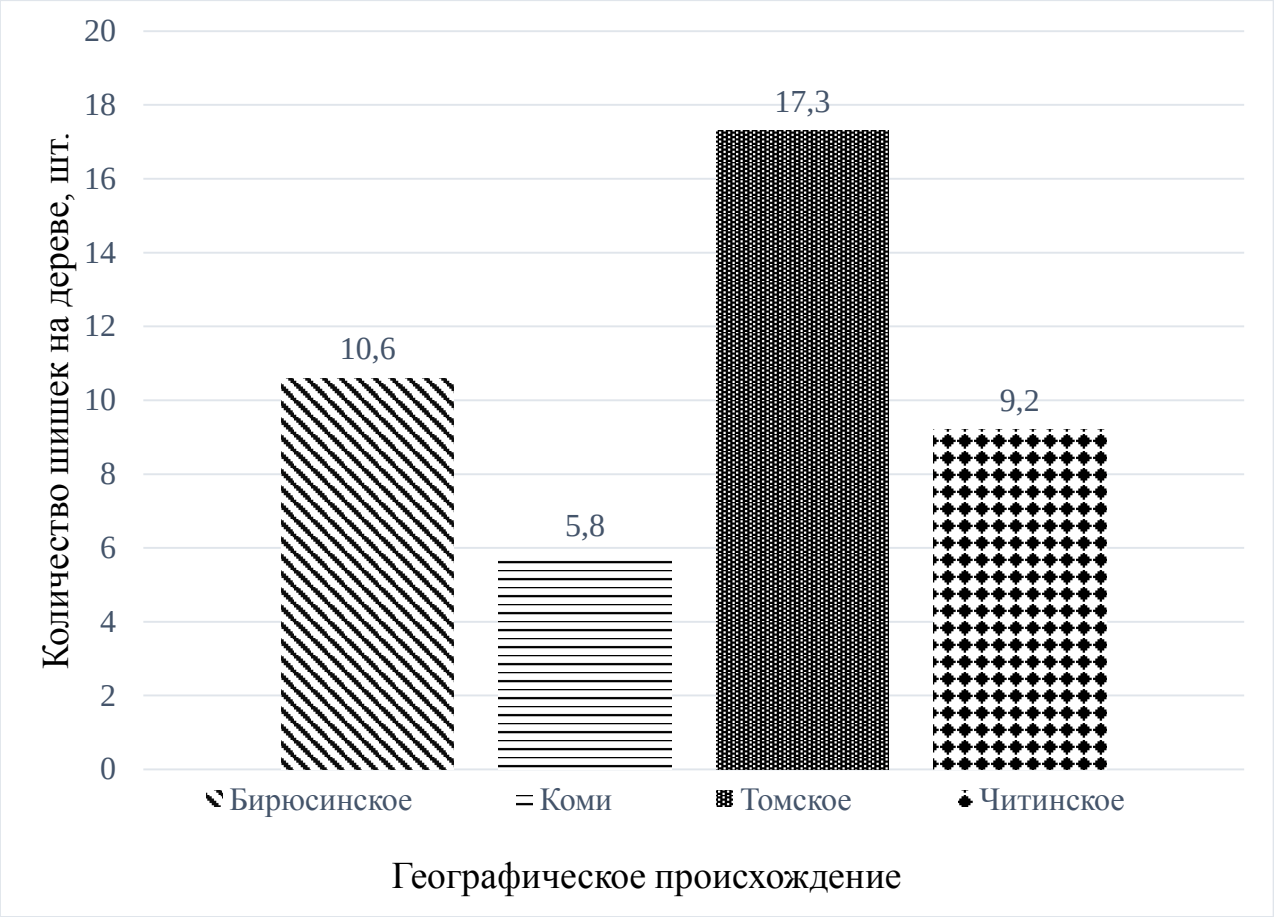


Рисунок 3.3 – Количество шишек на дереве сосны кедровой сибирской в 2020 г., шт.

Наименьший показатель количества шишек отмечен в 2020 г. у потомства из Коми – в среднем 5,8 шт. на дереве. Уровень варьирования показателя характеризуется как очень высокий.

Была установлена удельная энергия семеношения деревьев сосны кедровой сибирской разного географического происхождения. Ее показатель у отдельных деревьев варьирует от 0,12 до 2,01 шишек/см. Средняя удельная энергия семеношения потомств сосны кедровой сибирской за 2019-2022 гг. варьировала от 0,38 (читинское происхождение) до 0,63 шт./см (томское) (рисунок 3.4).

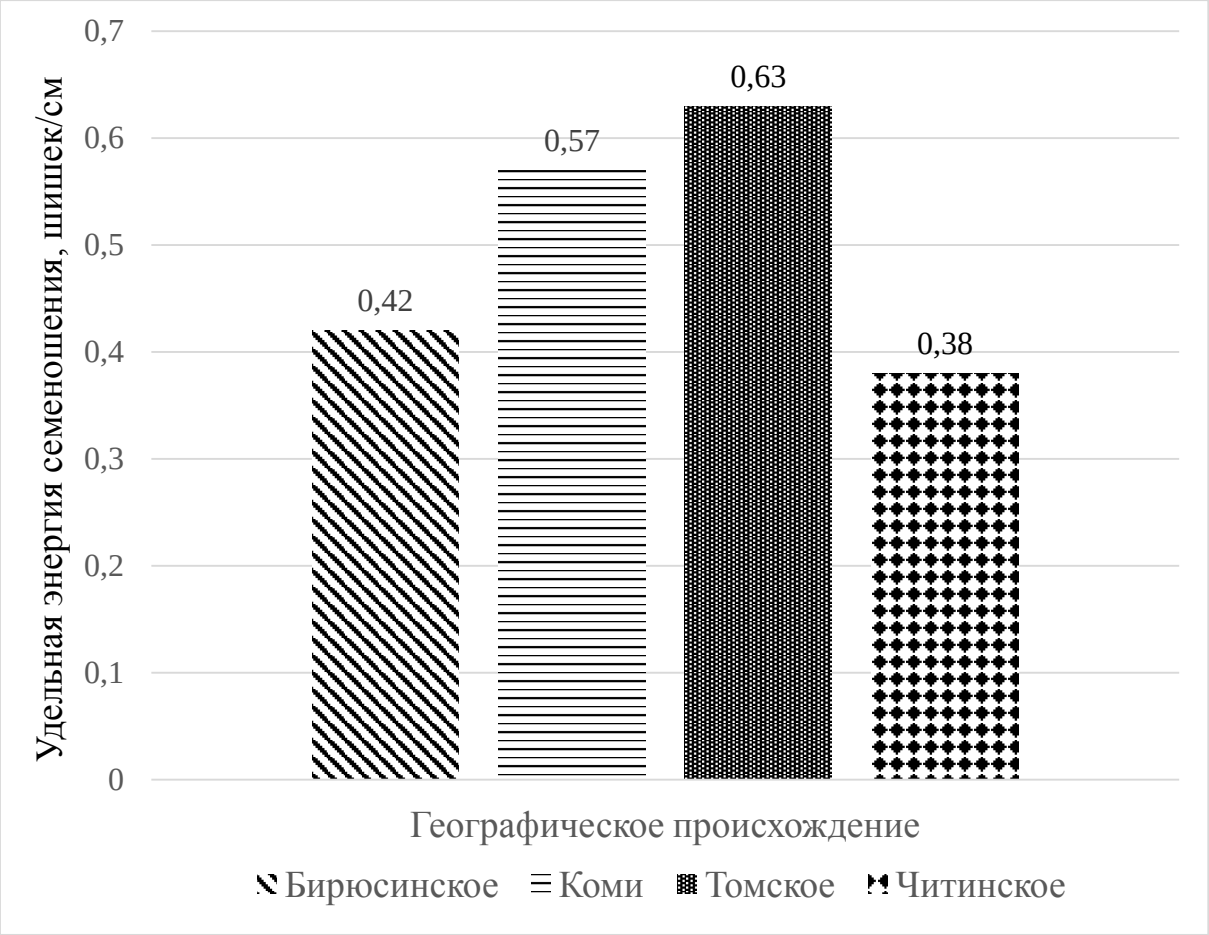


Рисунок 3.4 - УЭС сосны кедровой сибирской разного географического происхождения, шишек/см

При изучении мужского цветения было установлено, что количество мужских соцветий на деревьях находилось в пределах 10 - 414 шт. Число побегов с микростробилами варьировало от 4 до 45 шт. Обильным количеством микростробилов отличалась сосна кедровая сибирская из Коми.

3.2 Влияние географического происхождения семян на рост деревьев

В 2019 г. средняя высота деревьев сосны кедровой сибирской в центральных рядах составила 10,1±0,15 м, варьируя по вариантам опыта от

9,4±0,62 м (томское происхождение) до 10,6±0,18 м (потомство Коми) (таблица 3.2).

Таблица 3.2 – Высота сосны кедровой сибирской разного географического происхождения, м

Географическое происхождение	$X_{ср.}$	± m	± σ	V, %	P, %	$t_ф$ при t_{05} =2,00; t_{10} =1,70	
						$t_{ф1}$	$t_{ф2}$
Коми	10,6	0,18	0,68	6,4	1,7	-	2,17
Бирюсинское	10,0	0,21	1,02	10,3	2,1	2,17	-
Томское	9,4	0,62	1,51	16,1	6,6	1,86	0,92
Читинское	10,1	0,39	1,10	11,0	3,9	1,16	0,23
Среднее значение	10,1	0,15	1,07	10,6	1,5	2,13	0,39

Среднее значение диаметра ствола на высоте 1,3 м составило 21,7±0,64 см без достоверных различий между вариантами. Уровень изменчивости показателя отмечен от среднего до высокого в зависимости от географического происхождения потомств кедровых сосен. Наибольший коэффициент варьирования представлен у потомства читинского происхождения – 27,5 % (таблица 3.3).

Таблица 3.3 – Диаметр ствола сосны кедровой сибирской разного географического происхождения, см

Географическое происхождение	$X_{ср.}$	± m	± σ	V, %	P, %	$t_ф$ при t_{05} =2,00	
						$t_{ф1}$	$t_{ф2}$
1	2	3	4	5	6	7	8
Коми	22,0	0,78	2,93	13,3	3,6	0,11	0,44

Окончание таблицы 3.3

1	2	3	4	5	6	7	8
Бирюсинское	21,4	1,10	5,27	24,6	5,1	0,40	-
Томское	22,2	1,68	4,13	18,6	7,6	-	0,40
Читинское	21,6	2,10	5,93	27,5	9,7	0,22	0,08
Среднее значение	21,7	0,64	4,58	21,1	3,0	0,28	0,24

Диаметр кроны сосны кедровой сибирской разного географического происхождения в среднем был равен 4,9±0,17 м (таблица 3.4).

Таблица 3.4 – Диаметр кроны сосны кедровой сибирской разного географического происхождения, м

Географическое происхождение	$X_{ср.}$	± m	± σ	V, %	P, %	$t_ф$ при t_{05} =2,00, t_{10} =1,70	
						$t_{ф1}$	$t_{ф2}$
1	2	3	4	5	6	7	8
Коми	5,2	0,28	1,05	20,4	5,5	-	0,24
Бирюсинское	5,1	0,30	1,42	28,1	5,9	0,24	-
Томское	4,3	0,27	0,67	15,7	6,4	2,31	1,98
Читинское	4,9	0,41	1,15	23,6	8,4	0,60	0,39
Среднее значение	4,9	0,17	1,22	24,5	3,4	0,61	0,29

Наибольший диаметр кроны представлен у потомства из Коми и местного (бирюсинского) происхождения. Уровень изменчивости диаметра кроны - от среднего до высокого. Достоверно меньший показатель диаметра кроны отмечен у деревьев томского происхождения (4,3±0,27 м).

На рисунке 3.5 представлен объем кроны деревьев сосны кедровой сибирской.

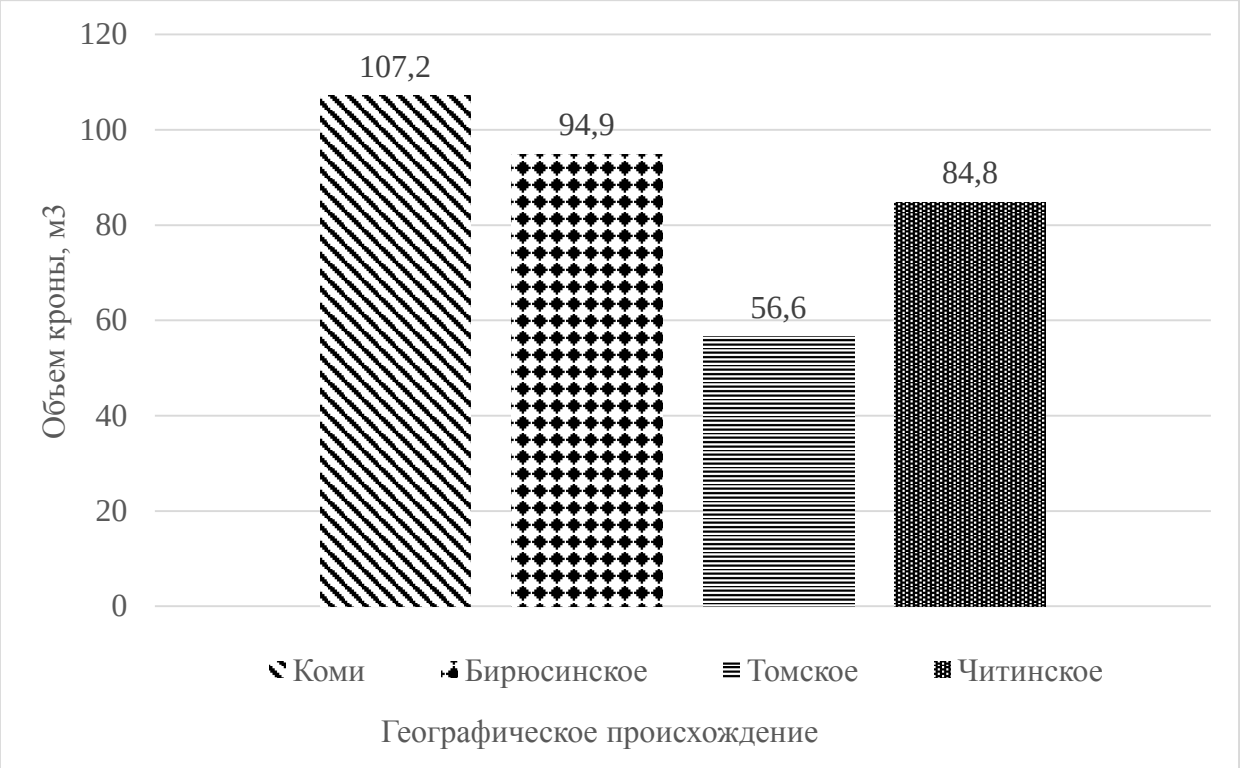


Рисунок 3.5 – Объем кроны сосны кедровой сибирской разного географического происхождения

Большим объемом кроны характеризуются деревья, выращенные из семян местного происхождения (бирюсинского) и собранных в Коми (94,9 и 107,2 м^3 соответственно).

Деревья сосны кедровой сибирской сформировали нижние боковые ветви средней длиной 2,0±0,08 м, диаметром 2,5±0,12 см. Угол прикрепления нижней боковой ветви к стволу в среднем варьировал от 71,8° до 82,4° (таблица 3.5).

Таблица 3.5 – Угол прикрепления ветвей к стволу сосны кедровой сибирской разного географического происхождения, град.

Географическое происхождение	$X_{ср.}$	± m	± σ	V, %	P, %	$t_ф$ при t_{05} =2,00, t_{10} =1,70	
						$t_{ф1}$	$t_{ф2}$
Коми	71,8	3,25	12,16	16,9	4,5	2,47	1,87
Бирюсинское	82,1	1,64	7,86	33,9	7,1	0,20	1,61
Томское	82,8	3,05	7,47	9,0	3,7	-	1,26
Читинское	77,0	4,64	13,14	17,1	6,0	1,04	0,31
Среднее значение	78,5	1,51	10,80	13,7	1,9	1,26	-

Максимальный угол прикрепления нижних ветвей к стволу был отмечен у деревьев томского потомства, минимальный – у сосны кедровой сибирской происхождения Коми ($t_ф > t_{табл.}$).

Среднее количество ветвей в мутовке в сравниваемых вариантах изменялось от 4,1 до 4,7 шт., в среднем составляя 4,3±0,07 шт. (таблица 3.6).

У всех потомств сосны кедровой сибирской наблюдается низкий уровень изменчивости по данному показателю. Деревья сосны кедровой сибирской томского происхождения характеризуются повышенным формированием ветвей в мутовках. Различия достоверны со средним значением показателя, а также с деревьями происхождений Коми и бирюсинским.

Таблица 3.6 – Среднее количество ветвей в мутовке сосны кедровой сибирской разного географического происхождения, шт.

Географическое происхождение	$X_{ср.}$	± m	± σ	V, %	P, %	$t_ф$ при t_{05} =2,00, t_{10} =1,70	
						$t_{ф1}$	$t_{ф3}$
Коми	4,1	0,13	0,47	11,7	3,1	2,43	1,35
Бирюсинское	4,3	0,10	0,47	10,9	2,3	1,72	0
Томское	4,7	0,21	0,52	11,1	4,5	-	1,81
Читинское	4,5	0,19	0,53	11,9	4,2	0,71	0,99
Среднее значение	4,3	0,07	0,51	11,8	1,7	1,81	-

Средний годичный прирост бокового побега за последние 10 лет для сосны кедровой сибирской в нижней части живой кроны составляет 14,7±0,18 см без достоверных различий между сравниваемыми вариантами (таблица 3.7).

Таблица 3.7 – Средний прирост бокового побега за 10-летний период у сосны кедровой сибирской разного географического происхождения, см

Географическое происхождение	$X_{ср.}$	± m	± σ	V, %	P, %	$t_ф$ при t_{05} =2,00	
						$t_{ф1}$	$t_{ф2}$
Коми	13,7	1,08	4,04	29,5	7,9	1,16	0,91
Бирюсинское	15,3	0,85	4,07	26,6	5,5	-	0,69
Томское	15,0	1,60	3,93	26,2	10,6	0,17	0,19
Читинское	14,8	1,41	3,99	27,0	9,5	0,30	0,07
Среднее значение	14,7	0,18	4,08	27,7	1,2	0,69	-

Средний прирост годичного бокового побега с 2010 по 2019 годы варьировал от 13,7 до 15,3 см. Уровень изменчивости данного показателя характеризуется как высокий.

У деревьев разного географического происхождения длина однолетней хвои на побеге 2019 года варьировала от 9,7 см (томское) до 10,1 см (бирюсинское, Коми) при среднем значении 10±0,14 см. Различия между вариантами по данному показателю не подтверждаются математической обработкой (таблица 3.8).

Таблица 3.8 – Длина хвои сосны кедровой сибирской разного географического происхождения, см

Географическое происхождение	$X_{ср.}$	± m	± σ	V, %	P, %	$t_ф$ при t_{05} =2,00	
						$t_{ф1}$	$t_{ф2}$
Коми	10,1	0,36	1,33	13,2	3,5	-	0,26
Бирюсинское	10,1	0,16	0,78	7,8	1,6	0	0,47
Томское	9,7	0,43	1,06	10,9	4,4	0,71	0,66
Читинское	10,0	0,34	0,95	9,5	3,3	0,20	0
Среднее значение	10,0	0,14	0,99	9,9	1,4	0,26	-

Средняя продолжительность жизни хвои потомств сосны кедровой сибирской равна 4,2±0,15 лет. В зависимости от географического происхождения этот показатель меняется от 4,0 до 4,7 лет без достоверных различий между сравниваемыми потомствами. Данные значения в зависимости отражены в таблице 3.9.

Таблица 3.9 – Продолжительность жизни хвои сосны кедровой сибирской разного географического происхождения, лет

Географическое происхождение	$X_{ср.}$	± m	± σ	V, %	P, %	$t_ф$ при t_{05} =2,00	
						$t_{ф1}$	$t_{ф2}$
Коми	4,1	0,35	1,29	31,2	8,3	1,10	0,26
Бирюсинское	4,3	0,18	0,86	20,3	4,3	0,88	0,43
Томское	4,7	0,42	1,03	22,1	9,0	-	1,12
Читинское	4,0	0,46	1,31	32,7	11,6	1,12	0,41
Среднее значение	4,2	0,15	1,07	25,2	3,5	1,12	-

Наибольший уровень изменчивости продолжительности жизни хвои отмечен у читинского потомства сосны кедровой сибирской (V=32,7 %).

3.3 Отселектированные экземпляры по интенсивности роста и семеношению

В групповых посадках дендрария были отселектированы деревья сосны кедровой сибирской по показателям роста (таблица 3.10).

Таблица 3.10 - Отселектированные деревья сосны кедровой сибирской, отличающиеся наибольшей высотой

Географическое происхождение	Номер дерева	Высота	
		м	% к $X_{ср}$
1	2	3	4
Коми	6-1	11,6	109,4

Окончание таблицы 3.10

1	2	3	4
Коми	6-10	11,2	105,6
	6-13	11,4	107,5
Среднее значение по варианту		10,6	100,0
Бирюсинское	30-10	11,4	114,0
	30-26	11,4	114,0
	33-3	11,3	113,0
Среднее значение по варианту		10,0	100,0
Томское	34-1	11,1	118,1
	34-2	10,4	110,6
Среднее значение по варианту		9,4	100,0
Читинское	36-7	11,4	112,9
	36-14	11,2	110,9
Среднее значение по варианту		10,1	100,0

Высота отселектированных деревьев превышает средние значения по происхождениям на 10,9-18,1 %.

Деревья, отобранные по диаметру ствола на высоте груди (1,3 м), превосходили средние значения по секциям на 12,3-52,8 % (таблица 3.11).

Ряд экземпляров отличается превышением по комплексу показателей. Это такие деревья как 6-13 (Коми), 34-1, 34-2 (томское).

Таблица 3.11 – Отселектированные деревья сосны кедровой сибирской по диаметру ствола

Географическое происхождение	Номер дерева	Диаметр ствола	
		см	% к $X_{ср}$
Коми	6-5	25,3	115,0
	6-13	27,0	122,7
	6-15	26,2	119,1
Среднее значение по варианту		22,0	100,0
Бирюсинское	30-1	27,7	129,4
	30-6	26,6	124,3
	30-20	32,7	152,8
	33-5	27,5	128,5
	35-5	32,7	152,8
Среднее значение по варианту		21,4	100,0
Томское	34-1	24,6	121,2
	34-2	22,8	112,3
	34-15	27,5	135,5
Среднее значение по варианту		20,3	100,0
Читинское	36-29	32,7	151,4
Среднее значение по варианту		21,6	100,0

Отмечены деревья сосны кедровой сибирской, имеющие наибольший диаметр кроны (таблица 3.12). Такие экземпляры превышали по диаметру кроны средние значения по вариантам на 11,6-62,7 %.

Таблица 3.12 – Отселектированные деревья по диаметру кроны

Географическое происхождение	Номер дерева	Диаметр кроны	
		м	% к $X_{ср}$
Коми	6-3	6,5	125,0
	6-4	7,1	136,5
	6-5	6,4	123,1
	6-11	6,5	125,0
Среднее значение по варианту		5,2	100,0
Бирюсинское	30-1	6,3	123,5
	30-5	6,5	127,5
	30-20	8,3	162,7
	30-22	7,1	139,2
	33-4	7,1	139,2
	35-5	8,3	162,7
Среднее значение по варианту		5,1	100,0
Томское	34-1	4,9	114,0
	34-2	4,8	111,6
Среднее значение по варианту		4,3	100,0
Читинское	36-29	6,6	134,7
	36-32	6,5	132,7
Среднее значение по варианту		4,9	100,0

Были отобраны экземпляры сосны кедровой сибирской, характеризующиеся лучшей урожайностью. Число шишек у отселектированных деревьев превышало средние значения по происхождениям на 13,4-140 %, составляя 9-28 шишек на дерево (таблица 3.13).

Таблица 3.13 - Отселектированные деревья по образованию шишек деревьев сосны кедровой сибирской

Географическое происхождение	Номер дерева	Количество шишек на дереве		Количество побегов с шишками	
		шт.	% к $X_{ср}$	шт.	% к $X_{ср}$
Коми	6-5	25	128,9	17	158,9
	6-10	28	113,4	14	130,8
Среднее значение		19,4	100,0	10,7	100,0
Бирюсинское	35-2	12	160,0	6	136,4
	35-3	18	240,0	12	272,7
	33-2	9	120,0	6	136,4
Среднее значение		7,5	100,0	4,4	100,0
Томское	34-32	19	175,70	13	185,7
Среднее значение		11,1	100,0	7,0	100,0
Читинское	36-19	14	200,0	7	162,8
	36-28	10	150,0	7	162,8
Среднее значение		7,0	100,0	4,3	100,0

Дерево 34-44 томского происхождения развивается по мужскому типу, формируя наибольшее количество пыльцы (343,5 % в сравнении со средним значением в варианте) без образования шишек (таблица 3.14).

Таблица 3.14 – Отселектированные деревья по образованию шишек и микростробилов за 2013-2015 гг.

Географическое происхождение	Номер дерева	Количество шишек на дереве		Количество микростробилов	
		шт.	% к $X_{ср}$	шт.	% к $X_{ср}$
Бирюсинское	30-26	57	323,9	117	13,4
	30-3	43	244,3	1463	168,2
	30-25	35	198,9	646	74,2
	30-22	33	187,5	546	62,8
	30-37	30	170,4	2713	311,8
	30-1	27	153,4	989	113,7
	30-36	20	113,6	1850	212,6
Томское	35-4	37	255,2	400	152,7
	34-5	27	186,2	119	45,4
	34-1	25	172,4	518	197,7
	34-42	12	82,8	750	286,2
	34-44	0	0	900	343,5

Были отобраны экземпляры, отличающиеся коротким межурожайным периодом (таблица 3.15).

Таблица 3.15 – Отселектированные деревья сосны кедровой сибирской по короткому межурожайному периоду

Географическое происхождение	Номер дерева	Год наблюдений				
		2013	2014	2015	2019	2020
1	2	3	4	5	6	7
Количество шишек на дереве, шт.						
Коми	6-10	30	15	2	28	7

Окончание таблицы 3.15

1	2	3	4	5	6	7
Коми	6-11	5	9	2	36	3
Бирюсинское	35-2	2	10	8	12	17
Читинское	36-1	1	30	2	6	11

3.4 Выводы

1. В условиях групповых посадок дендрария в пригородной зоне г. Красноярска потомства сосны кедровой сибирской местного (бирюсинского), читинского и из Коми отличаются хорошим ростом в высоту. Отстают по высоте деревья томского происхождения.

2. Потомство местного (бирюсинского) происхождения отличается наибольшим текущим приростом боковых ветвей в длину. У деревьев томского происхождения отмечено преобладание по количеству ветвей в мутовке и продолжительности жизни хвои.

3. Средняя удельная энергия семеношения и количество формируемых шишек в 2019-2020 гг. преобладали у потомств из Томской области и Коми.

4. Выделены экземпляры, отличающиеся коротким межурожайным периодом, интенсивным образованием шишек и микростробилов.

4 ОСОБЕННОСТИ РЕПРОДУКТИВНОГО РАЗВИТИЯ И РОСТА КЕДРОВЫХ СОСЕН НА ПЛАНТАЦИИ «МЕТЕОСТАНЦИЯ»

4.1 Географическая изменчивость показателей репродуктивного развития

Количество семеносящих побегов в 55-летнем возрасте на дереве варьировало от 1 до 63 шт., в среднем составило 15,1±0,90 шт. При подсчете данного показателя у деревьев в зависимости от района произрастания материнских популяций установлено, что потомство алтайского происхождения формирует в среднем наибольшее число побегов с шишками (таблица 4.1, приложение Г).

Таблица 4.1 - Количество побегов с шишками на дереве, шт.

Географическое происхождение	$X_{ср.}$	± m	± σ	V, %	P, %	$t_{ф\ при}$ $t_{05\ =1,99}$	Уровень изменчивости
Алтайское	17,4	1,56	14,2	81,6	8,9	-	очень высокий
Лениногорское	14,6	1,45	9,37	64,2	9,9	1,31	очень высокий
Ярцевское	11,3	0,96	6,65	58,8	8,5	3,33	очень высокий
Среднее значение	15,1	0,90	11,70	77,6	6,0	1,28	очень высокий

Показатель числа семеносящих побегов отличается очень высоким уровнем изменчивости. Наибольший коэффициент варьирования представлен в варианте алтайского происхождения – 81,6 %. При подсчете числа шишек в пучке выявлено, что в 56-летнем возрасте среднее значение данного показателя в сравниваемых вариантах находится в пределах 1,8-1,9 шт. (таблица 4.2).

Таблица 4.2 – Число шишек в пучке, шт.

Географическое происхождение	$X_{ср.}$	± m	± σ	V, %	P, %	$t_{ф\ при}\ t_{05}$ =1,99	Уровень изменчивости
Алтайское	1,9	0,04	0,36	19,3	2,1	-	средний
Лениногорское	1,8	0,07	0,43	24,3	3,7	1,24	высокий
Ярцевское	1,8	0,06	0,30	16,5	3,4	1,39	средний
Среднее значение	1,8	0,03	0,37	19,9	1,5	2,00	средний

Максимальное количество шишек в пучке достигало 4 шт. (приложение Г). Уровень изменчивости данного показателя в зависимости от географического происхождения от среднего до высокого.

На рисунке 4.1 представлена сосна кедровая сибирская с максимальным количеством шишек в пучке.

Рисунок 4.1 – Сосна кедровая сибирская № 1-25 лениногорского происхождения

При определении числа побегов с микростробилами выявлено наибольшее их количество у деревьев ярцевского происхождения - 23,1± 1,71 шт. в среднем при варьировании от 9 до 51 шт. в потомстве (приложение Г). Максимальный коэффициент варьирования (66,3 %) был у деревьев алтайского происхождения, при среднем количестве побегов 14,5±1,19 шт. на дереве (таблица 4.3).

Таблица 4.3 – Количество побегов с микростробилами, шт.

Географическое происхождение	$X_{ср.}$	±m	±σ	V, %	P, %	$t_{ф\ при}$ $t_{05\ =1,99}$	Уровень изменчивости
Алтайское	14,5	1,19	9,60	66,3	8,2	4,13	очень высокий
Лениногорское	20,9	2,17	12,08	57,9	10,4	0,80	очень высокий
Ярцевское	23,1	1,71	11,85	51,2	7,4	-	очень высокий
Среднее значение	17,5	1,07	11,16	63,7	6,1	2,78	очень высокий

Из таблицы 4.3 видно, что количество побегов ярцевского происхождения достоверно отличается от данного показателя в варианте алтайского происхождения ($t_ф > t_{05}$). Отмечен очень высокий уровень изменчивости показателя числа побегов с мужским цветением в зависимости от географического происхождения.

На рисунке 4.2 представлена сосна кедровая сибирская (№ 1-31) лениногорского происхождения с микростробилами.

Количество мужских соцветий на побеге варьировало от 10,3 до 11,5 шт. в среднем на дереве. В зависимости от географического происхождения потомств сосны кедровой сибирской отмечен высокий и очень высокий уровень изменчивости данного показателя (таблица 4.4). Наибольший коэффициент варьирования представлен в варианте лениногорского происхождения – 54,2 %, где количество мужских соцветий на побеге изменялось от 3 до 28 шт. на дерево (приложение Г).

Наибольшее количество мужских соцветий было отмечено на деревьях лениногорского потомства (в среднем 323,7 шт., при максимальном 1456 шт. на дереве).

Рисунок 4.2 – Сосна кедровая сибирская, образовавшая микростробилы на дереве № 1-31 лениногорского происхождения

Таблица 4.4 – Среднее количество мужских соцветий на побеге, шт.

Географическое происхождение	$X_{ср.}$	±m	±σ	V, %	P, %	$t_ф$ при t_{05} =1,99	Уровень изменчивости
Алтайское	10,9	0,61	4,93	45,1	5,6	0,47	очень высокий
Лениногорское	11,5	1,13	6,27	54,2	9,7	-	очень высокий
Ярцевское	10,3	0,65	3,10	30,2	6,3	0,92	высокий
Среднее значение	10,9	0,46	4,98	45,6	4,2	0,49	очень высокий

Максимальное количество мужских соцветий достигало 1680 шт. у деревьев алтайского потомства, в среднем составляя 208,9 шт. (рис. 4.3, приложение Г).

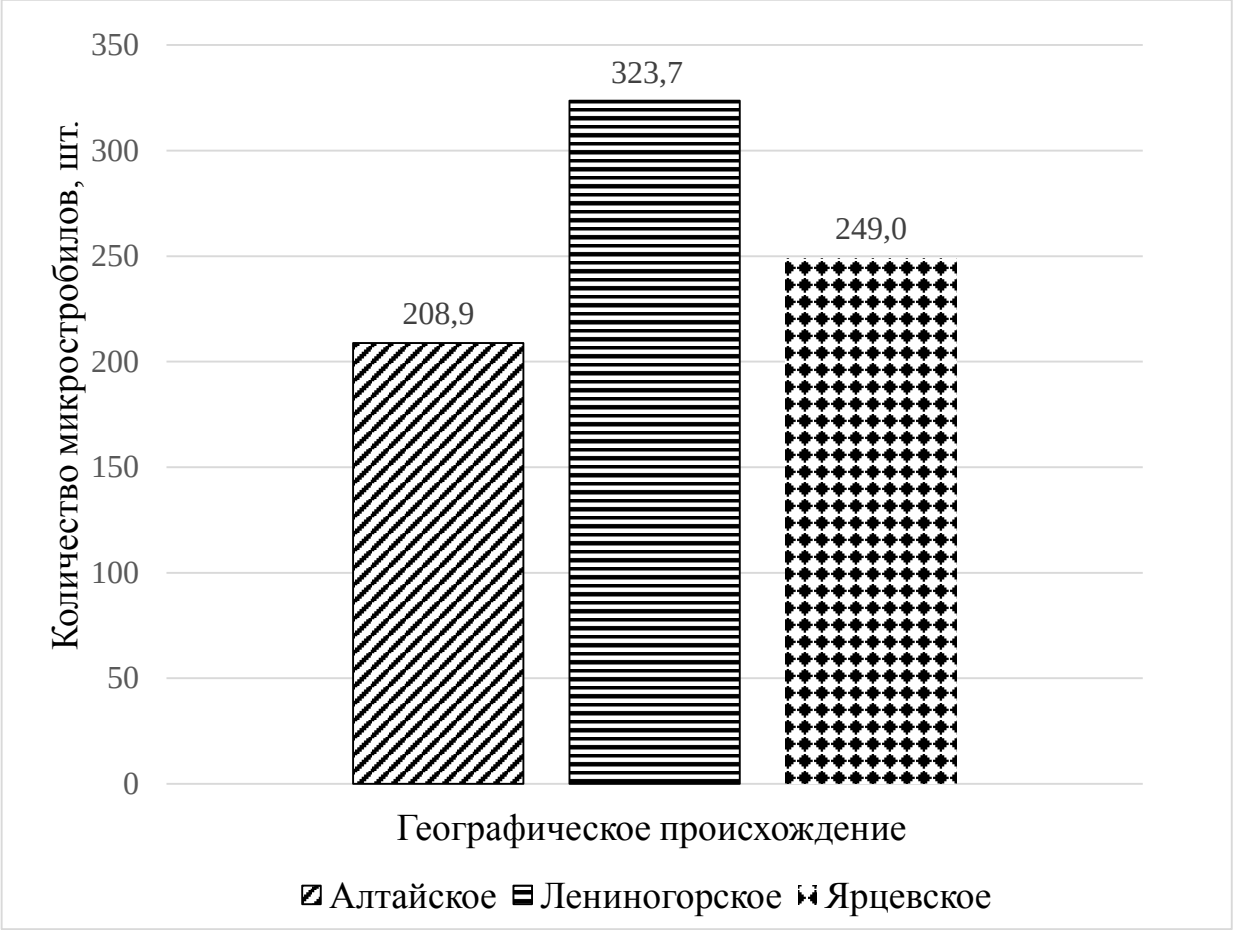


Рисунок 4.3 - Количество мужских соцветий на дереве, шт.

Количество шишек на деревьях в среднем составило 29,7 шт. По семенной продуктивности в зависимости от района произрастания материнских популяций, выделяется сосна кедровая сибирская алтайского происхождения. Меньшее количество семеносящих деревьев отмечено у ярцевского потомства. Наибольшей урожайностью (34,8 и 29,6 шт. на дерево) отличались деревья сосны кедровой сибирской алтайского и лениногорского потомства. Наименьшее количество шишек было у сосны кедровой сибиркой ярцевского происхождения (20,8±2,05 шт. на дерево) (таблица 4.5).

Таблица 4.5 – Количество шишек на дереве, шт.

Географическое происхождение	$X_{ср.}$	±m	±σ	V, %	P, %	$t_{ф\ при}$ $t_{05\ =1,99}$	Уровень изменчивости
Алтайское	34,8	3,43	30,86	88,6	9,8	-	очень высокий
Лениногорское	29,6	2,88	15,78	53,3	9,7	2,33	очень высокий
Ярцевское	20,8	2,05	14,02	67,3	9,8	3,58	очень высокий
Среднее значение	29,7	1,99	25,02	84,2	6,7	1,29	очень высокий

По данным, приведенным в таблице 4.5, можно отметить, что по семенной продуктивности деревьев наблюдается очень высокий уровень изменчивости в зависимости от географического происхождения потомств. Наибольший коэффициент варьирования представлен в варианте алтайского происхождения – 88,6 %, где количество шишек варьировало от 1 до 160 шт. на дереве (приложение Г).

Сосна кедровая сибирская алтайского происхождения (№ 3-24), образовавшая большое количество шишек на дереве, представлена на рисунке 4.4.

В 56-летнем возрасте количество шишек на деревьях варьировало от 1 до 48 шт., в среднем составляя 6,0 шт. (приложение Г). Наименьшее количество шишек на дереве отмечено у потомства ярцевского происхождения (5,8 шт.). Наибольшей урожайностью в данном возрасте отличались деревья сосны кедровой сибирской лениногорского потомства (6,9 шт. на дерево).

Была сопоставлена удельная энергия семеношения 55-летних деревьев сосны кедровой сибирской, равная от 0,03 до 4,91 шишек/см. В среднем данный показатель составляет 0,97 шишек/см, варьируя от 0,65 до 1,36 шт./см в зависимости от географического происхождения деревьев (рисунок 4.6.

Рисунок 4.6 – Сосна кедровая сибирская алтайского происхождения, дерево № 3-24 с шишками

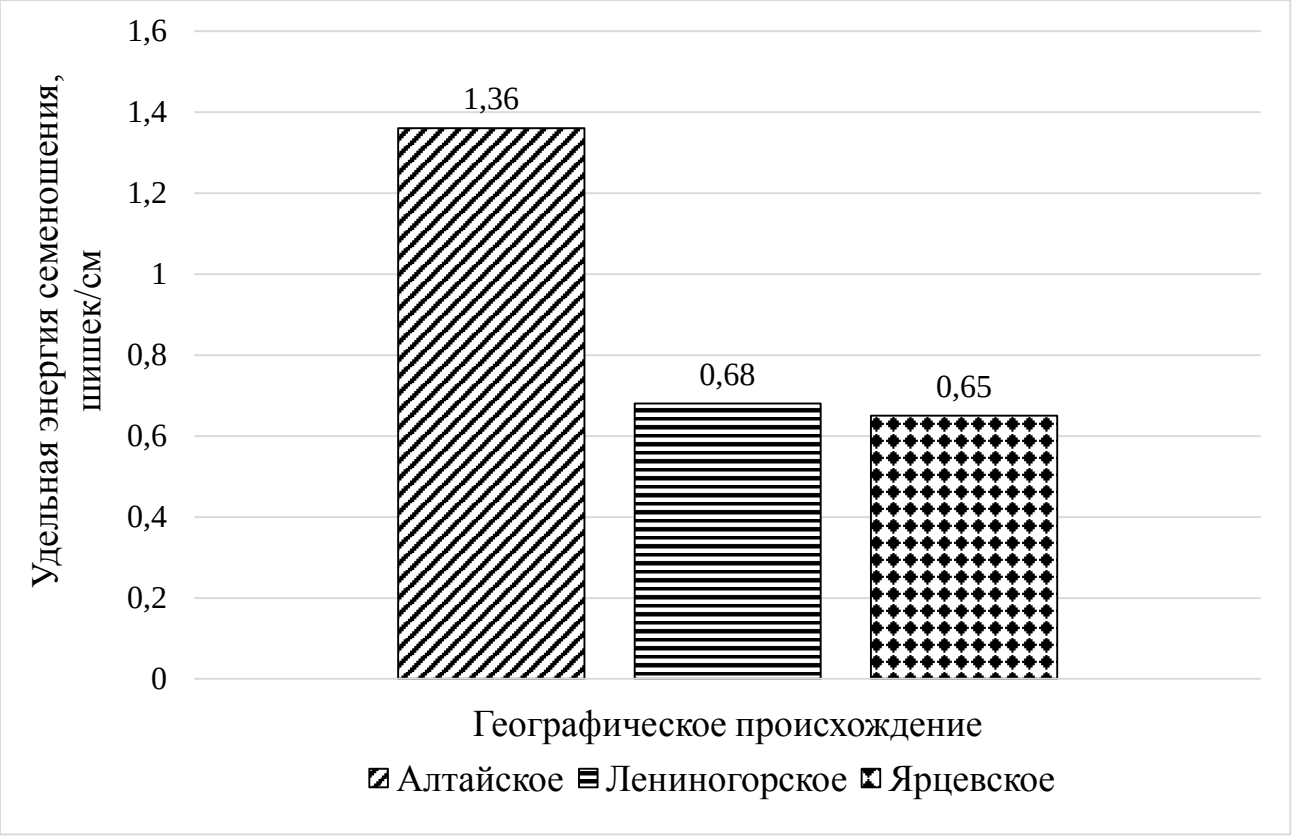


Рисунок 4.7 – Средняя удельная энергия семеношения сосны кедровой сибирской разного географического происхождения

4.2 Географическая изменчивость показателей роста

Для выявления влияния географического происхождения материнских насаждений на рост их семенных потомств в пригородной зоне Красноярска были сопоставлены показатели роста 54-56-летних деревьев сосны кедровой сибирской из алтайской, лениногорской и ярцевской популяций, произрастающих на плантации «Метеостанция» Учебно-опытного лесхоза СибГУ им. М.Ф. Решетнева.

Установлено, что средняя высота сосны кедровой сибирской в 54-летнем возрасте составила 13,8±0,21 м, варьируя по вариантам от 12,4±0,37 м (лениногорское происхождение) до 14,6±0,18 м (потомство алтайской популяции) (таблица 4.6).

Таблица 4.6 – Высота сосны кедровой сибирской разного географического происхождения, м

Географическое происхождение	$X_{ср.}$	±m	±σ	V, %	P, %	$t_ф$ при t_{05}= 2,02	Уровень изменчивости
1	2	3	4	5	6	7	8
54 года							
Алтайское	14,6	0,18	0,80	5,5	1,2	-	низкий
Лениногорское	12,4	0,37	1,16	9,4	3,0	5,35	низкий
Ярцевское	13,7	0,34	1,07	7,9	2,5	2,34	низкий
Среднее значение	13,8	0,21	1,32	9,6	1,5	2,89	низкий
55 лет							
Алтайское	14,8	0,18	0,80	5,4	1,2	-	низкий
Лениногорское	12,6	0,37	1,17	9,4	3,0	5,35	низкий
Ярцевское	13,9	0,36	1,14	8,2	2,6	2,24	низкий
Среднее значение	14,0	0,21	1,35	9,6	1,5	2,89	низкий
56 лет							
Алтайское	15,1	0,16	0,75	5,0	1,1	-	низкий
Лениногорское	12,9	0,23	0,99	7,7	1,8	7,85	низкий
Ярцевское	14,1	0,36	1,15	8,1	2,6	2,54	низкий
Среднее значение	14,1	0,19	1,34	9,5	1,3	4,03	низкий

Наибольшая высота отмечена у деревьев алтайского происхождения, которая варьирует от 14,6±0,18 до 15,1±0,16 м (54-56-летний возраст). Уровень изменчивости данного показателя низкий.

При установлении закономерностей роста кедровых сосен на плантациях Караульного лесничества были использованы данные за 33-42-

летний период, приведенные в монографии Н.П. Братиловой и А.В. Калинина [10], а также результаты наших исследований. Рост сосны кедровой сибирской в высоту в возрасте от 33 до 56 лет включительно в зависимости от географического происхождения аппроксимируется уравнениями:

$$Уалт = 10{,}748\text{-}0{,}491X + 0{,}0103X^2,\ R^2 = 0{,}834 \quad (4.1)$$

$$Улен = -\ 20{,}1035 + 0{,}555X + 6682{,}874/X^2,\ R^2 = 0{,}814 \quad (4.2)$$

$$Уярц = -\ 36{,}216 + 0{,}825X + 14244{,}902/X^2,\ R^2 = 0{,}729 \quad (4.3)$$

где Уалт – высота алтайского потомства, м,

Улен – высота лениногорского потомства, м,

Уярц – высота ярцевского потомства, м,

X – возраст, лет (в диапазоне 33-56 лет)

Средний диаметр ствола сосны кедровой сибирской был равен в 54-летнем возрасте 29,2±0,83 см, в 56-летнем – 31,7 см. Различия данного параметра в зависимости от регионального происхождения отражены в таблице 4.7.

Таблица 4.7 – Диаметр ствола сосны кедровой сибирской разного географического происхождения, см

Географическое происхождение	$X_{ср.}$	±m	±σ	V, %	P, %	$t_ф$ при t_{05}= 2,02	Уровень изменчивости
1	2	3	4	5	6	7	8
54 года							
Алтайское	31,1	0,93	4,16	13,4	3,0	-	средний
Лениногорское	25,2	1,46	4,62	18,3	5,8	3,41	средний
Ярцевское	29,6	1,91	6,04	20,4	6,4	0,71	средний
Среднее значение	29,2	0,83	5,27	18,0	2,8	1,52	средний

Окончание таблицы 4.7

1	2	3	4	5	6	7	8
55 лет							
Алтайское	32,5	0,95	4,23	13,0	2,9	-	средний
Лениногорское	26,6	1,38	4,35	16,4	5,2	3,52	средний
Ярцевское	30,8	1,92	6,08	19,7	6,2	0,79	средний
Среднее значение	30,6	0,83	5,25	17,2	2,7	1,51	средний
56 лет							
Алтайское	33,7	0,89	4,07	12,1	2,6	-	средний
Лениногорское	28,9	1,24	5,25	18,2	4,3	3,14	средний
Ярцевское	32,5	0,83	5,79	17,8	5,6	0,99	средний
Среднее значение	31,7	0,75	5,28	16,7	2,4	1,72	средний

Уровень внутривидовой изменчивости по диаметру ствола средний. Наибольший диаметр ствола за данный период был у сосны кедровой сибирской алтайского происхождения.

Распределение по абсолютным значениям диаметра ствола у деревьев сосны кедровой сибирской разного географического происхождения соответствует закону нормального распределения.

Рост по диаметру ствола сосны кедровой сибирской разного географического происхождения в диапазоне 33-56 лет можно описать функциями:

$$Уалт = - 55{,}5033 + 1{,}477X + 20390{,}287/X^2,\ R^2 = 0{,}772\ , \quad (4.4)$$

$$Улен = 1/(0{,}1649 – 0{,}0023X),\ R^2 = 0{,}637 \quad (4.5)$$

$$Уярц = - 72{,}0097 + 1{,}7201X + 25305{,}36/X^2,\ R^2 = 0{,}759 \quad (4.6)$$

где Уалт – диаметр ствола алтайского потомства на высоте 1,3 м, см,

Улен – диаметр ствола лениногорского потомства на высоте 1,3 м, см,

Уярц – диаметр ствола ярцевского потомства на высоте 1,3 м, см,

Х – возраст, лет (в диапазоне 33-55 лет)

В таблице 4.8 представлены данные о распределении деревьев сосны кедровой сибирской из разных мест произрастания по диаметру ствола при выращивании в плантационных культурах пригородной зоны г. Красноярска. У деревьев алтайского происхождения преобладают диаметры ствола в интервале 32,1-38,0 см.

Таблица 4.8 – Распределение деревьев по диаметру ствола

Границы классов по диаметру ствола, см	Доля деревьев по вариантам опыта, %		
	алтайское	лениногорское	ярцевское
1	2	3	4
20,1-26,0	4,8	38,9	10,0
26,1-32,0	23,8	33,3	30,0
32,1-38,0	47,6	27,8	40,0
38,1-44,0	23,8	-	20,0

Сравнение распределения потомств деревьев из Алтая с другими районами показывает, что они отличаются наибольшим количеством с максимальным диаметром ствола (рис. 4.8).

Деревья алтайского происхождения отличаются представленностью крупномерных деревьев. При диаметрах ствола от 20,1 до 26,0 см доля деревьев составляет 4,8 %, от 26,1 до 32,0 см – 23,8 %, а от 32,1-38,0 см – 47,6 %, в интервале 38,1-44,0 см – 23,8 %.

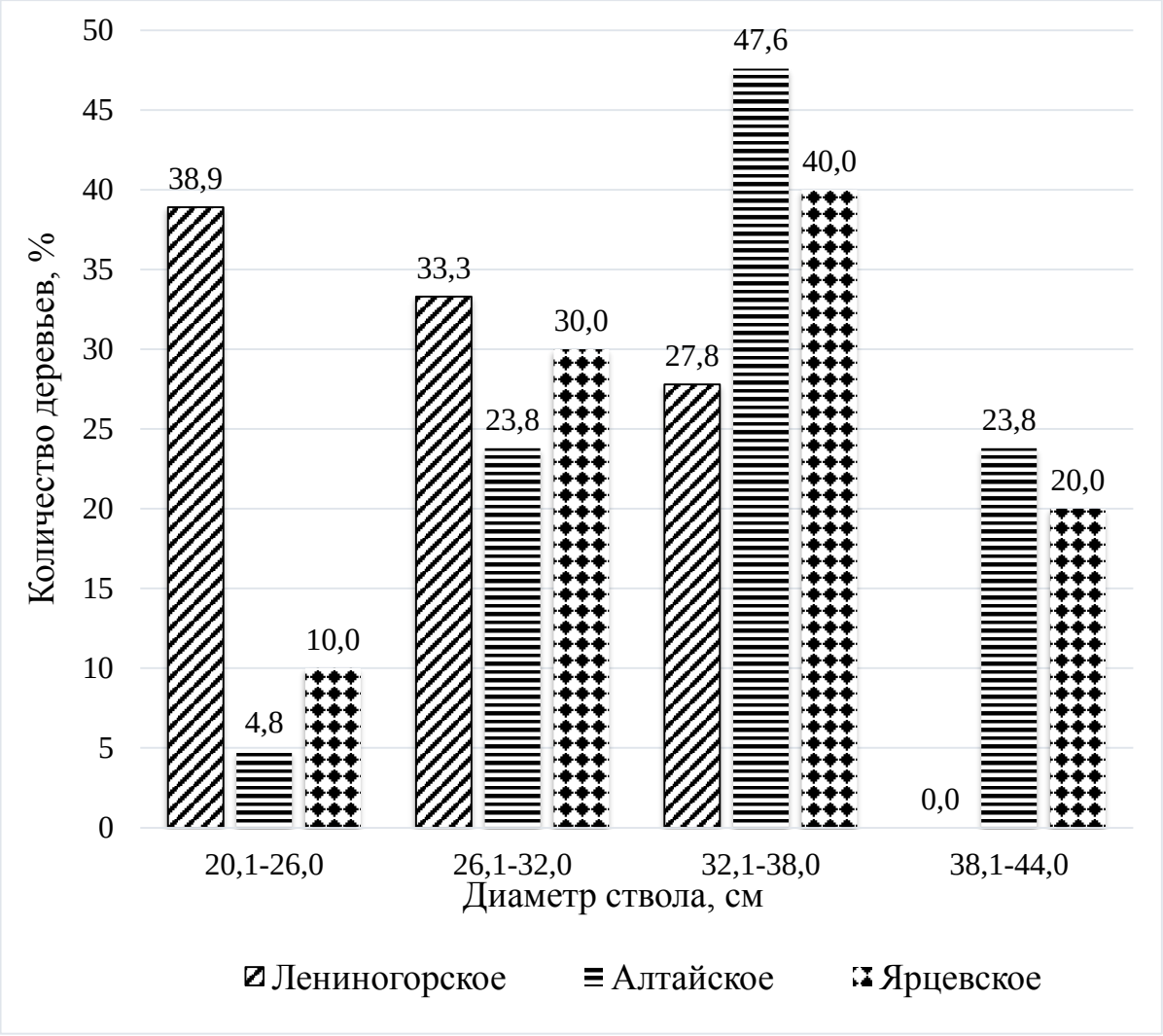


Рисунок 4.8 – Гистограмма ряда распределения по диаметру ствола

Сосна кедровая сибирская лениногорского происхождения имеет большое количество деревьев (38,9 %) с диаметром ствола в интервале 20-26 см, доля деревьев с диаметром 26,1-32,0 см составляет 33,3 %, интервале 32,1-38,0 см – 27,8 %.

Диаметр ствола у деревьев ярцевского происхождения составил всего 10 % при интервале 20-26 см, при диаметре ствола 26,1-32,0 см этот процент составил 30, а при интервале от 32-38 см доля деревьев составляет 40 %. А 20 % при интервале 38,1-44,0 см.

Средний диаметр кроны деревьев в 56-летнем возрасте составил 6,9±0,20 м (таблица 4.9).

Таблица 4.9 – Диаметр кроны сосны кедровой сибирской, м

Географическое происхождение	$X_{ср.}$	± m	± σ	V, %	P, %	$t_ф$ при t_{05} = 2,02	Уровень изменчивости
54 года							
Алтайское	7,5	0,21	0,92	12,3	2,7	-	низкий
Лениногорское	6,5	0,27	0,87	13,3	4,2	2,92	средний
Ярцевское	5,4	0,42	1,32	24,8	7,8	4,47	высокий
Среднее значение	6,7	0,21	1,35	20,0	3,2	2,69	средний
56 лет							
Алтайское	7,7	0,20	0,92	11,8	2,6	-	низкий
Лениногорское	6,7	0,28	1,19	17,7	4,2	2,91	средний
Ярцевское	5,5	0,46	1,47	26,8	8,5	4,39	высокий
Среднее значение	6,9	0,20	1,41	20,5	2,9	2,83	средний

Следует отметить, что наибольшим диаметром кроны характеризуются деревья алтайского происхождения. Их средний диаметр кроны в 56 лет составил 7,7±0,20 м. Средний диаметр кроны потомства лениногорского происхождения изменялся от 6,5±0,27 м в 54-летнем возрасте до 6,7±0,28 м (56 лет). Потомство ярцевской популяции имело крону наименьшего диаметра среди сравниваемых вариантов. Уровень внутривидовой изменчивости по диаметру кроны - от низкого до высокого (таблица 4.9).

Очищенность ствола от сучьев у деревьев в сравниваемых вариантах колеблется в небольших пределах. Протяженность бессучковой зоны в среднем составляет 1,2±0,06 м. (таблица 4.10).

Таблица 4.10 – Протяженность кроны сосны кедровой сибирской в 56-летнем возрасте, м

Географическое происхождение	$X_{ср.}$	± m	± σ	V, %	P, %	$t_ф$ при t_{05} = 2,02	Уровень изменчивости
Алтайское	14,0	0,18	0,82	5,9	1,3	-	низкий
Лениногорское	11,4	0,35	1,48	13,0	3,1	6,61	средний
Ярцевское	13,0	0,36	1,14	8,8	2,8	2,48	низкий
Среднее значение	12,8	0,23	1,65	12,8	1,8	4,11	низкий

В 56-летнем возрасте средняя протяженность живой кроны составила 12,8 ± 0,23 м. Данный показатель изменялся от 11,4 м у сосны кедровой сибирской лениногорского происхождения до 14,0 м у потомства из Алтая. Выявлен высокий и очень высокий (у потомства лениногорской популяции) уровень изменчивости протяженности бессучковой зоны, низкий и средний – по протяженности живой кроны.

Наибольший объем кроны отмечен у деревьев алтайского происхождения – 329,5 $м^3$ (рисунок 4.9).

Средняя длина годичного прироста бокового побега у сосны кедровой сибирской в нижней мутовке за последние 10 лет в среднем составила 15,1 см без достоверных различий между сравниваемыми вариантами. Уровень изменчивости высокий (таблица 4.11).

У 56-летних деревьев сосны кедровой сибирской было сформировано в среднем 25,9 ± 0,47 шт. мутовок с охвоенными боковыми побегами.

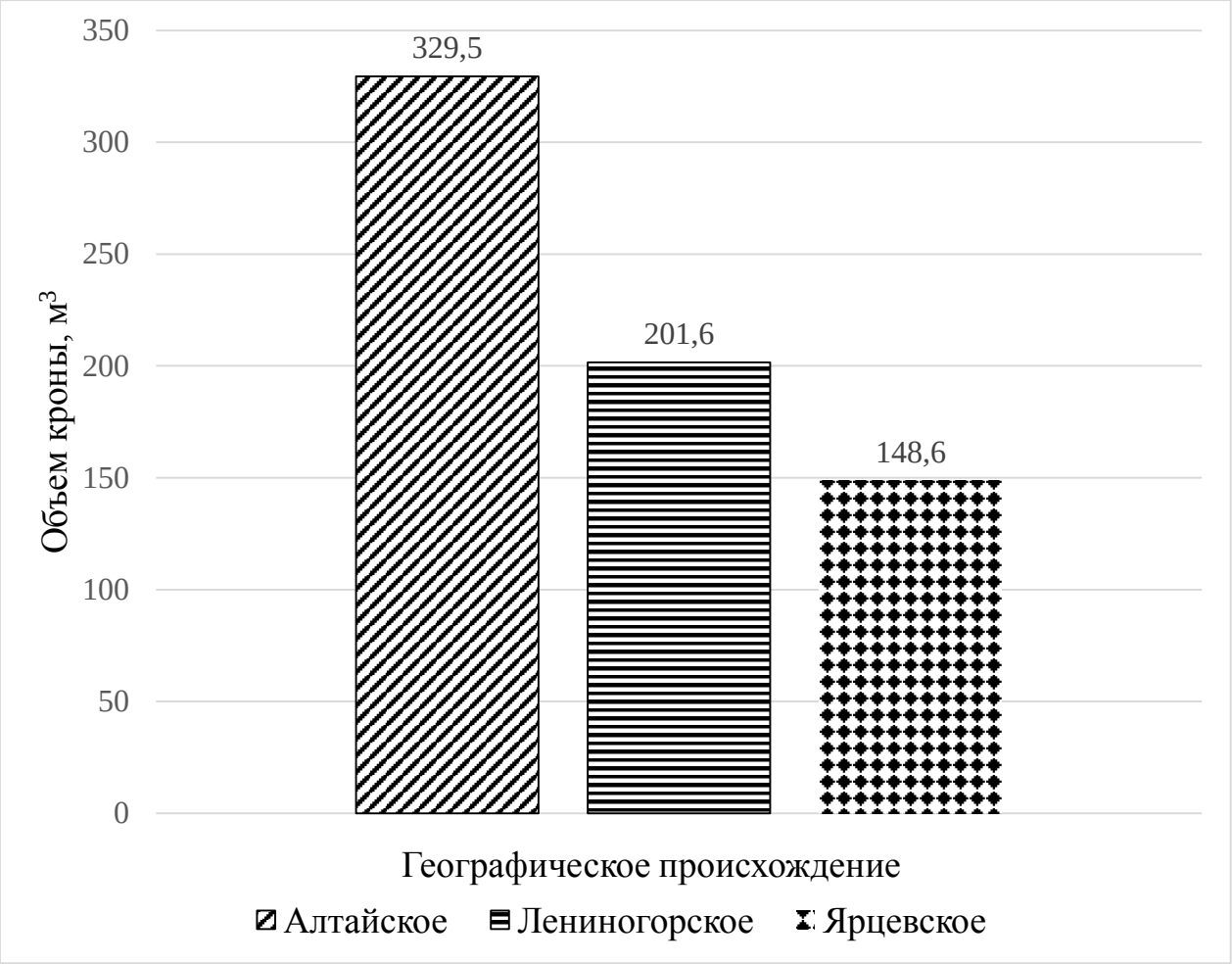


Рисунок 4.9 – Объем кроны сосны кедровой сибирской разного географического происхождения

Таблица 4.11 – Средние годичные приросты бокового побега в длину за десятилетний период, см

Географическое происхождение	$X_{ср.}$	± m	± σ	V, %	P, %	$t_ф$ при t_{05} = 2,02	Уровень изменчивости
Алтайское	15,0	0,22	3,25	21,7	1,5	1,01	высокий
Лениногорское	15,2	0,30	4,05	26,7	2,0	0,45	высокий
Ярцевское	15,4	0,33	3,30	21,4	2,1	-	высокий
Среднее значение	15,1	0,16	3,57	23,6	1,1	0,82	высокий

Количество мутовок варьировало от 24,7±0,67 шт. у деревьев алтайской популяции до 27,8±1,03 шт. ярцевской. Уровень изменчивости данного показателя низкий (таблица 4.12).

Таблица 4.12 – Число мутовок с охвоенными побегами у сосны кедровой сибирской разного происхождения, шт.

Географическое происхождение	$X_{ср.}$	± m	± σ	V, %	P, %	$t_ф$ при t_{05} = 2,02	Уровень изменчивости
Алтайское	24,7	0,67	3,08	12,5	2,7	2,52	низкий
Лениногорское	26,2	0,77	3,26	12,4	2,9	1,24	низкий
Ярцевское	27,8	1,03	3,26	11,7	3,7	-	низкий
Среднее значение	25,9	0,47	3,34	12,9	1,8	1,68	низкий

Количество ветвей в мутовке составляет в среднем 4,7±0,14 шт. Уровень изменчивости от среднего до высокого (у деревьев ярцевского происхождения). У потомства лениногорской популяции отмечено повышенное число ветвей в мутовках (5,0±0,21 шт.) (таблица 4.13).

Таблица 4.13 – Количество ветвей в мутовке сосны кедровой сибирской разного происхождения, шт.

Географическое происхождение	$X_{ср.}$	± m	± σ	V, %	P, %	$t_ф$ при t_{05} = 2,02	Уровень изменчивости
Алтайское	4,6	0,18	0,81	17,7	3,9	1,45	средний
Лениногорское	5,0	0,21	0,91	18,1	4,3	-	средний
Ярцевское	4,4	0,43	1,35	30,7	9,7	1,25	высокий
Среднее значение	4,7	0,14	0,98	20,9	3,0	1,19	средний

От угла прикрепления нижних ветвей к стволу дерева зависит очищение ствола от сучьев. У деревьев разного географического происхождения этот показатель варьировал от 74,8° до 79,9° без достоверных различий между вариантами (таблица 4.14).

Таблица 4.14 – Угол прикрепления ветвей к стволу сосны кедровой сибирской разного происхождения, град.

Географическое происхождение	$X_{ср.}$	± m	± σ	V, %	P, %	$t_ф$ при t_{05}= 2,02	Уровень изменчивости
Алтайское	76,2	2,54	11,64	15,3	3,3	1,03	средний
Лениногорское	74,8	1,91	8,12	10,8	2,6	1,61	низкий
Ярцевское	79,9	2,53	7,99	10,0	3,2	-	низкий
Среднее значение	76,5	1,38	9,76	12,8	1,8	1,18	низкий

Средняя длина бокового побега в нижней части кроны крайних рядов в сравниваемых вариантов составляет 2,5±0,10 м. Длина ветви сосны кедровой сибирской варьирует от 2,3 м (лениногорское происхождение) до 2,9 м (ярцевское). Уровень внутривидовой изменчивости высокий (таблица 4.15).

Таблица 4.15 – Длина боковой ветви сосны кедровой сибирской, м

Географическое происхождение	$X_{ср.}$	± m	± σ	V, %	P, %	$t_ф$ при t_{05}=2,02	Уровень изменчивости
Алтайское	2,5	0,14	0,63	24,9	5,4	1,18	высокий
Лениногорское	2,3	0,16	0,66	29,0	6,8	1,72	высокий
Ярцевское	2,9	0,31	0,99	34,1	10,8	-	высокий
Среднее значение	2,5	0,10	0,74	29,6	4,2	1,23	высокий

Средний диаметр бокового побега равен 2,2 см. Данный показатель отличался незначительно у деревьев сосны кедровой сибирской разного географического происхождения (таблица 4.16).

Таблица 4.16 – Диаметр боковой ветви у основания, см

Географическое происхождение	$X_{ср.}$	± m	± σ	V, %	P, %	$t_ф$ при t_{05}= 2,02	Уровень изменчивости
Алтайское	2,1	0,10	0,45	21,5	4,7	1,11	высокий
Лениногорское	2,2	0,16	0,69	30,8	7,3	0,46	высокий
Ярцевское	2,3	0,15	0,48	20,9	6,6	-	средний
Среднее значение	2,2	0,08	0,55	25,3	3,6	0,59	высокий

Отмечен средний (ярцевское) и высокий (алтайское, лениногорское) уровень изменчивости показателя диаметра боковой ветви.

Средняя длина хвои на годичных побегах в 54 и 56-летнем возрасте сравниваемых вариантов приведена в таблице 4.17.

Таблица 4.17 – Длина хвои у деревьев сосны кедровой сибирской, см

Географическое происхождение	$X_{ср.}$	± m	± σ	V, %	P, %	$t_ф$ при t_{05}= 2,02	Уровень изменчивости
1	2	3	4	5	6	7	8
54 года							
Алтайское	10,6	0,55	2,48	23,3	5,2	-	высокий
Лениногорское	9,4	0,60	1,90	20,2	6,4	1,47	средний
Ярцевское	8,9	0,40	1,26	14,2	4,5	2,50	средний

Окончание таблицы 4.17

1	2	3	4	5	6	7	8
Среднее значение	9,9	0,35	2,19	22,1	3,5	1,07	высокий
56 лет							
Алтайское	11,7	0,30	1,36	11,6	2,5	-	низкий
Лениногорское	10,1	0,37	1,56	15,5	3,7	3,36	средний
Ярцевское	10,7	0,50	1,58	14,8	4,7	1,71	средний
Среднее значение	10,9	0,23	1,63	14,9	2,1	2,12	средний

Отмечена изменчивость показателя длины хвои по годам. Средняя длина хвои в 54-летнем возрасте составила 9,9±0,35 см, в 56-летнем – 10,9±0,23 см. Разная длина хвои в исследуемые годы, вероятно, связана с погодными условиями.

При сравнении длины хвои у потомств разного географического происхождения, отмечается превышение данного показателя у потомства алтайской популяции как в 54-летнем, так и в 56-летнем возрасте.

Средняя продолжительность жизни хвои сосны кедровой сибирской в плантационных культурах пригородной зоны Красноярска равна 3,9±0,20 лет. Уровень изменчивости данного показателя в зависимости от географического происхождения сосны кедровой сибирской – высокий. Различия данного параметра в зависимости от происхождения отражены в таблице 4.18.

Таблица 4.18 – Продолжительность жизни хвои сосны кедровой сибирской разного происхождения, лет

Географическое происхождение	$X_{ср.}$	± m	± σ	V, %	P, %	$t_ф$ при t_{05}= 2,02	Уровень изменчивости
1	2	3	4	5	6	7	8
Алтайское	3,7	0,29	1,32	35,9	7,8	2,20	высокий
Лениногорское	3,4	0,26	1,10	31,8	7,5	2,98	высокий
Ярцевское	4,7	0,35	1,11	23,6	7,5	-	высокий
Среднее значение	3,9	0,20	1,25	32,4	5,1	1,98	высокий

Наибольшая продолжительность жизни хвои отмечена у деревьев ярцевского происхождения (4,7±0,35 лет) в сравнении с алтайским и лениногорским ($t_ф$>t_{05}).

Для дальнейшего размножения и формирования быстрорастущих и высокоурожайных кедровых плантаций были отселектированы экземпляры в каждом варианте опыта. Учитывая, что высота колебалась в небольших пределах, провели отбор по интенсивности роста, диаметру ствола, кроны и другим показателям (таблица 4.19).

Наибольший средний диаметр ствола по вариантам наблюдается у потомств алтайского происхождения (33,7 см). Максимальный диаметр ствола был у деревьев алтайского происхождения № 3-43 (40,1 см) и ярцевского № 6-82 (43,4 см).

Таблица 4.19 – Отселектированные деревья сосны кедровой сибирской по диаметру ствола

Географическое происхождение	Номер секции/ дерева	Диаметр	
		см	% к $X_{ср}$
1	2	3	4
Алтайское	2-76	38,4	113,9
	3-12	38,4	113,9
	3-43	40,1	119,0
Среднее значение по варианту		33,7	100,0
Лениногорское	1-1	35,5	122,8
	1-4	35,7	123,5
	1-13	31,8	110,0
	1-27	33,1	114,5
	1-37	34,1	118,0
Среднее значение по варианту		28,9	100,0
Ярцевское	6-82	43,4	133,5
Среднее значение по варианту		32,5	100,0

По двум показателям (высоте и диаметру ствола) отселектировано дерево лениногорского происхождения (1-37).

Для отбора деревьев по экологической эффективности сопоставили диаметр, протяженность кроны и длину хвои. Отселектированые деревья сосны кедровой сибирской разного географического происхождения по диаметру кроны приведены в таблице 4.20.

Таблица 4.20 - Отселектированные деревья, отличающиеся наибольшим диаметром кроны

Географическое происхождение	Номер секции/ дерева	Диаметр кроны	
		м	% к $X_{ср.}$
1	2	3	4
Алтайское	2-69	8,7	113,0
	2-74	8,5	110,4
	2-76	86	111,7
	3-12	8,8	114,3
	3-35	9,6	124,7
Среднее значение по варианту		7,7	100,0
Лениногорское	1-13	8,1	120,9
Среднее значение по варианту		6,7	100,0
Ярцевское	6-82	6,1	113,0
	6-75	6,9	128,7
	6-70	7,4	138,0
Среднее значение по варианту		6,8	100,0

Наибольшая протяженность живой кроны была отмечена у деревьев 2-69 алтайского происхождения (превышение от среднего значения составило 8,6 %) и 1-27 лениногорского происхождения (превышение 12,3 %).

Длина хвои сосны кедровой сибирской варьировала от 10,1 до 11,7 см (таблица 4.21). Отобраны длиннохвойные экземпляры в варианте алтайского происхождения: 2-76, 2-74 и 3-12, лениногорского: 1-27, 1-13 и ярцевского: 6-70, 6-75 и 6-82.

Таблица 4.21 - Отселектированные деревья, отличающиеся наибольшей длине хвои

Географическое происхождение	Номер секции/ дерева	Длина хвои	
		см	% к $X_{ср.}$
1	2	3	4
Алтайское	2-74	13,7	117,1
	2-76	14,5	123,9
	3-12	13,2	112,8
Среднее значение		11,7	100,0
Лениногорское	1-13	11,2	110,9
	1-27	13,0	128,7
Среднее значение		10,1	100,0
Ярцевское	6-82	12,0	112,1
	6-75	13,1	122,4
	6-70	11,8	110,3
Среднее значение		12,3	100,0

Среди всех деревьев на плантации отселектированы экземпляры с наилучшими показателями репродуктивного развития.

Наибольшим количеством шишек в 2019 году отличалось потомство сосны кедровой сибирской лениногорского происхождения – в среднем было образовано 24,3 шт./дерево. Был выделен экземпляр алтайского происхождения (№ 3-24), сформировавший наибольшее число шишек на дереве - 160 шт. (таблица 4.22).

Таблица 4.22 - Отселектированные деревья по образованию шишек на плантации в 2019 г.

Географическое происхождение	Номер дерева	Количество шишек на дереве	
		шт.	% к $X_{ср.}$
1	2	3	4
Алтайское	2-13	56	160,9
	2-15	82	235,6
	2-47	86	247,1
	2-48	115	330,5
	2-56	46	132,2
	2-57	85	244,3
	2-61	53	152,3
	2-62	54	143,7
	2-69	60	172,4
	2-71	95	273,0
	2-72	76	218,4
	2-74	94	270,1
	2-77	75	215,5
	3-15	44	126,4
	3-22	57	163,8
	3-24	160	459,8
	3-25	77	221,3
	3-29	51	146,6
	3-38	62	178,2
	3-48	46	132,2
	3-61	110	316,1
	3-62	84	241,4
	3-63	54	155,2

Окончание таблицы 4.22

1	2	3	4
	3-66	66	189,7
Среднее значение по варианту		34,8	100,0
Лениногорское	1-6	33	135,8
	1-9	76	312,8
	1-11	50	205,8
	1-13	34	139,9
	1-19	44	181,1
	1-23	54	222,2
	1-25	57	234,6
	1-27	51	209,9
	1-28	29	119,3
	1-31	48	197,5
	1-44	43	177,0
	1-50	52	214,0
	1-59	48	197,5
	1-61	54	222,2
Среднее значение по варианту		29,6	100,0
Ярцевское	6-65	28	136,6
	6-74	34	165,9
	6-75	28	136,6
	6-83	28	136,6
	6-105	26	126,8
Среднее значение по варианту		20,5	100,0

В 57-летнем возрасте (2020 г.) были отобраны экземпляры, сформировавшие наибольшее число шишек на дереве (таблица 4.23).

Таблица 4.23 – Отселектированные деревья сосны кедровой сибирской по количеству шишек в 2020 году

Географическое происхождение	Номер дерева	Количество шишек на дереве	
		шт.	% к $X_{ср.}$
1	2	3	4
Алтайское	2-13	37	616,7
	2-15	14	233,3
	2-23	10	166,7
	2-57	11	183,3
	2-62	42	700,0
	2-73	9	150,0
	3-14	9	150,0
	3-23	11	183,3
	3-61	13	216,7
Среднее значение по варианту		6,0	100,0
Лениногорское	1-8	9	130,4
	1-9	13	188,4
	1-11	16	231,9
	1-13	34	492,8
	1-18	11	159,4
	1-19	13	188,4
	1-20	17	246,4
	1-23	18	260,9
	1-25	17	246,4
	1-27	11	159,4
	1-28	9	130,4
Среднее значение по варианту		6,9	100,0

Окончание таблицы 4.23

1	2	3	4
Ярцевское	6-6	6	103,4
	6-26	19	327,6
	6-27	6	103,4
	6-31	13	224,1
	6-38	6	103,4
	6-52	6	103,4
	6-58	8	137,9
	6-70	13	224,1
	6-75	13	224,1
	6-82	9	155,2
	6-83	7	120,7
	6-105	11	189,7
	6-106	9	155,2
Среднее значение по варианту	5,8	100,0	

Наибольшее количество сформировавшихся шишек было отмечено на дереве лениногорского происхождения.

В июле 2016 года были собраны семена и определены показатели, указывающие на их крупность и зрелость. Длина семян варьировала от 10,9 до 14,1 мм при среднем значении 12,4 ± 0,29 мм. Ширина семени составляла от 6,5 до 10,8 мм, среднее значение равно 8,9 ± 0,39 мм. Отмечен низкий уровень варьирования по длине семян и средний по их ширине (таблица 4.24).

Таблица 4.24 – Характеристика семян сосны кедровой сибирской

Показатель	$X_{ср.}$	± m	± σ	V, %	P, %	Уровень изменчивости
Длина, мм	12,4	0,29	0,88	7,1	2,4	низкий
Ширина, мм	8,9	0,39	1,18	13,4	4,5	средний
Длина зародыша, мм	7,5	0,37	1,10	14,6	4,9	средний
Заполненность семенного канала зародышем, %	61,3	3,82	11,45	18,7	6,2	средний

Ранний сбор семян (до наступления рекомендованных сроков сбора) позволил выделить скороспелые экземпляры, у которых заполненность семенного канала зародышем превосходила средние значения на среднеквадратическое отклонение и более. Среди деревьев ярцевского происхождения это такие экземпляры как 6-22, 6,-80, 6-92.

Были отселектированы экземпляры сосны кедровой сибирской данных географических происхождений, отличающихся обильным мужским цветением. По наибольшему образованию мужских соцветий (более 1000 шт.), выделены деревья алтайского (3-49, 3-65) и лениногорского (1-25, 1-31, 1-59) происхождений (таблица 4.25).

Таблица 4.25 - Отселектированные деревья по образованию микростробилов

Географическое происхождение	Номер дерева	Количество мужских колосков на дереве		Количество побегов с микростробилами	
		шт.	% к Хср.	шт.	% к Хср.
1	2	3	4	5	6
Алтайское	2-28	877	425,7	45	310,3

Окончание таблицы 4.25

1	2	3	4	5	6
Алтайское	2-30	496	240,8	31	213,8
	2-33	389	188,8	19	131,0
	2-57	442	214,6	26	179,3
	2-70	342	166,0	18	124,1
	3-2	264	128,2	22	151,7
	3-44	262	127,2	21	144,8
	3-48	378	183,5	27	186,2
	3-49	1680	815,5	70	482,8
	3-65	1149	557,8	23	158,6
Среднее значение по варианту		206,0	100,0	14,5	100,0
Лениногорское	1-2	416	128,5	32	147,5
	1-9	916	283,0	47	216,6
	1-10	850	262,6	68	313,4
	1-25	1012	312,6	44	202,8
	1-26	448	138,4	32	147,5
	1-31	1456	449,8	52	239,6
	1-59	1092	337,3	52	239,6
	1-61	869	268,5	37	170,5
Среднее значение по варианту		323,7	100,0	21,7	100,0
Ярцевское	6-26	362	145,4	29	125,5
	6-27	290	116,5	29	125,5
	6-95	586	235,3	51	220,8
	6-106	539	216,5	49	212,1
	6-107	529	212,4	46	199,1
Среднее значение по варианту		249,0	100,0	23,1	100,0

Отселектированные деревья по крупности и зрелости семян рекомендованы для дальнейшего размножения прививкой с целью создания урожайных плантаций.

4.3 Выводы

1. Географическое происхождение потомств сосны кедровой сибирской влияет на показатели роста и формирование габитуса деревьев. Лучшим ростом в высоту, по диаметру ствола, размерам кроны, длине хвои характеризовалась сосна кедровая сибирская алтайского происхождения в 56-летнем возрасте. Потомство ярцевского происхождения характеризуется наибольшей длиной боковых побегов в нижней мутовке, длиной их годичного прироста, большим количеством образованных мутовок, наибольшим углом прикрепления ветвей к стволу, более длительной продолжительностью жизни хвои. Лениногорское потомство имеет лучшую очищаемость ствола от сучьев.

2. Отмечено влияние географической изменчивости на репродуктивное развитие потомств сосны кедровой сибирской в биологическом возрасте 55-56 лет. В 55-летнем возрасте выделено алтайское потомство, сформировавшее наибольшее количество побегов с шишками на дереве, шишек в пучке и на дереве. При изучении числа мужских соцветий на дереве лучшим отличалось лениногорское потомство.

В 56-летнем возрасте у лениногорского происхождения наблюдалось наибольшее количество шишек на дереве.

3. Отселектированы деревья сосны кедровой сибирской, имеющие наибольшие показатели роста и генеративного развития. По росту выделены экземпляры 1-13 лениногорского, 2-76, 3-12 алтайского и 6-82 ярцевского происхождения. По интенсивности образования шишек и микростробилов: 2-57 алтайского, 1-9 лениногорского происхождений. По ранней зрелости семян - 6-22, 6,-80, 6-92 ярцевского происхождения.

5 ВЛИЯНИЕ ГУСТОТЫ ПОСАДКИ НА РЕПРОДУКТИВНОЕ РАЗВИТИЕ И РОСТ СОСНЫ КЕДРОВОЙ СИБИРСКОЙ

Для сравнения показателей роста и формирования репродуктивных органов сосны кедровой сибирской были проанализированы объекты с разной схемой посадки: 5х5 м (плантации «Метеостанция») и 2х1 м (Дендрарий). Густота посадки составила соответственно 400 и 5000 шт./га.

5.1 Влияние густоты посадки на репродуктивное развитие деревьев

Начиная с 2013 г., у деревьев сосны кедровой сибирской местного происхождения были изучены показатели репродуктивного развития – формирование макро- и микростробилов, озими, шишек.

Выявлено, что в 53-55-летнем биологическом возрасте у деревьев при загущенной посадке преобладало мужское цветение, варьируя по годам (2013-2015) в среднем от 142 до 530 шт. мужских соцветий на дереве (рисунок 5.1).

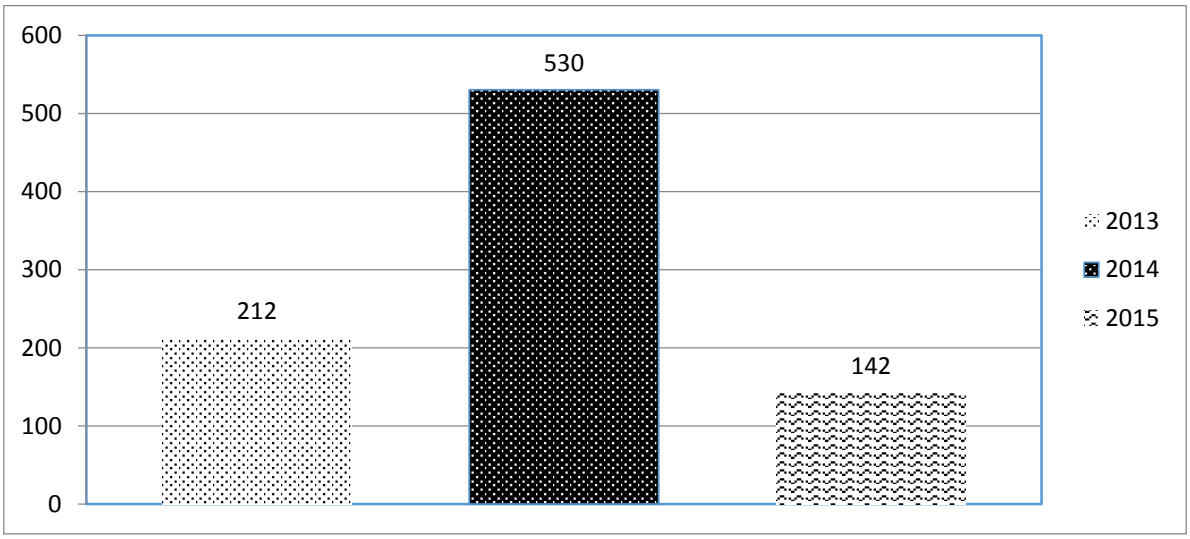


Рисунок 5.1 – Число мужских соцветий в загущенных посадках, шт./дерево

Число шишек составляло в среднем от 3,7 (в 2015 г.) до 13,4 шт./дерево (в 2014 г.) (рисунок 5.2).

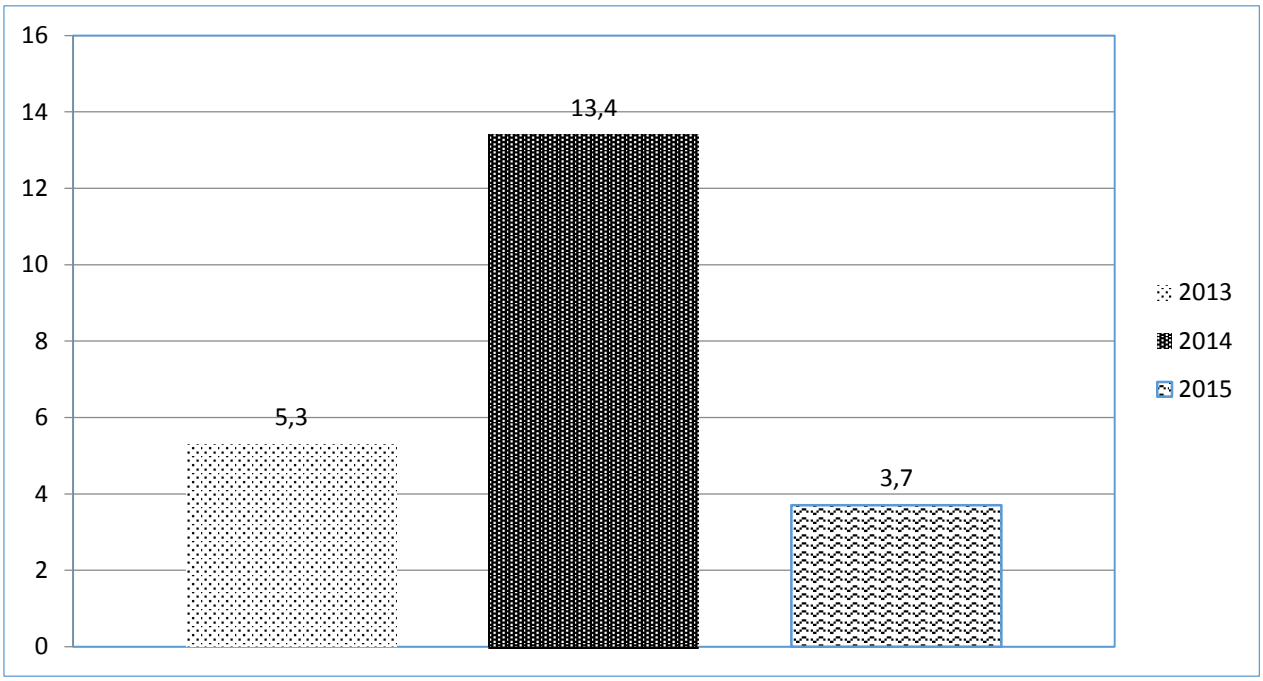
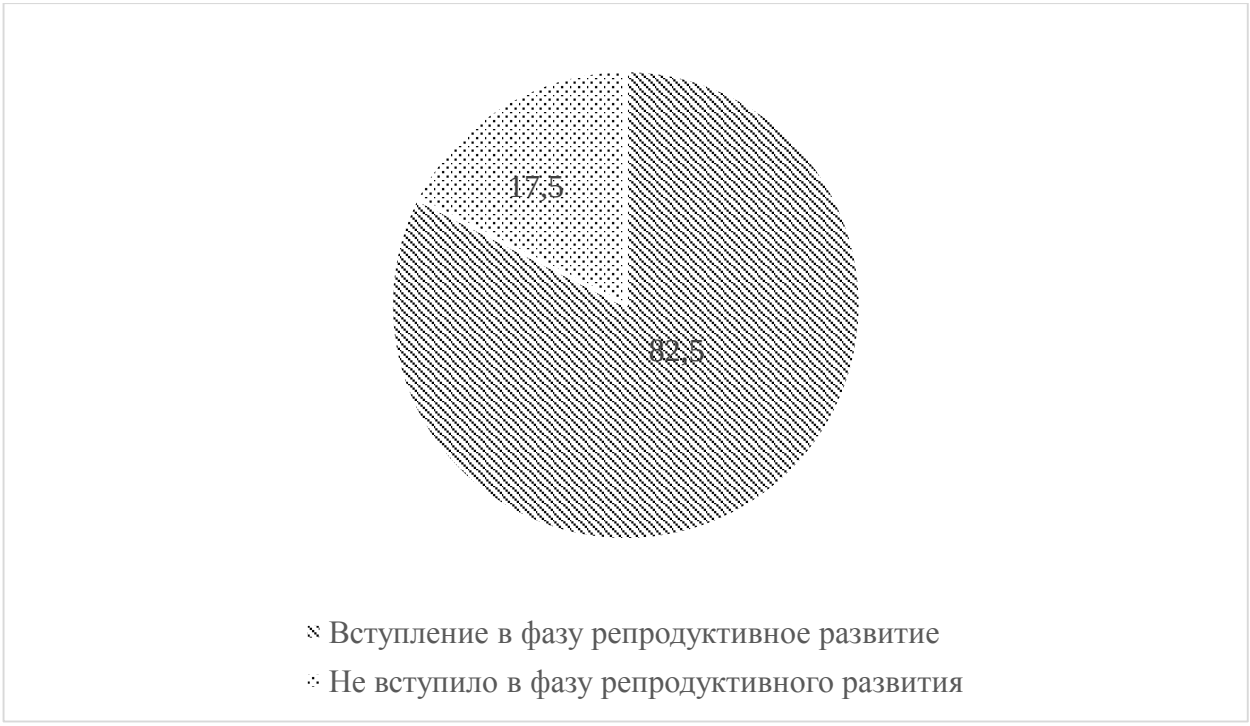


Рисунок 5.2 – Число шишек в загущенных посадках, шт./дерево

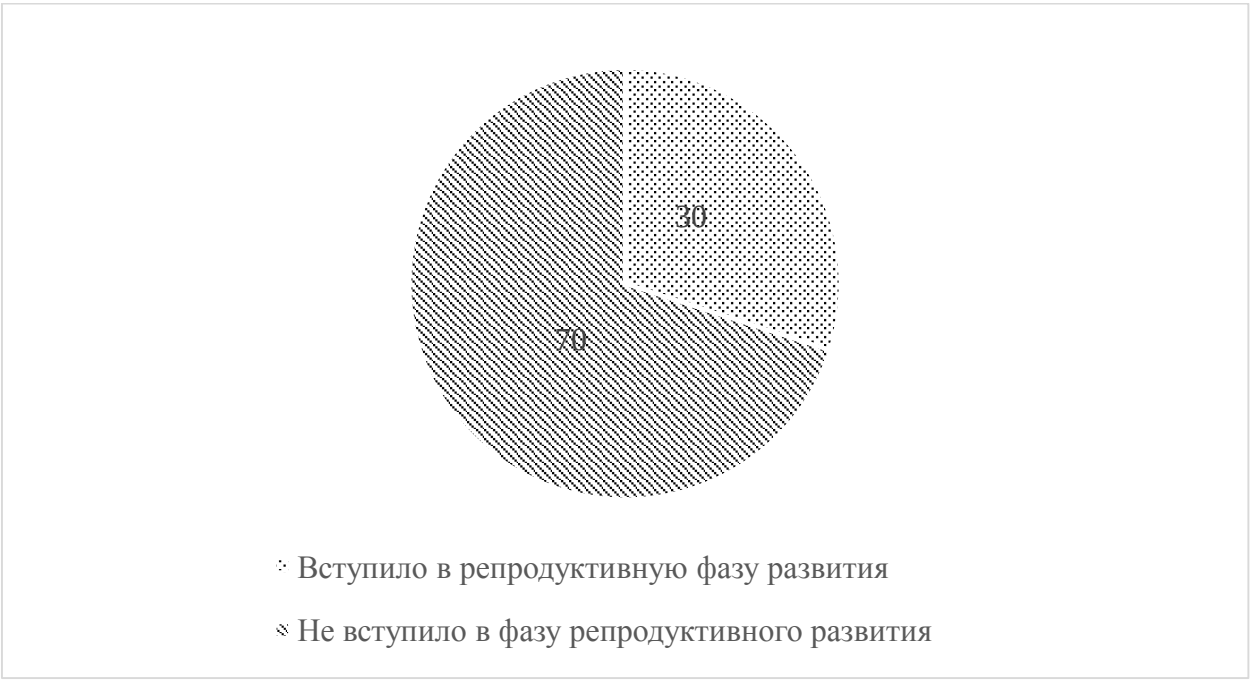
Всего к 55-летнему биологическому возрасту у деревьев местного происхождения, растущих при схеме посадки 2х1 м, шишки образовались у 27,6 % экземпляров, микростробилы – у 20 %, все виды генеративных органов – у 13,3 % особей. Средняя длина шишек составила 5,3 см.

Суммарно за три года в среднем на дерево было образовано 17,6 шт. шишек и 870 шт. мужских соцветий с микростробилами.

Установлено, что при схеме посадки 5 х 5 м к 55-летнему возрасту в фазу репродуктивного развития вступило 82,5 % деревьев, а при схеме посадки 2 х 1 м – не более 30 % деревьев (произрастающих преимущественно в крайних рядах) (рисунок 5.3).



а) Схема посадки 5 х 5 м



б) Схема посадки 2 х 1 м

Рисунок 5.3 – Процент деревьев, вступивших в стадию репродуктивного развития

Выделены экземпляры, отличающиеся большим формированием шишек и/или микростробилов в указанный период (таблица 5.1).

Таблица 5.1 – Отобранные экземпляры по показателям репродуктивного развития

Номер дерева	Шишки		Мужские соцветия	
	шт.	% к $X_{ср.}$	шт.	% к $X_{ср.}$
30-1	27	153,4	989	113,7
30-3	43	244,3	1463	168,2
30-22	33	187,5	546	62,8
30-25	35	198,9	646	74,2
30-26	57	323,9	117	13,4
30-36	20	113,6	1850	212,6
30-37	30	170,4	2713	311,8
Среднее значение	17,6	100,0	870,0	100,0

По наибольшему образованию и шишек, и микростробилов отобраны деревья 30-3, 30-37, 30-1 и 30-36.

На плантациях, созданных по схеме 5х5 м, в репродуктивную фазу развития к 2013 г. вступило 82,5 % деревьев.

Среднее количество шишек, образованных на деревьях сосны кедровой сибирской бирюсинского происхождения, составило 18 шт. В 2014 г. среднее число шишек на дереве составило 3,8 шт., в 2015 г. - 15,8 шт. В сумме за три года – 37,6 шт. шишек на дерево, что в 2,1 раза превышает показатель при загущенной посадке деревьев.

Проведено сравнение показателей репродуктивного развития сосны кедровой сибирской при разной густоте посадки не только в одни и те же

года, но и в одном биологическом возрасте (55 лет). Этого возраста деревья, произрастающие на плантации, достигли в 2019 г.

Количество мужских соцветий у деревьев, произрастающих при густоте посадки 400 шт./га, составляло в среднем 321,9 шт./дерево; число шишек - 22,6 шт./дерево. Урожайность деревьев на плантации превысила аналогичный показатель при загущенной посадке в 2,2 раза (рисунок 5.4).

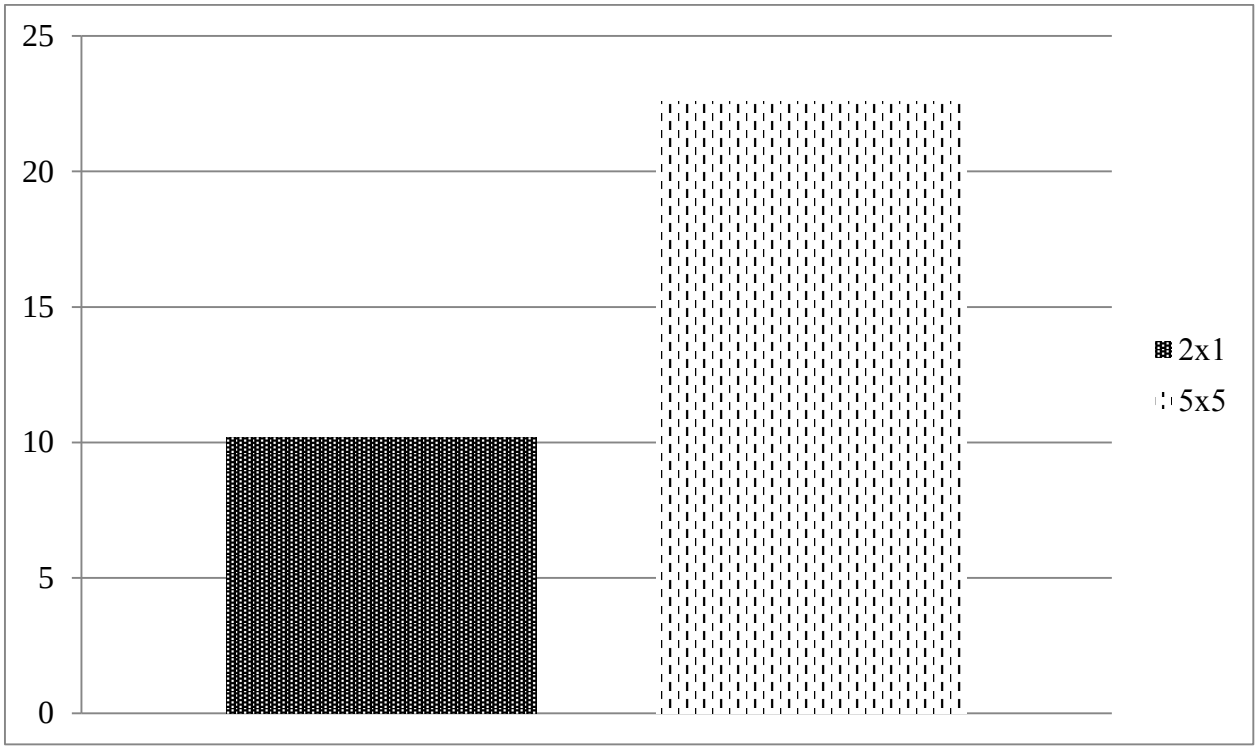


Рисунок 5.4 – Число шишек 55-летних деревьев при разной схеме посадки, шт./дерево

В 2019 г. количество семеносящих побегов на дереве на плантации в среднем равнялось 14,3 ± 0,92 шт. Максимальное количество шишек в пучке отмечалось 4 шт., в среднем составляя 2,7 ± 0,09 шт. при высоком уровне изменчивости (V = 23,3 %).

Были отселектированы экземпляры, относящиеся к многошишечной форме (от трех и более шишек в пучке), среди них выбраны с наибольшим числом шишек в пучке: 8-8, 8- 53, 8-54, 8-74.

5.2 Влияние густоты посадки на рост деревьев

В 2018 г. на объекте с загущенной схемой посадки были изучены деревья крайних рядов (с лучшей освещенностью).

Отмечено, что, коэффициенты изменчивости изученных показателей роста - от низкого до среднего.

Диаметр ствола деревьев, растущих в крайних рядах загущенных посадок, варьировал от 13,2 до 19,6 см, при разреженной посадке - от 24 до 32 см. Средний диаметр ствола составил 16,4 ± 0,90 см и 29,2 ± 0,95 см соответственно. Различия достоверны при 95%-ном уровне вероятности (таблица 5.2).

Таблица 5.2 – Биометрические показатели сосны кедровой сибирской при разной густоте посадки

Густота посадки, шт./га	$X_{ср.}$	± m	± σ	V, %	P, %	$t_ф$ при t_{05}= 2,10
1	2	3	4	5	6	7
Диаметр ствола, см						
400	29,2	0,95	3,01	10,3	3,3	9,78
5000	16,4	0,90	2,21	13,5	5,5	
Протяженность бессучковой зоны, м						
400	0,98	0,07	0,20	20,3	7,1	7,66
5000	2,46	0,18	0,47	19,0	7,3	
Длина хвои, см						
400	11,4	0,34	1,08	9,5	3,0	4,00
5000	9,1	0,46	1,21	13,3	5,0	

Большая протяженность бессучковой зоны деревьев отмечается в загущенных посадках (2,46 ± 0,18 м против 0,98 ± 0,07 м). Длина хвои в разреженных условиях достоверно больше (11,4 ± 0,34 в сравнении с 9,1 ± 0,46 см).

У деревьев, произрастающих в разногустотных условиях, сформировалось в среднем 5,7 –7,0 шт. ветвей в мутовках. Достоверно большее количество ветвей в нижней мутовке отмечено в варианте с меньшей густотой посадки ($t_ф$ равен 3,09, что больше t_{05}). Больший диаметр ветвей у основания в нижней части кроны отмечен в разреженных посадках (2,8 ± 0,20 см против 1,7 ± 0,12 см) (таблица 5.3).

Таблица 5.3 – Характеристика ветвей сосны кедровой сибирской при разной густоте посадки

Густота посадки, шт./га	$X_{ср.}$	± m	± σ	V, %	P, %	$t_ф$ при t_{05}= 2,10
Число ветвей в нижней мутовке, шт.						
400	7,0	0,30	0,94	13,5	4,3	3,09
5000	5,7	0,29	0,76	13,2	5,0	
Диаметр ветви у основания, см						
400	2,8	0,20	0,63	22,5	7,1	4,59
5000	1,7	0,12	0,31	17,9	6,8	
Угол прикрепления ветвей, град.						
400	87,1	2,59	8,18	9,4	3,0	0,88
5000	83,3	3,43	9,09	10,9	4,1	

Отмечается средний уровень изменчивости показателя числа ветвей в мутовках, от среднего до высокого – по диаметру ветви у основания. Угол

прикрепления нижних ветвей к стволу колебался от 65 до 90 градусов в загущенных посадках (при среднем значении 83,3 ± 3,43 град.) и от 74 до 98 градусов – в разреженных (средний угол прикрепления составляет 87,1 ± 2,59 град) без достоверных различий между вариантами.

Если изучать не только крайние деревья, которым достается большее количество солнечной радиации, то можно отметить высокие и очень высокие коэффициенты изменчивости показателей роста деревьев вследствие конкурентной борьбы между ними.

Так, в 2019 г. загущенных посадках диаметр ствола на высоте 1,3 м варьировал от 3,9 до 27,1 см при очень высоком уровне изменчивости (45,4 %). В то время как в разреженных насаждениях варьирование по данному показателю составило 9,9 % (при минимальном значении 25,6 см, максимальном – 35,9 см) (таблица 5.4).

Таблица 5.4 - Изменчивость показателей кедровой сибирской при разной густоте посадки

Густота посадки, шт./га	$X_{ср.}$	±m	± σ	P, %	V, %	Уровень изменчивости	$t_ф$ при t_{05} = 2,03
1	2	3	4	5	6	7	8
Диаметр ствола на высоте 1,3 м, см							
400	30,6	0,72	3,03	2,4	9,9	низкий	12,36
5000	11,8	1,34	5,36	11,4	45,4	очень высокий	
Диаметр кроны, м							
400	6,4	0,14	0,58	2,2	9,1	низкий	11,52
5000	3,1	0,25	1,01	8,1	32,7	высокий	

Окончание таблицы 5.4

1	2	3	4	5	6	7	8
Протяженность живой кроны, м							
400	11,2	0,26	1,10	2,3	9,8	низкий	3,81
5000	7,2	1,02	4,09	14,2	56,8	очень высокий	

Разница между максимальным и минимальным значением у деревьев, произрастающих при загущенной посадке в секции дендрария, по высоте составляет 15,6 м, диаметру ствола – 23,2 см, диаметру кроны – 4,0 м, протяженности кроны – 13,7 м.

При редкой посадке на плантации данные интервалы ниже: 3,1 м по высоте, 10,3 см по диаметру ствола, 2,2 м по диаметру кроны и 3,3 м по протяженности живой кроны. Уровень изменчивости изученных показателей низкий.

Протяженность живой кроны в разреженных посадках составила 88,2 % от высоты дерева, а в загущенных намного меньше – 60 %. Установлены достоверные различия между сравниваемыми вариантами по показателям диаметра ствола, кроны и ее протяженности ($t_ф$ больше t_{05}).

5.3 Выводы

1. При разреженной посадке к 55-летнему возрасту в пору семеношения вступает подавляющее большинство деревьев (82,5 %), при загущенной посадке – не более 30 %.

2. Густота посадки оказывает влияние на урожайность сосны кедровой сибирской. Так, в среднем за 2013-2015 гг. при редкой посадке деревья образовали вдвое больше шишек на дереве, чем при густой.

3. Лучшим ростом по диаметру ствола, диаметру и протяженности кроны характеризуются деревья сосны кедровой сибирской при посадке 5х5 м в сравнении с деревьями при посадке 2х1 м.

4. Внутри групповых посадок между деревьями происходит конкурентная борьба. Некоторые из них имеют наибольшую высоту, но меньший диаметр ствола и кроны. Уровень изменчивости показателей роста в загущенных групповых посадках высокий и очень высокий.

5. При редкой первоначальной густоте рост деревьев протекает равномерно. Хорошо развивается крона, увеличивается длина и продолжительность жизни хвои. Уровень изменчивости показателей 55-летних деревьев при редкой посадке, в основном, низкий.

6. На показатели роста и репродуктивного развития деревьев сосны кедровой сибирской влияют не только условия произрастания, но и их генотип, что позволило отселектировать деревья для дальнейшего размножения и выращивания посадочного материала.

6 МЕЖВИДОВАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ РОСТА И РЕПРОДУКТИВНОГО РАЗВИТИЯ КЕДРОВЫХ СОСЕН НА ПЛАНТАЦИИ

6.1 Изменчивость показателей роста

Изучено влияние межвидовой изменчивости кедровых сосен на их рост на плантации «Метеостанция». По результатам исследований сотрудников СибГУ им. М.Ф. Решетнева [9, 15], в первом классе возраста лидировали в росте деревья сосны кедровой сибирской. Сосна кедровая корейская приморского происхождения отличалась большим диаметром кроны, но уступала по показателям высоты и диаметра.

По результатам обследования роста кедровых сосен во втором классе возраста, выявлено, что сосна кедровая корейская приморского происхождения обогнала по высоте потомство бирюсинской популяции сосны кедровой сибирской. Так, в 53-55-летнем возрасте средняя высота сосны кедровой сибирской бирюсинского происхождения составляла от 12,7 до 13,1 м. Сосна кедровая корейская приморского происхождения превышала данные размеры в среднем на 7-8 % (таблица 6.1).

Таблица 6.1 – Высота деревьев кедровых сосен, м

Происхождение	$X_{ср.}$	± m	± σ	V, %	P, %	$t_ф$ при t_{05} =2,04	Уровень изменчивости
53 года							
Бирюсинское	12,7	0,27	0,65	5,1	2,1	2,21	низкий
Приморское	13,4	0,17	0,86	6,4	1,2		низкий
55 лет							
Бирюсинское	13,1	0,44	1,08	8,3	3,4	2,07	низкий
Приморское	14,1	0,20	1,02	7,2	1,4		низкий

При установлении закономерностей роста кедровых сосен на плантациях Караульного лесничества были использованы данные за 16-42-летний период, приведенные в монографии Н.П. Братиловой и А.В. Калинина [10], а также результаты наших исследований. Рост сосны кедровой сибирской местного (бирюсинского) происхождения аппроксимируется уравнением:

$$У = 13,4/(1+\exp(33,5-0,63X)^{(1/13,14)}),\ R^2 = 0,812 \quad (6.1)$$

где У – высота, м,

х – возраст, лет (в диапазоне 16-55 лет)

Рост сосны кедровой корейской приморского происхождения в высоту описывается уравнением:

$$У = 0,982e^{0,048x},\ R^2 = 0,865 \quad (6.2)$$

где У – высота, м,

Х – возраст, лет (в диапазоне 39-55 лет)

Средний диаметр ствола сосны кедровой сибирской был равен в 53-летнем возрасте 28,0±1,14 см, в 55-летнем возрасте – 29,9±1,45 см. Достоверных различий по данному параметру с интродуцированным видом выявлено не было (таблица 6.2).

Таблица 6.2 – Диаметр ствола кедровых сосен, см

Происхождение	$X_{ср.}$	± m	± σ	V, %	P, %	$t_ф$ при t_{05} =2,04	Уровень изменчивости
53 года							
Бирюсинское	28,0	1,14	2,80	10,0	4,0	0,09	низкий
Приморское	27,9	0,22	0,69	4,8	1,5		низкий
55 лет							
Бирюсинское	29,9	1,45	3,56	11,9	4,9	0,24	низкий
Приморское	29,5	0,79	4,13	14,0	2,7		средний

Рост по диаметру ствола сосны кедровой сибирской местного происхождения в диапазоне 33-55 лет можно описать экспонентной функцией:

$У = 2.992e^{(0.042x)}$, $R^2 = 0,850$, (6.3)

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

Х – возраст, лет.

Рост диаметра ствола сосны кедровой корейской приморского происхождения аппроксимируется уравнением:

$У = 307,57*e^{(-129,21/x)}$, $R^2 = 0,725$, (6.4)

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

Х – возраст, лет (в диапазоне 33-55 лет)

Потомство местной популяции сосны кедровой сибирской имело крону достоверно меньшего диаметра по сравнению с сосной кедровой корейской (6,8-7,0 м против 8,9-9,1 м) (таблица 6.3).

Таблица 6.3 – Размеры кроны 55-летних кедровых сосен, м

Происхождение	$X_{ср.}$	± m	± σ	V, %	P, %	$t_ф$ при t_{05} =2,04	Уровень изменчивости
Диаметр кроны							
Бирюсинское	6,4	0,14	0,59	9,3	2,2	7,53	низкий
Приморское	8,3	0,21	1,10	13,2	2,5		средний
Протяженность кроны							
Бирюсинское	11,3	0,13	0,27	10,1	2,4	7,57	низкий
Приморское	13,3	0,23	1,17	8,8	1,7		низкий

Рост сосны кедровой сибирской местного происхождения по диаметру кроны для биологического возраста 16-55 лет можно описать уравнением:

У = 40,823*x^(-25,439/x), R^2 = 0,922 , (6.5)

где У – диаметр кроны, м,

Х – возраст, лет (в диапазоне 16-55 лет)

Рост сосны кедровой корейской приморского происхождения по диаметру кроны для биологического возраста 33-55 лет описывается следующим уравнением:

У = 34,975*e^(-79,247/x), R^2 = 0,684, (6.6)

где У – диаметр кроны, м,

Х – возраст, лет.

На рисунке 6.1 представлен объем кроны кедровых сосен. Наибольшим объемом кроны характеризуется сосна кедровая корейская приморского происхождения – 359,6 $м^3$ против 181,7 $м^3$.

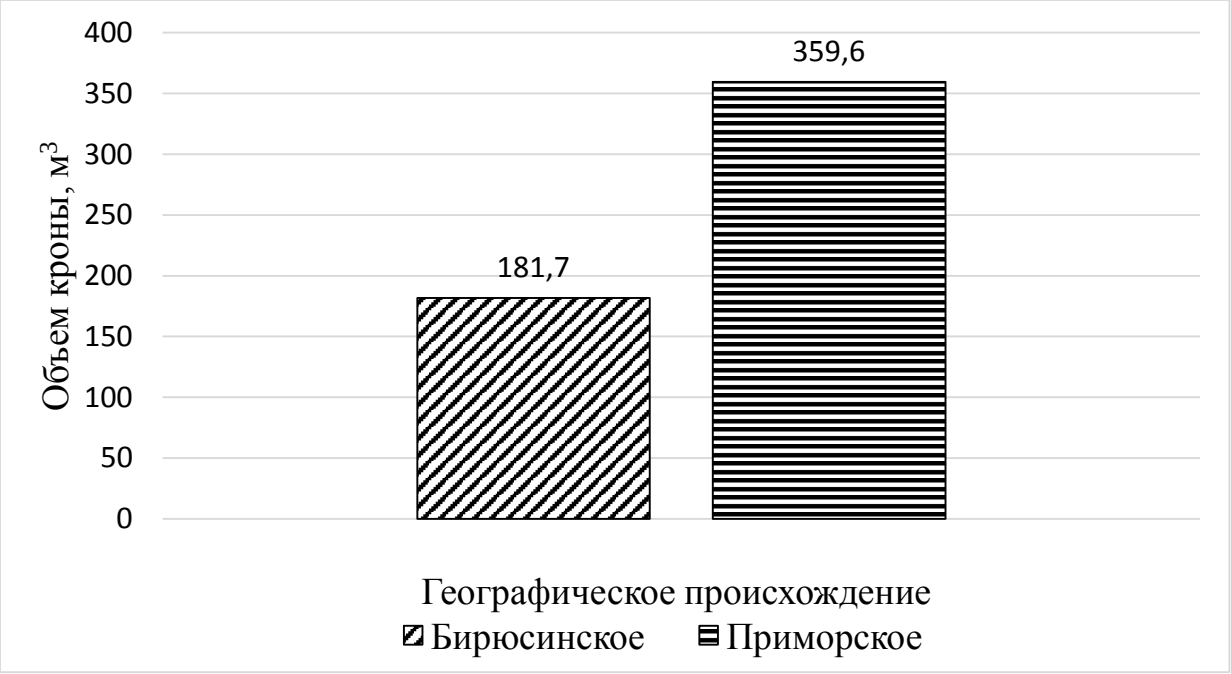


Рисунок 6.1 – Объем кроны кедровых сосен разного географического происхождения, $м^3$

Длина годичного прироста бокового побега сосны кедровой сибирской в нижней части живой кроны составляет 15,2 см в 55 лет (таблица 6.4).

Таблица 6.4 – Годичные приросты бокового побега, см

Происхождение	$X_{ср.}$	± m	± σ	V, %	P, %	$t_ф$ при t_{05}=2,04	Уровень изменчивости
53 года							
Бирюсинское	15,2	1,52	3,72	24,5	10,0	1,15	высокий
Приморское	17,7	1,56	4,92	27,9	8,8		высокий
54 года							
Бирюсинское	15,4	1,62	3,97	25,8	10,8	1,35	высокий
Приморское	17,7	0,51	5,06	28,7	2,9		высокий
55 лет							
Бирюсинское	15,2	0,52	4,02	26,2	3,4	3,64	высокий
Приморское	17,8	0,49	4,93	27,7	2,8		высокий

Наибольший прирост годичного бокового побега у сосны кедровой корейской в сравнении с сосной кедровой сибирской был в 55-летнем возрасте (17,8±0,49 см), что подтверждено статистически ($t_ф$>t_{05}). Уровень изменчивости данного показателя высокий.

Установлено, что в условиях пригородной зоны Красноярска сосна кедровая сибирская местного происхождения формирует достоверно большее количество мутовок на дереве и ветвей в мутовке в сравнении с интродуцентом ($t_ф$ больше t_{05})., что отмечено в таблице 6.5.

Таблица 6.5 – Количество мутовок и ветвей в кроне, шт.

Происхождение	$X_{ср.}$	± m	± σ	V, %	P, %	$t_ф$ при t_{05} =2,04	Уровень изменчивости
Количество мутовок							
Бирюсинское	36,3	0,63	2,66	7,3	1,7	8,08	низкий
Приморское	29,1	0,63	3,28	11,3	2,2		низкий
Количество ветвей в мутовке							
Бирюсинское	7,3	0,42	1,03	14,1	5,7	7,44	средний
Приморское	3,9	0,18	0,57	14,6	4,6		средний

В октябре 2017 г. службой электросвязи было спилено дерево 7-52, которое стало в модельным. При изучении показателей роста сосны кедровой корейской, имеющей высоту 12,6 м и диаметр ствола на высоте 1,3 м - 26 см. Дерево имело крону диаметром 6,5 м, протяженностью 11,7 м, объемом 194 $м^3$. (рисунок 6.2).

Рисунок 6.2 – Модельное дерево сосны кедровой корейской 7-52

Средняя длина приростов в высоту (с 1984 по 2017 гг.), определенная по расстоянию между мутовками, составила 33,3±2,32 см при очень большом уровне варьирования (V= 40,7 %). Минимальная величина прироста была равна 8,6 см, максимальная - 62,0 см.

На дереве было отмечено наличие 34 мутовок с живыми ветвями. Число ветвей в мутовках колебалось от 1 до 6 шт., в среднем составляя 3,8±0,19 шт. при большом уровне изменчивости (V = 30,0 %). Среднее число ветвей в мутовках дерева в зависимости от вертикального распределения в кроне составило от 3,3 шт. в нижней части кроны до 4,2 шт. в средней части. В верхней части кроны отмечен значительный уровень изменчивости числа ветвей в мутовках при среднем значении показателя 3,9 шт. Различия достоверны между числом ветвей в мутовках средней и нижней частей кроны при 90 %-ном уровне вероятности (таблица 6.6).

Таблица 6.6 – Показатели модельного дерева сосны кедровой корейской на плантации

Часть кроны	Средний прирост в высоту, см			Среднее число ветвей в мутовке, шт.		
	$X_{ср.}$±m	V, %	$t_ф$*	$X_{ср.}$±m	V, %	$t_ф$*
Верхняя (1984-1995)	40,6±2,44	20,0	-	3,9±0,24	17,9	0,66
Средняя (1996-2006)	37,2±5,06	45,1	0,61	4,2±0,40	31,8	-
Нижняя (2007-2017)	23,0±2,06	31,1	5,51	3,3±0,33	35,0	1,74
Среднее по всей кроне	33,3±2,32	40,7	2,17	3,8±0,19	30,0	0,90

* t_{05}=2,04, t_{10}=1,70

В верхней части кроны отмечалось превышение показателя прироста ствола в высоту (40,6±2,44 см), достоверно превышающее значения в нижней части кроны (23±2,06 см) и в среднем по дереву (33,3±2,32 см).

Был отмечен высокий уровень изменчивости приростов по высоте в средней части кроны (в период с 1996 г. по 2006 г.) В эти года прирост варьировал от 20 до 62 см.

У растущих деревьев кедровых сосен были определены показатели роста ветвей на высоте 1,3–1,5 м (таблица 6.7).

Таблица 6.7 – Характеристика боковых ветвей кедровых сосен в нижней части кроны

Происхождение	$X_{ср.}$	± m	± σ	V, %	P, %	$t_ф$ при t_{05} =2,04	Уровень изменчивости
Длина, м							
Бирюсинское	2,6	0,18	0,78	29,9	6,9	3,72	высокий
Приморское	3,6	0,20	0,64	17,9	5,7		средний
Диаметр у основания, см							
Бирюсинское	2,3	0,15	0,60	26,3	6,5	3,06	высокий
Приморское	3,3	0,29	0,93	28,5	9,0		высокий
Угол прикрепления ветвей к стволу кедровых сосен, град.							
Бирюсинское	90,2	1,46	6,20	6,9	1,6	11,38	низкий
Приморское	65,8	1,57	8,17	12,4	2,4		низкий
Количество ветвей в мутовке, шт.							
Бирюсинское	6,3	0,30	1,28	20,3	4,8	6,73	средний
Приморское	3,3	0,33	1,16	35,0	10,0		высокий

В 55-летнем возрасте сосна кедровая корейская имела наибольшую длину боковых побегов. Превышение составляет 38,5 % в сравнении с сосной кедровой сибирской. Больший диаметр боковых побегов в месте прикрепления к стволу также отмечен у интродуцированного вида кедровой сосны. В 55-летнем возрасте средний угол прикрепления ветвей к стволу составил 65,8-90,2°. Наибольший угол отмечен у сосны кедровой сибирской в сравнении с сосной кедровой корейской ($t_ф > t_{05}$). Большее количество ветвей в мутовках нижней части кроны формируется у аборигенного вида (6,3 против 3,3 шт.).

Средняя длина хвои на побегах в 53-55-летнем возрасте в сравниваемых вариантах отличалась незначительно (таблица 6.8).

Таблица 6.8 – Длина хвои кедровых сосен, см

Происхождение	$X_{ср.}$	± m	± σ	V, %	P, %	$t_ф$ при t_{05} =2,04	Уровень изменчивости
Побег 53 года							
Бирюсинское	10,8	0,58	1,41	13,0	5,3	0,62	средний
Приморское	10,4	0,28	0,90	8,6	2,7		низкий
Побег 54 года							
Бирюсинское	11,0	0,46	1,03	28,2	11,5	0,51	высокий
Приморское	10,7	0,36	1,13	10,6	3,3		низкий
Побег 55 года							
Бирюсинское	10,8	0,58	1,41	13,0	5,3	0,38	средний
Приморское	11,1	0,54	1,70	15,4	4,9		средний

Наибольшая средняя длина хвои (11,1±0,54 см) отмечалась у деревьев сосны кедровой корейской на побеге в 55-летнем возрасте. Наблюдается уровень изменчивости длины хвои от низкого до высокого (8,6-28,2 %).

Средняя продолжительность жизни хвои потомств сосны кедровой сибирской равна 3,4±0,20 лет, корейской – 3,2±0,23 лет без достоверных различий между видами. Уровень изменчивости данного показателя у кедровых сосен высокий.

У многих деревьев сосны кедровой корейской хвоя имеет сизоватую окраску (рисунок 6.3).

Рисунок 6.3 – Побег сосны кедровой корейской на плантации

6.2 Сравнение показателей репродуктивного развития кедровых сосен

Сопоставлено репродуктивное развитие сосны кедровой сибирской местного (бирюсинского) происхождения и сосны кедровой корейской.

Установлено, что в 55-летнем биологическом возрасте в кроне сосны кедровой корейской было сформировано в среднем 5,9±0,38 шт. семеносящих побегов, что меньше, чем у аборигенного вида в 2,2 раза. Количество семеносящих побегов в кроне кедровых сосен варьировало от 1

до 30 шт. (приложение Г). По семенной продуктивности отмечено также значительное превосходство сосны кедровой сибирской бирюсинского происхождения в сравнении с сосной кедровой корейской: 22,6±2,01 шт. шишек в сравнении с 11,5±0,82 шт.

При подсчете числа шишек в пучке выявлено, что наибольшими показателями характеризуется сосна кедровая корейская. Максимальное количество шишек в пучке достигало 4 шт. (приложение Г), в среднем по вариантам составляя 1,8±0,07 шт. и 2,1±0,07 шт. Уровень изменчивости данного показателя средний (таблица 6.9).

Таблица 6.9 – Показатели семеношения деревьев кедровых сосен

Происхождение	$X_{ср.}$	± m	± σ	V, %	P, %	$t_ф$ при t_{05} =2,04	Уровень изменчивости
Количество побегов с шишками на дереве, шт.							
Бирюсинское	14,3	0,92	6,55	45,9	6,4	8,44	очень высокий
Приморское	5,9	0,38	2,44	41,3	6,4		очень высокий
Количество шишек в пучке, шт.							
Бирюсинское	1,8	0,07	0,37	20,3	3,7	3,03	средний
Приморское	2,1	0,07	0,43	20,5	3,2		средний
Количество шишек на дереве, шт.							
Бирюсинское	22,6	2,01	11,20	49,5	8,9	5,11	очень высокий
Приморское	12,3	0,98	5,61	45,7	8,0		очень высокий

Удельная энергия семеношения деревьев кедровых сосен в 55-летнем возрасте составляет от 0,14 до 1,55 шишек/см. В среднем данный показатель равен 0,76 шишек/см у аборигенного вида и 0,40 шт./см у интродуцента.

В 56-летнем возрасте количество шишек на деревьях варьировало от 1 до 12 шт., в среднем составило 7,5 шт. у сосны кедровой корейской и 4.1 шт. у местного вида.

У кедровых сосен отмечено формирование побегов с мужским цветением в количестве от 7 до 54 шт. (приложение Г).

В 2019 г. у деревьев сосны кедровой сибирской сформировалось 29,8±2,86 шт. побегов с микростробилами, у интродуцента - 31,6 ± 2,11 шт. (таблица 6.10).

Таблица 6.10– Показатели мужского цветения деревьев кедровых сосен

Происхождение	$X_{ср.}$	± m	± σ	V, %	P, %	$t_ф$ при t_{05} =2,04	Уровень изменчивости
Количество побегов с микростробилами, шт.							
Бирюсинское	29,8	2,86	15,94	53,4	9,6	0,51	очень высокий
Приморское	31,6	2,11	12,11	38,3	6,7		высокий
Количество мужских соцветий на побеге, шт.							
Бирюсинское	12,2	0,59	3,27	26,8	4,8	2,81	высокий
Приморское	15,2	0,89	5,13	33,8	5,9		высокий

При изучении мужского цветения, было установлено, что обильным количеством мужских соцветий отличалась сосна кедровая корейская приморского происхождения в сравнении с сосной кедровой сибирской местного происхождения (рисунок. 6.4).

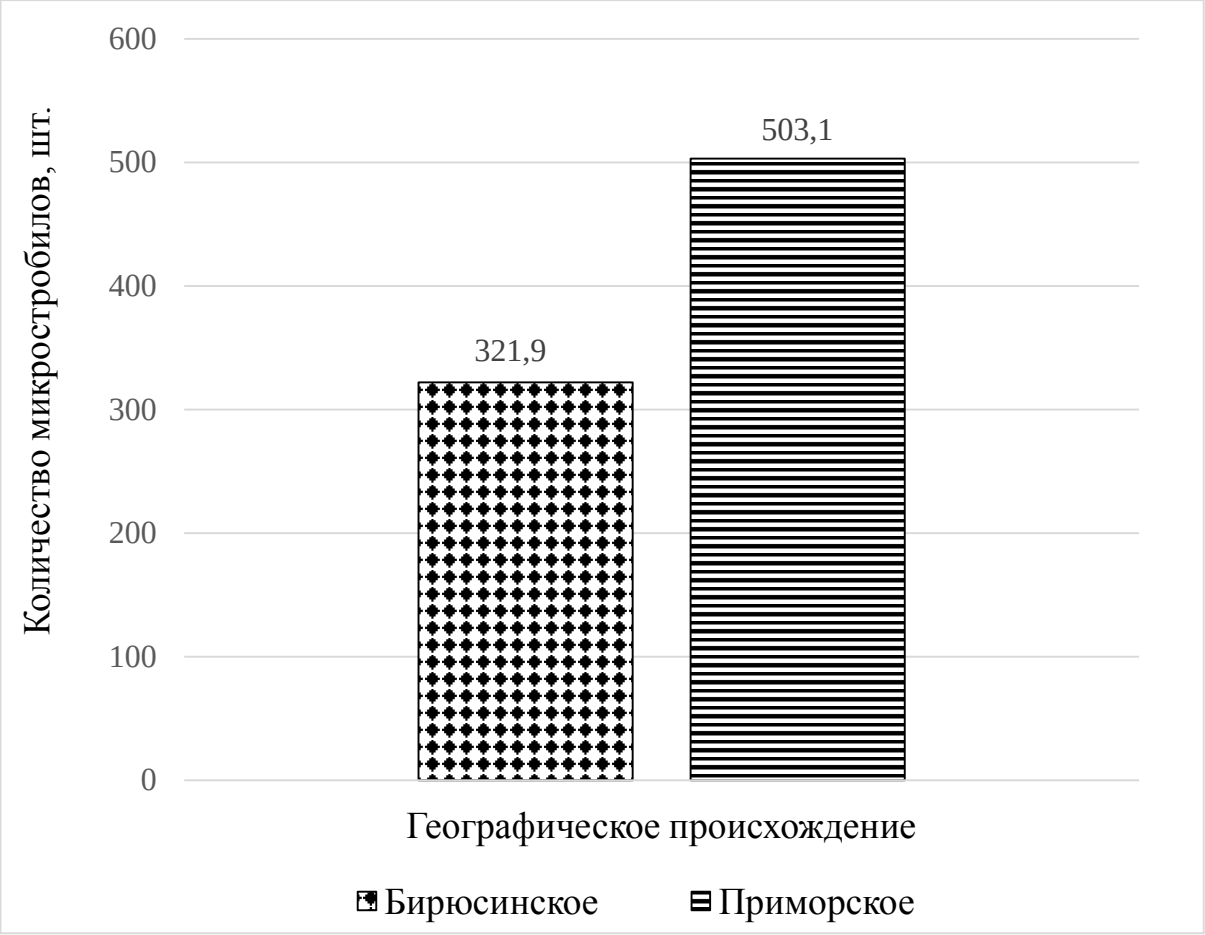


Рисунок 6.4 - Количество мужских соцветий, шт./дерево

Наибольшее количество микростробилов было отмечено на деревьях интродуцента сосны кедровой корейской, что составляет 503,1 шт. на дереве. Количество микростробилов достигало до 1173 шт. у сосны кедровой корейской (приложение Г).

Был проведен отбор деревьев по интенсивности роста и семеношению.

Среди деревьев сосны кедровой сибирской и сосны кедровой корейской 55-летних возраста разного географического происхождения были отселектированы экземпляры, отличающиеся наибольшими показателями роста по высоте (таблица 6.11).

Таблица 6.11 - Отселектированные деревья кедровых сосен, отличающиеся наибольшей высотой

Географическое происхождение/ возраст, лет	Номер секции/ дерева	Высота	
		м	% к $X_{ср.}$
Бирюсинское 55 лет	8-3	14,4	109,9
Среднее значение по варианту		13,1	100,0
Приморское 55 лет	7-1	15,9	106,0
	7-28	16,1	107,3
Среднее значение по варианту		15,0	100,0

Наибольшей высотой характеризуются деревья сосны кедровой корейской 55-летнего возраста приморского происхождения.

Экземпляры, имеющие превышение по диаметру ствола на 10 % и более, представлены в таблице 6.12.

Таблица 6.12 – Отселектированные деревья по диаметру ствола

Географическое происхождение	Номер секции/ дерева	Диаметр	
		см	% к Хср.
Бирюсинское	8-7	33,9	113,4
	8-3	33,2	111,0
Среднее значение варианту		29,9	100,0
Приморское	7-1	35,3	113,5
	7-28	37,3	119,9
Среднее значение по варианту		31,1	100,0

Наибольший средний диаметр по вариантам наблюдается у бирюсинского происхождения (29,9 см). Максимальный диаметр ствола был у деревьев приморского происхождения №7-28 (37,3 см).

По двум показателям высоте и диаметру ствола отселектированы следующих деревья происхождений: бирюсинское (8-3), приморское (7-1, 7-28).

Для отбора деревьев по экологической эффективности сопоставили диаметр, протяженность кроны и длину хвои. Отселектированные деревья кедровых сосен по данному показателю приведены в таблице 6.13.

Таблица 6.13 - Отселектированные 55-летние деревья кедровых сосен, отличающиеся наибольшему диаметру кроны

Географическое происхождение	Номер дерева	Диаметр кроны	
		м	% к $X_{ср.}$
Бирюсинское	8-5	7,8	110,7
Среднее значение по варианту		7,0	100,0
Приморское	7-5	10,3	113,2
	7-6	9,6	105,5
	7-44	9,6	105,5
Среднее значение по варианту		9,1	100,0

У сосны кедровой корейской приморского происхождения наибольший диаметр кроны (9,1 м).

Данные отбора деревьев кедровых сосен по протяженности живой кроны представлены в таблице 6.14.

Таблица 6.14 - Отселектированные 55-летние деревья кедровых сосен, отличающиеся наибольшей протяженности кроны

Географическое происхождение	Номер секции/ дерева	Протяженность кроны	
		м	% к $X_{ср.}$
Бирюсинское	8-4	13,1	109,2
Среднее значение по варианту		12,0	100,0
Приморское	7-1	15,5	107,6
	7-28	15,6	108,3
Среднее значение по варианту		14,4	100,0

Средняя длина хвои кедровых сосен составляла 10,8 - 11,1 см. Отобранные по данному показателю экземпляры имели длину хвои 15,2-13,1 см (таблица 6.15).

Таблица 6.15 - Отселектированные 55-летние деревья кедровых сосен, отличающиеся наибольшей длиной хвои

Географическое происхождение	Номер секции/ дерева	Длина хвои	
		см	% к $X_{ср.}$
1	2	3	4
Бирюсинское	8-5	13,1	121,3
Среднее значение по варианту		10,8	100,0
Приморское	7-1	12,2	109,9
	7-4	12,4	111,7
	7-12	12,5	112,6
	7-19	12,7	114,4
	7-44	12,3	110,8
Среднее значение по варианту		11,1	100,0

Среди деревьев отселектированы экземпляры с наилучшими показателями репродуктивного развития. Наибольшим количеством шишек отличается потомство сосны кедровой сибирской бирюсинского происхождения – в среднем 22,6 шт./дерево (таблица 6.16).

Таблица 6.16 - Отселектированные деревья по образованию шишек деревьев кедровых сосен

Географическое происхождение	Номер дерева	Количество шишек на дереве	
		шт.	% к $X_{ср.}$
1	2	3	4
Бирюсинское	8-3	36	159,3
	8-10	28	123,9
	8-15	33	146,0
	8-19	38	168,1
	8-20	32	141,6
	8-24	41	181,4
	8-26	40	177,0
	8-27	44	194,7
	8-30	28	123,9
	8-35	42	185,8
Среднее значение по варианту		22,6	100,0
Приморское	7-6	18	146,3
	7-20	16	130,1
	7-25	20	162,6
	7-26	15	122,0
	7-29	18	146,3
	7-38	18	146,3

Окончание таблицы 6.16

1	2	3	4
Приморское	7-39	22	178,9
	7-52	16	130,1
	7-79	18	146,3
	7-86	33	268,3
Среднее значение по варианту		12,3	100,0

В 56-летнем возрасте (2020 г.) были отобраны экземпляры, сформировавшие наибольшее число шишек на дереве (таблица 6.17).

Таблица 6.17 – Отселектированные деревья кедровых сосен по количеству шишек в 2020 году

Географическое происхождение	Номер секции/ дерева	Количество шишек на дереве	
		шт.	% к $X_{ср.}$
1	2	3	4
Бирюсинское	8-3	8	195,1
	8-19	12	292,7
	8-21	7	170,7
	8-24	5	122,0
	8-26	9	219,5
	8-41	7	170,7
	8-61	6	146,3
Среднее значение по варианту		4,1	100,0
Приморское	7-52	11	146,7
	7-54	9	120,0

Окончание таблицы 6.17

1	2	3	4
Приморское	7-57	9	120,0
Среднее значение по варианту		7,5	100,0

Были отселектированы экземпляры кедровых сосен, относящиеся к многошишечной форме (от трех и более шишек в пучке), среди них выбраны с наибольшим числом шишек в пучке (4 шт.): бирюсинские (8-8) и корейские из Приморского края (7-58, 7-79, 7-86, 7-89).

Экземпляры кедровых сосен, отличающиеся обильным мужским цветением, представлены в таблице 6.18.

Таблица 6.18 - Отселектированные деревья кедровых сосен по наибольшему образованию микростробилов

Географическое происхождение	Номер секции/ дерева	Количество микростробилов на дереве		Количество побегов с микростробилами	
		шт.	% к $X_{ср.}$	шт.	% к $X_{ср.}$
Бирюсинское	8-10	882	274,0	49	164,4
	8-28	408	126,7	34	114,1
Среднее значение по варианту		321,9	100,0	29,8	100,0
Приморское	7-35	630	125,2	38	120,3
	7-36	1161	230,8	42	132,9
	7-38	838	166,6	54	170,9
	7-39	721	143,3	43	136,1
	7-80	858	170,5	44	139,2
	7-81	1173	233,2	46	145,6
	7-87	780	155,0	40	126,6
Среднее значение по варианту		503,1	100,0	31,6	100,0

По наибольшему образованию мужских соцветий (более 1000 шт.), выделены деревья приморского происхождения (7-36, 7-81).

Отселектированные экземпляры рекомендуется размножать прививкой, способом «сердцевиной на камбий» по методике Е.П. Проказина. [131]

В 2015 г. было проведено сравнение развития ramet отселектированных кедровых сосен, полученных с использованием гомопластических и гетеропластических прививок.

Установлено лучшее развитие растений, привитых на подвой того же вида. Так, при прививке сосны кедровой корейской на сосну кедровую корейскую 85,7 % ramet образовали прирост, 71,4 % из которых сформировали хвою на побеге текущего года, 57,1 % - почки (рисунок 6.5).

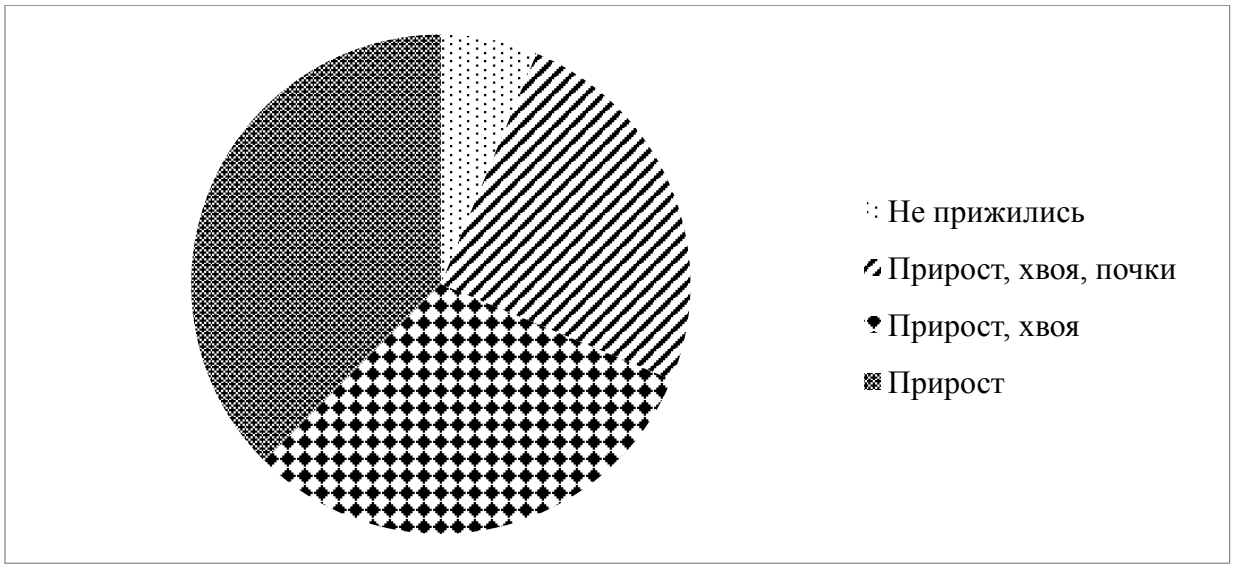


Рисунок 6.5 - Развитие однолетних гомопластических ramet сосны кедровой корейской в 2015 г.

При использовании в качестве подвоя сосны кедровой сибирской результаты были ниже – всего 40 % ramet дали текущий прирост, из них только у половины образовались почки и хвоя (рисунок 6.6).

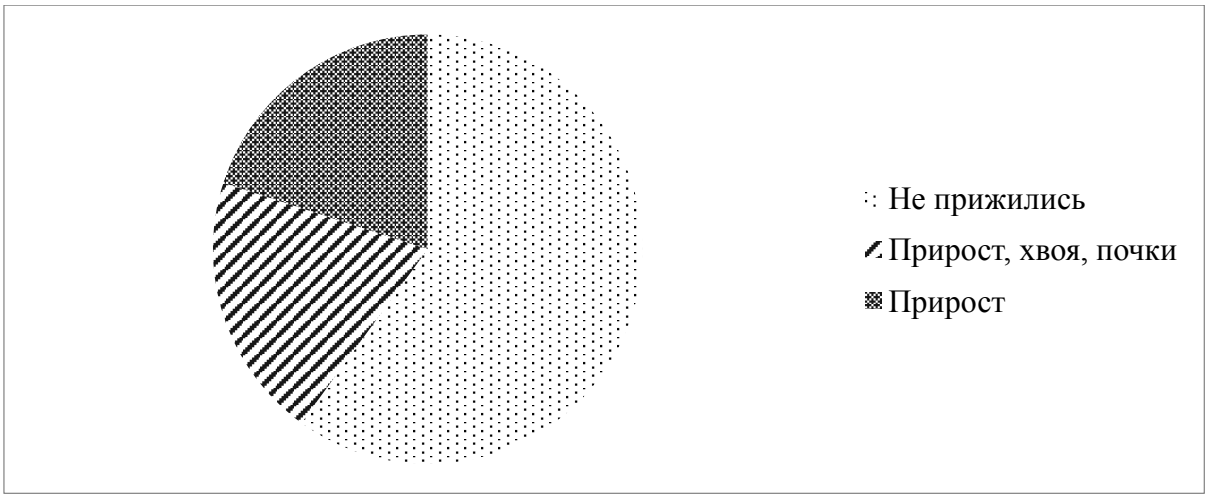


Рисунок 6.6 - Развитие однолетних гетеропластических рамет сосны кедровой корейской в 2015 г.

6.3 Выводы

1. Рост кедровых сосен находится в зависимости от их видовой принадлежности. Сосна кедровая корейская приморского происхождения характеризовалась лучшими показателями роста в 53-55-летнем биологическом возрасте по высоте, диаметру кроны, длине годичных приростов, длине и диаметру бокового побега в нижней части кроны, длине хвои. Сосна кедровая сибирская бирюсинского (местного) происхождения отличается формированием большего количества ветвей и продолжительностью жизни хвои.

2. Большей урожайностью в 53-55-летнем биологическом возрасте в условиях плантаций пригородной зоны Красноярска отличается сосна кедровая сибирская местного происхождения.

3.Отселектированы деревья кедровых сосен, отличающиеся лучшим ростом и показателями репродуктивного развития (образующие наибольшее количество побегов с шишками, шишек на дереве, в пучке, побегов с микростробилами, мужских соцветий). Выделенные экземпляры рекомендуется размножать гомопластическими прививками, способом «сердцевиной на камбий».

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. В условиях загущенных групповых посадок повышенные темпы роста отмечались у потомств сосны кедровой сибирской из Коми, а также местного (бирюсинского) и читинского происхождения. Лучшими показателями семеношения характеризовалось потомство из Коми.

2. Географическое происхождение семян влияет на рост и репродуктивное развитие семенного потомства сосны кедровой сибирской. Лучшим ростом на плантации отличается потомство алтайского происхождения. Замедленный рост отмечен у потомства лениногорского происхождения из Казахстана. Наиболее интенсивным образованием шишек характеризуется потомство алтайского, микростробилов – лениногорского происхождения.

3. Густота посадки оказывает влияние на репродуктивное развитие деревьев. При разреженной посадке к 55-летнему возрасту в пору семеношения вступает подавляющее большинство деревьев (82,5 %), при загущенной посадке – не более 30 %. При редкой посадке деревья формируют большее количество семеносящих побегов, отличаются большей пыльцевой продуктивностью, образовывают к 55-летнему возрасту вдвое больше шишек на дереве, чем при густой посадке.

4. При разреженной посадке кедровые сосны к 56-летнему биологическому возрасту достигают больших размеров по диаметру ствола и кроны, рост деревьев протекает равномерно. Уровень изменчивости, в основном, низкий. Внутри групповых загущенных посадок между деревьями вследствие конкурентной борьбы уровень изменчивости показателей роста высокий и очень высокий.

5. На рост и репродуктивное развитие деревьев оказывает влияние межвидовая изменчивость кедровых сосен. Во втором классе возраста в условиях плантаций лучшим ростом характеризуется сосна кедровая

корейская приморского происхождения, большей урожайностью – аборигенный вид – сосна кедровая сибирская.

6. На репродуктивное развитие сосны кедровой сибирской влияет географическое происхождение семян. Лучшими показателями семеношения характеризовалось потомство из Коми и Томской области.

7. Отселектированы экземпляры кедровых сосен, отличающиеся быстрым ростом, вступлением в репродуктивную фазу и интенсивным образованием генеративных органов.

Практические рекомендации

1. Для создания семенных плантаций кедровых сосен в условиях юга Средней Сибири рекомендуется использовать схему посадки не менее 5х5 м.

2. При создании плантационных культур экологической направленности в них целесообразно вводить сосну кедровую корейскую приморского происхождения, отличающуюся в пригородной зоне Красноярска повышенными темпами роста во втором классе возраста.

3. Деревья, отобранные по пыльцовой продуктивности, рекомендуется вводить в создаваемые плантации для обеспечения дополнительного опыления с целью повышения урожайности на созданных плантациях.

4. Отселектированные деревья кедровых сосен следует размножать с использованием гомопластических прививок.

Перспективы дальнейшей разработки темы заключаются в продолжении наблюдений за ростом и развитием деревьев на опытных участках, проведением отбора, размножения с целью выращивания посадочного материала и создания целевых плантаций в условиях пригородной зоны Красноярска.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Андронова, М. М. Рост и развитие сосны кедровой сибирской в Вологодской области / М. М. Андронова, С. А. Корчагов // Вестник МГУ Леса - Лесной вестник : 2015. – Т. XIX. – № 6. – С. 45-49.

2. Бабич, Н. А. Бесценный дар тайги / Н. А. Бабич, Н. Н. Соколов, А. А. Бахтин. - Архангельск : АГТУ, 1996. - 224 с.

3. Бабич, Н. А. Селекция и семенная репродукция кедра сибирского / Н. А. Бабич, Р. С. Хамитов, С. М. Хамитова. - Вологда-Молочное : ИЦ ВГМХА, 2014. - 154 с.

4. Багаев С. С. Апробация и совершенствование методов количественной оценки урожая шишек хвойных пород на объектах лесосеменной базы / С. С. Багаев // Плодоводство, семеноводство, интродукция древесных растений, 2021. - Т. XXIV. - С. 11-14.

5. Бех, И. А. Сосна кедровая сибирская (сибирское чудо-дерево) / И. А. Бех, А. М. Данченко, И. В. Кибиш. – Томск : ТГУ, 2004. - 160 с.

6. Бондарев, А. Я. Перспективы совместного использования лесных генетико-селекционных объектов различными субъектами СФО / А. Я. Бондарев, И. П. Болонин, Р. В. Роговцев, В. В. Тараканов, Л. И. Кальченко // Интерэкспо ГЕО-Сибирь, 2012. - Т. IV. - С. 123-127.

7. Бобринев, В. П. Кедровые леса Восточного Забайкалья / В. П. Бобринев, Л. Н. Пак, В. В. Фищенко. – Новосибирск : Изд-во СО РАН, 2004. - 264 с.

8. Братилова, Н. П. Адаптационная способность кедра корейского на юге Средней Сибири / Н. П. Братилова // Лесное хозяйство, 2004. - № 5. - С. 28-29.

9. 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, 2004а. - Т. XXII. - № 1-2. - С. 77-81.

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

11. Братилова, Н. П. Оценка биопродуктивности плантационных культур кедровых сосен в зеленой зоне Красноярска: монография / Н. П. Братилова, А. В. Калинин. – Красноярск : СибГТУ, 2012. - 132 с.

12. Братилова, Н. П. Репродуктивное развитие 45-летней сосны кедровой сибирской разного географического происхождения на плантациях Северосаянского лесосеменного района / Н. П. Братилова, Р. Н. Матвеева, А. М. Пастухова, С. А. Орешенко // Плодоводство, семеноводство, интродукция древесных растений. - Красноярск : СибГТУ, 2013. – Т. XVI. - № 16. – С. 14-17.

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

14. Братилова, Н. П. Особенности роста сосны кедровой сибирской разного географического происхождения в 17-46-летнем возрасте / Н. П. Братилова, Р. Н. Матвеева, О. Ф. Буторова, Ю. Е. Щерба // Наукові праці лісівничої академії наук України, 2015. - № 13. - С. 59-63.

15. Братилова, Н. П. Интродукция сосны кедровой корейской на юге Средней Сибири / Н. П. Братилова, Р. Н. Матвеева, А. М. Пастухова [и др.] // Хвойной бореальной зоны, 2019. - Т. XXXV. - № 3-4. - С. 209-213.

16. Бродников, С. Н. Анализ технологий создания культур сосны кедровой сибирской в условиях Сернурского лесничества республики Марий Эл / С. Н. Бродников // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика, 2014. – Т. II. - № 5-3 (10-3). – С. 20-23.

17. Брынцев, В. А. Рост и развитие сеянцев кедра сибирского разных климатипов при интродукции / В. А. Брынцев, А. А. Коженкова // Лесохозяйственная информация, 1992. - № 4. - С. 17-20.

18. Брынцев В. А. Географическая изменчивость сосны кедровой сибирской (*Pinus Sibirica* Du Tour) при интродукции / В. А. Брынцев, А. А. Коженкова // Известия Высших Учебных Заведений. Лесной журнал, 2016. - № 6 (354). – С. 89-97.

19. Брынцев, В. А. Рост разных климатипов сосны кедровой сибирской при интродукции в Московскую область / В. А. Брынцев, А. А. Коженкова // Плодоводство, семеноводство, интродукция древесных растений. Красноярск : СибГАУ. – 2016. Т. XIX. - № 19 (1). - С. 11-14.

20. Бузыкин, А. И. Влияние густоты на морфоструктуру и продуктивность культур сосны / А. И. Бузыкин, Л. С. Пшеничникова // Лесоведение, 1999. - № 1. – С. 38-43.

21. Вараксин, Г. С. Состояние и продуктивность культур сосны обыкновенной разных возрастов в северной части Монголии / Г. С. Вараксин, Ц. Зандраабалын, Г. Сухбаатарын // Вестник КрасГАУ. – Красноярск : КрасГАУ. - 2010. - № 9.- С. 120-124.

22. Велисевич, С. Н. Рост и репродукция разновысотных ценопопуляций сосны кедровой сибирской (pinus sibirica du tour) в Северо-Восточном Алтае / С. Н. Велисевич, О. В. Хуторной, О. Ю. Читоркина // Вестник Томского государственного университета. Биология, 2009. - № 3 (7). - С. 73-84.

23. Велисевич, С. Н. Структура разнообразия по вегетативной и генеративной структуре кроны кедра сибирского на плантации с разреженной посадкой / С. Н. Велисевич, А. В. Попов // ИЗВУЗ. «Лесной журнал». – Архангельск : САФУ. - 2019. № 5. – С. 35-47.

24. Верхунов, П. М. Таксация леса / П. М. Верхунов, В. Л. Черных. - Йошкар-Ола: Марийский государственный технический университет, 2007. – 396 с.

25. Видякин, А. И. Эффективность плюсовой селекции древесных растений / А. И. Видякин // Хвойные бореальной зоны, 2010. – Т. XXVII. - № 1-2. - С. 18-24.

26. Выводцев, Н. В. Особенности роста, строения и продуктивности кедровых лесов модельного леса "Гассинский" / Н. В. Выводцев, Р. Кобаяси // Модельный лес "Гассинский" Проблема организации многоцелевого лесопользования. – Хабаровск. - 1999. - С 99-109.

27. Выводцев, Н. В. Урожайность орехов сосны кедровой в Хабаровском крае. Актуальные проблемы лесного комплекса / Н. В. Выводцев, Р. Кобаяси // Сборник научных трудов по итогам международной научно-технической конференции. – Брянск: БГИТА. – 2007. - Вып. 17. - С. 43-46.

28. Выводцев, Н. В. Лесные плантации сосны кедровой корейской на Дальнем Востоке / Н. В. Выводцев, Р. Кобаяси // Актуальные проблемы лесного комплекса. – Брянск: БГИТА. - 2009. – Вып. 22. – С. 16–19.

29. 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.

30. Выводцев, Н. В. Искусственные посадки кедра корейского (*pinus koraiensis*) как способ увеличения биоразнообразия в Хабаровском крае / Н. В. Выводцев, Р. Кобаяси, И. Хонго // Вестник КрасГАУ, 2014. № 11. – С. 165-170.

31. Выводцев, Н. В., Рост искусственных насаждений сосны кедровой корейской в зеленой зоне Хабаровска / Н. В. Выводцев, А. В. Вилкин // Плодоводство, семеноводство, интродукция древесных растений. Тихоокеанский государственный университет, г. Хабаровск. - 2019. - Т. XXII С. 31-33.

32. Гвоздев, В.К. Динамика роста и продуктивности лесных культур ели европейской разной густоты / В.К. Гвоздев, А.П. Волкович // Лесное хозяйство, 2012. - № 1. – С. 161-164.

33. Горошкевич, С. Н. Динамика роста и плодоношения кедра сибирского. Уровень и характер изменчивости признаков / С. Н. Горошкевич // Экология, 2008. - № 3. - С. 181-188.

34. Горошкевич, С. Н. Динамика роста и плодоношения кедра сибирского (*Pinus sibirica* Du Tour): цикличность или ациклические колебания? / С. Н. Горошкевич // Вестник Томского государственного университета. Биология, 2017. - № 38. - С. 104-121.

35. Гриднев, А. Н. Рост сосны кедровой корейской разного географического происхождения в культурах на юге Приморского края / А. Н. Гриднев, С. В. Дюгай // Аграрный Вестник Приморья, 2018. - № 4 (12). – С. 86-91.

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

37. 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.

38. Гузь, Н. М. Кедр атласский в лесных культурах Закарпатья / Н. М. Гузь, А. П. Иванюк, Т. В. Фенныч // Плодоводство, семеноводство, интродукция древесных растений. – Красноярск : СибГТУ. - № 13. - 2010. – С. 42-44.

39. Данченко, А. М. Программа селекционного улучшения кедровых лесов Томской области / А. М. Данченко, В. Н. Воробьев // Проблемы экологии Томской области. – Томск. - 1992. - Т. I. - С. 77-79.

40. Демаков, Ю. П. Групповая и индивидуальная изменчивость годичного прироста деревьев по высоте в культурах сосны Марийского Заволжья / Ю. П. Демаков, Т. В. Нуреева // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование, 2019. - № 3 (43). - С. 25-45.

41. Дебков, Н. М. Искусственное восстановление кедровых лесов Томской области / Н. М. Дебков, В. С. Панёвин // ИЗВУЗ. «Лесной журнал». – Архангельск : САФУ. - 2019. - № 2. - С. 9-21.

42. Джурабаева, М. О. Рост и развитие хвойных растений в условиях северного Таджикистана / М. О. Джурабаева // Доклады Академии наук Республики Таджикистан, 2018. - Т. LXI. - № 7-8. - С. 679-684.

43. Дроздов, И. И. Лесная интродукция: Учебное пособие / И. И. Дроздов, Ю. И. Дроздов. - М.: МГУЛ, 2000. - 135 с.

44. Ефимов, Ю. П. Современные проблемы и перспективы улучшения лесов селекционно-генетическими методами / Ю.П. Ефимов // Лесохозяйственная информация. Всероссийский научно-исследовательский институт лесной генетики, селекции и биотехнологии, 2008. - № 3-4. - С. 30-32.

45. Ефимов, Ю. П. Семенные плантации в селекции и семеноводстве сосны обыкновенной / Ю. П. Ефимов. - Воронеж: «Истоки», 2010. - 253 с.

46. Жук, Е. А. Рост кедра европейского (*Pinus Cembra* L.) на юге Западной Сибири / Е. А. Жук, С. Н. Горошкевич // Вестник АлтГАУ, 2017. – № 12 (158). – С. 74-78.

47. Жук, Е. А. Внутривидовая дифференциация кедра сибирского по росту, семеношению и устойчивости к вредителям при выращивании на юге Томской области / Е. А. Жук // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии, 2020. - Т. 19, - № 2. - С. 198-201.

48. Земляной, А. И. Особенности семеношения кедра сибирского на Северной границе ареала / А. И. Земляной, В. И. Барановский // Хвойные бореальной зоны, 2007. - Т. XXIV. - № 2-3. - С. 183-186.

49. Земляной, А. И. Восстановлении кедровых лесов и создании селекционных плантаций кедра сибирского (Pinus Sibirica Du Tour) / А. И. Земляной. ГЕО-Сибирь. – Новосибирск : СГУГиТ. - 2011. - Т. III. - № 2. - С. 170-173.

50. Земляной, А. И. Сравнительная характеристика семенной продуктивности деревьев в естественных древостоях, лесных культурах и плантациях кедра сибирского / А. И. Земляной, В. Е. Ковалевский, А. В. Шакиров // ГЕО-Сибирь. – Новосибирск : СГУГиТ. - 2011а. – Т. III.- № 2. – С. 165-169.

51. Земляной, А. И. Особенности динамики семеношения кедра сибирского (pinus sibirica du tour) в Западной Сибири в связи с изменением климата / А. И. Земляной // ГЕО-Сибирь, 2015. - Т. III. - № 4. - С. 49-52.

52. 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.

53. Иванов, В. В. Влияние густоты древостоя на формирование кроны и рост по диаметру сосны обыкновенной (Pinus sylvestris L.) / В. В. Иванов, А. Н. Борисов, А. Е. Петренко // ИВУЗ. «Лесной журнал». – Архангельск : САФУ. - 2019. - № 3. - С. 9-16.

54. Ипатов, Л. Ф. Кедры Соезерья (научно-популярные очерки) / Л. Ф. Ипатов. – Архангельск : ГУП Соломбальская типография, 2005. – 32 с.

55. Ирошников, А. И. Плодоношение кедра сибирского в Западном Саяне / А. И. Ирошников // Труды Института леса и древесины, 1963. - С. 104-119.

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

57. Ирошников, А. И. Биоэкологические свойства и изменчивость кедра сибирского / А. И. Ирошников // Кедровые леса Сибири. – Новосибирск : Наука. - 1985. - С. 8-40.

58. 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. – Тюмень : ТГУ. - 2018. - Т IX. - № 3. – С. 94-107.

59. Ковалев, А. П. Методы восстановления кедровых лесов на Дальнем Востоке / А. П. Ковалев, М. А. Шешуков, В. В. Позднякова // ИВУЗ. «Лесной журнал», 2018. - № 3 (363). - С. 77-83.

60. Коновалов, В. Ф. Состояние и закономерности роста сосны обыкновенной на лесосеменных объектах Республики Башкортостан / В. Ф. Коновалов, Э. Р. Насырова // Вестник МГУ Леса - Лесной вестник. - Московский ГУЛ. - 2016. - Т. 20. - № 2. - С. 60-65.

61. Коновалов, В. Ф. Оценка состояния и роста сосны обыкновенной и ели обыкновенной различного происхождения / В. Ф. Коновалов, Э. Р. Насырова, Н. И. Хайбуллина // Достижения науки и инновации – аграрному производству. Уфа : Башкирский ГАУ. – 2017. - С. 32–35.

62. Коновалов, В. Ф. Закономерности роста и качества лесных культур ели обыкновенной / В. Ф. Коновалов, Э. Р. Ханова, Д. В. Юнусов, Л. Гареева, Г. Е. Одинцов // Российский электронный научный журнал, 2019. - № 3 (33). - С. 191-199.

63. Коновалов, В. Ф. Анализ роста и динамики состояния лесных культур сосны обыкновенной / В. Ф. Коновалов, Р. Р. Байтурина, Э. Р. Ханова, А. Ю. Хисматуллин // Российский электронный научный журнал, 2021. - № 2 (40). - С. 149-160.

64. Крестьяшин, Л. И. Рост и строение редких культур кедка сибирского в Вологодской области / Л. И. Крестьяшин // Кедр сибирский на Европейском Севере СССР: его распространение, возобновление и культура. - Л. : Наука. - 1972. - С. 63-71.

65. Кузнецова, Г. В. Географические культуры и плантации кедра сибирского и кедра корейского на юге Красноярского края / Г. В. Кузнецова // Генетика и селекция - на службе лесу. - Воронеж, 1996. - С. 47-48.

66. Кузнецова, Г. В. Рост и репродуктивный процесс кедра сибирского и кедра корейского в географических культурах в Красноярском крае / Г. В. Кузнецова // Лесное хозяйство, 1998. - № 6. - С. 37-38.

67. Кузнецова, Г. В. Изучение изменчивости у климатипов кедра сибирского (*Pinus sibirica* Du Tour) на юге Красноярского края / Г. В. Кузнецова // Хвойные бореальной зоны, 2007. – Т. XXIV. - № 4–5. - С. 423-426.

68. Кузнецова, Г. В. Рост, состояние и развитие кедровых сосен в географических культурах на юге Красноярского края / Г. В. Кузнецова // Хвойные бореальной зоны, 2010. – Т. XXVII. - № 1-2. - С. 102-107.

69. Кузнецова, Г. В. Изучение адаптационного потенциала у кедровых сосен в разных пунктах тестирования / Г. В. Кузнецова, В. С. Грек // Плодоводство, семеноводство, интродукция древесных растений. – Красноярск: СибГУ им. М.Ф. Решетнева. - 2018. - Т. XXI. - С. 106-109.

70. Кузьмин, С. Р. Географическая изменчивость хвои у сосны обыкновенной в Приангарье / С.Р. Кузьмин // Леса Евразии - Белые ночи. Мытищи. - 2003. - С. 101-103.

71. Кузьмина, Н. А. Анализ динамики роста климатипов сосны обыкновенной в географических культурах в Средней Сибири / Н. А. Кузьмина, С. Р. Кузьмин // Сибирский лесной журнал, 2017. - № 2. - С. 31-39.

72. Кузьмичев, В. В. Математическая статистика / В. В. Кузьмичев, Н. В. Павлов, А. С. Смольянов. – Красноярск: СТИ, 1994. – 80 с.

73. Кузьмичев, В. В. Рост культур сосны разной густоты в южной тайге Красноярского края / В. В. Кузьмичев, Л. С. Пшеничникова // Хвойные бореальной зоны, 2014. – Т. XXXII. - № 3-4. - С. 83-88.

74. Кравченко, О. Г. Изменчивость сроков поллинации и размеров микростробилов у видов рода кедр (cedrus trew) в Крыму / О. Г. Кравченко, Г. С. Захаренко // Бюллетень государственного Никитского ботанического сада, 2006. - № 93. - С. 25-28.

75. Лебедев, Ю. В. Создание постоянной лесосеменной базы в Свердловской области / Ю. В. Лебедев, Т. И. Заровнятных // Лесное селекционное семеноводство: опыт и перспективы. - Екатеринбург : Полиграфист, 2000. - С. 16–18.

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

77. 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.

78. Мамаев, С. А. Формы внутривидовой изменчивости древесных растений / С. А. Мамаев. - М. : Наука, 1973. - 283 с.

79. Матвеева, Р. Н. Рациональное использование кедровых популяций Сибири / Р. Н. Матвеева, О. Ф. Буторова, Н. П. Щерба // Актуальные вопросы геологии и географии Сибири. – Томск : ТГУ, 1998. – Т. IX. – С. 196-198.

80. Матвеева, Р. Н. Создание лесных плантаций хвойных пород / Р. Н. Матвеева, О. Ф. Буторова // Вестник СибГТУ. - 1999. - № 2. - С. 11-24.

81. Матвеева, Р. Н. Генетика, селекция, семеноводство кедра сибирского / Р. Н. Матвеева, О. Ф. Буторова. - Красноярск : СибГТУ, 2000. - 243 с.

82. Матвеева, Р. Н. Полезные свойства и методы размножения кедра сибирского / Р. Н. Матвеева, О. Ф. Буторова, Н. П. Братилова. - Красноярск : СибГТУ, 2003. - 154 с.

83. Матвеева, Р. Н. Рост и формирование фитомассы кедровых сосен разного географического происхождения в пригородной зоне Красноярска / Р. Н. Матвеева, О. Ф. Буторова, Н. П. Братилова // Лесная таксация и лесоустройство. - 2005. - № 1. - С. 39.

84. Матвеева, Р. Н. Биоразнообразие, отбор и размножение кедровых сосен в плантационных культурах зеленой зоны Красноярска / Р. Н.

Матвеева, О. Ф. Буторова, Н. П. Братилова // Хвойные бореальной зоны, 2007. - Т. XXIV. - № 2-3. - С. 243-247.

85. Матвеева, Р. Н. Коллекция кедровых сосен разного географического происхождения на опытных участках СибГТУ: справочно – учебное пособие / Р. Н. Матвеева, О. Ф Буторова. – Красноярск : СибГТУ, 2007а. - 68 с.

86. Матвеева, Р. Н. Отбор кедра сибирского по репродуктивному развитию на плантации «ЛЭП» Караульного участкового лесничества СибГТУ / Р. Н. Матвеева, А. Г. Кичкильдеев, Ю. Е. Щерба // Плодоводство, семеноводство, интродукция древесных растений. – Красноярск : СибГТУ. - 2010. - № 13. – С. 88-91.

87. Матвеева, Р. Н. Рост и семеношение полусибов плюсовых деревьев кедра сибирского в условиях юга Средней Сибири / Р. Н. Матвеева, О. Ф. Буторова, В. С. Филимохин. – Красноярск : СибГТУ, 2010а. – 150 с.

88. Матвеева, Р. Н. Влияние географического происхождения на репродуктивное развитие кедра сибирского на лесосеменной плантации за 24-летний период / Р. Н. Матвеева, О. Ф. Буторова, Ю. Е. Щерба // Вестник МарГТУ, 2011. – № 1. – С. 7-10.

89. Матвеева, Р. Н. Изменчивость шишек и семян кедровых сосен в начальный период репродуктивного развития / Р. Н. Матвеева, Н. П. Братилова, Ю. Е. Щерба // Вестник КрасГАУ, 2011а. - № 1 (52). - С. 89-92.

90. Матвеева, Р. Н. Рост кедра сибирского на ПЛСУ, формируемом в лесных культурах / Р. Н. Матвеева, О. Ф. Буторова, Н. М. Уфимцева // ИВУЗ. «Лесной журнал», 2011б. – № 4. – С. 25-30.

91. Матвеева, Р. Н. Влияние диаметра сеянцев на рост и репродуктивное развитие 41-летних деревьев сосны кедровой сибирской / Р. Н. Матвеева, О. Ф. Буторова, А. Г. Кичкильдеев // Вестник КрасГАУ, 2013. - № 7 (82). - С. 166-170.

92. Матвеева, Р. Н. Изменчивость репродуктивного развития кедровых сосен разного географического происхождения на плантации юга

Средней Сибири / Р. Н. Матвеева, Ю. Е. Колосовская, Е. Ю. Соколова // Хвойные бореальной зоны, 2013а. – Т. XXXI. - № 3-4. – С. 63-66.

93. Матвеева, Р. Н. Отбор по репродуктивному развитию 47-летних деревьев кедра сибирского, произрастающих по периметру дендрария СибГТУ / Р. Н. Матвеева, О. Ф. Буторова, А. Г. Кичкильдеев // Вопросы образования и науки в XXI веке. – Тамбов. – 2013б. - С. 96-98.

94. Матвеева, Р. Н. Репродуктивное развитие сосны кедровой сибирской разного географического происхождения на участке "Шахматово" в зеленой зоне города Красноярска / Р. Н. Матвеева, О. Ф. Буторова, А. Г. Кичкильдеев, В. В. Нарзяев // Наукові праці лісівничої академії наук України, 2013в. - № 11. - С. 80-82.

95. Матвеева, Р. Н. Изменчивость показателей роста и генеративного развития кедровых сосен на плантации зеленой зоны города Красноярска / Р. Н. Матвеева, Н. П. Братилова, О. Ф. Буторова // Сибирский лесной журнал, 2014. - № 2. - С. 81-85.

96. Матвеева, Р. Н. Особенности роста кедра сибирского (*pinus sibirica* Du Tour) разного географического происхождения за 30-летний период (юг Средней Сибири) / Р. Н. Матвеева, Н. П. Братилова, О. Ф. Буторова, Ю. Е. Щерба // Международные научные исследования, 2017. - № 3 (32). - С. 379-381.

97. Матвеева, Р. Н. Особенности роста 44-летних кедровых сосен в дендрарии СибГУ (зеленая зона г. Красноярска) / Р. Н. Матвеева, О. Ф. Буторова // Міжнародний науковий журнал інтернаука, 2017а. - Т. 1. - № 15 (37). - С. 24-26.

98. Матвеева, Р. Н. Отбор деревьев кедра сибирского высокой репродуктивной способности на географической лесосеменной плантации / Р. Н. Матвеева, Л. И. Милютин, О. Ф. Буторова, Н. П. Братилова // Лесной журнал, 2017б. - № 2. – С. 9-20.

99. Матвеева, Р. Н. Рост и репродуктивное развитие сосны кедровой сибирской разного географического происхождения при загущенной рядовой

посадке (зеленая зона г. Красноярска) / Р. Н. Матвеева, Н. П. Братилова, О. Ф. Буторова. - Красноярск : СибГУ им. М.Ф. Решетнева. - 2017в. 240 с.

100. 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 им. М.Ф. Решетнева, 2020. - 208 с.

101. Матвеева, Р. Н. Изменчивость *Pinus sibirica* Du Tour по образованию шишек за 10-летний период на прививочной гибридно-семенной плантации / Р. Н. Матвеева, О. Ф. Буторова, Н. П. Братилова, Ю. Е. Щерба, В. В. Комарницкий // Наукі праві Лісівничоі академии наук Украины, 2020а. - Т. XXIV. - № 2-3. С. 251-259.

102. 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 им. М.Ф. Решетнева, 2021. - 208 с.

103. Мерзленко, М. Д. Значение географических лесных культур в сохранении биологического разнообразия древесных растений / М. Д. Мерзленко, П. Г. Мельник // Всерос. совещание «Биологическое разнообразие лесных экосистем». – Москва, 12-15 ноября 1995 г. – М. : Типография Россельхозакадемии, 1995. – С. 325-327

104. Мерзленко, М. Д. Рост и состояние культур сосны разной густоты в Серебряноборском опытном лесничестве / М. Д. Мерзленко, Ю. Б. Глазунов // ИВУЗ. «Лесной журнал». – Архангельск : САФУ. - 2014. - № 6. - С. 32-40.

105. Мерзленко, М. Д. Актуальные аспекты искусственного лесовосстановления / М. Д. Мерзленко // ИВУЗ. «Лесной журнал», 2017. - № 3 (357). - С. 22-30.

106. Милютин, Л. И. Географические культуры ели в Красноярском крае / Л. И. Милютин, В. И. Терентьев // Лесоведение, 1999. - № 4. - С. 16-23.

107. Милютин, Л. И. О некоторых проблемах исследования изменчивости древесных растений / Л. И. Милютин // Плодоводство, семеноводство, интродукция древесных растений. – Красноярск : СибГТУ, 2013. – С. 105-107.

108. Милютин, Л. И. Дискуссионные проблемы лесной генетики и селекции / Л. И. Милютин, Т. Н. Новикова // Лесоведение, 2019. - № 6. - С. 585-589.

109. Михайлов, П. В. Особенности плодоношения сосны кедровой сибирской на восточном склоне Кузнецкого Алатау / П. В. Михайлов // Вестник КрасГАУ. - 2012. - № 7 (70). - С. 196-200.

110. Молотков, П. И. Селекция лесных пород / П. И. Молотков, И. Н. Патлай, Н. И. Давыдова [и др.]. М.: Лесная промышленность, 1982. - 224 с.

111. Муратова, Е. Н. Сравнительная характеристика кариотипа кедра сибирского из разных популяций / Е. Н. Муратова // Селекция хвойных пород Сибири. – Красноярск: 1978. - С. 5-21.

112. Некрасова, Т. П. Методы оценки и прогноза урожаев семян кедра сибирского / Т.П. Некрасова. Новосибирск : Сиб. отд-ние АН СССР, 1960. - 36 с.

113. Новикова, Т. Н. Динамика радиального прироста сосны в географических культурах в Южной лесостепи Красноярского края / Т.Н. Новикова // Плодоводство, семеноводство, интродукция древесных растений. Красноярск : СибГУ им. М.Ф. Решетнева. - 2018. - С. 162-165.

114. 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. XXXIII. - № 1-2. - С. 30-37.

115. Огиевский, В. В. Искусственное лесоразведение в Сибири / В. В. Огиевский // М. : Гослесбумидат, 1962. - 176 с.

116. Огиевский, В. В. Обследование и исследование лесных культур: (Метод. пособие для лесоводов) / В. В. Огиевский, А. А. Хиров. - Москва : Лесная пром-сть, 1964. - 50 с.

117. Огиевский, В. В. Интенсивность роста культур кедра сибирского на территории Сибири / В. В. Огиевский // Воспроизводство кедровых лесов на Урале и в Западной Сибири. - Свердловск : УЛТИ. - 1981. - С. 56-59.

118. Одинцов, Г. Е. Особенности роста и качества лесных культур сосны обыкновенной / Г. Е. Одинцов, А. Ю. Хисматуллин // Российский электронный научный журнал, 2019. - № 2 (32). - С. 167-175.

119. Однополова, И. С. Семеношение различных климатипов сосны обыкновенной в Красноярском лесничестве Самарской области / И. С. Однополова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета, 2017. - № 2 (64). - С. 53-56.

120. Олисова, О. П. Ритм роста кедра сибирского в географических культурах под Красноярском / О. П. Олисова, Н. А. Ларионова, А. Г. Лузганов // Тез. докл. конф. - Красноярск : СТИ. - 1966. - С. 71–79.

121. Олисова, О. П. Взаимосвязь густоты культур кедра сибирского с их фитомассой / О. П. Олисова, В. Н. Мельников // Повышение продуктивности лесов Сибири и Дальнего Востока – Красноярск : СТИ. - 1975. - С. 62-70.

122. Пастухова, А. М. Индивидуальная изменчивость 30-летнего кедра сибирского по показателям шишек и качеству семян / А. М. Пастухова, А. Н. Армани // Плодоводство, семеноводство, интродукция древесных растений, 2009. - Т. XII. - С. 83-86.

123. Пастухова, А. М. Репродуктивное развитие кедра корейского в условиях интродукции (зеленая зона г. Красноярска) / А. М. Пастухова, Р. Н. Матвеева // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: естественные науки, 2011. - № 14-1 (98). - С. 51-55.

124. Перевалова, Е. А. Динамика роста сосны в культурах разной густоты / Е. А. Перевалова, М. Д. Мерзленко, Ю. Б. Глазунов // Ученые записки Петрозаводского государственного университета. Сер.: Биологические науки. - 2016. - № 2 (155). – С. 38-41.

125. Пинаев, В. В. Проблемы селекции кедра сибирского на юге Томской области / В. В. Пинаев, В. В. Зеленский // Лесное хозяйство, 1999. - № 6. - С. 29-30.

126. Пинаевская, Е. А. Изменчивость роста деревьев *Pinus sylvestris* l. на верховых торфяных почвах в долине реки Кеми / Е. А. Пинаевская, С. Н. Тарханов, Г. С. Потапов // Лесохозяйственная информация, 2021. - № 4. - С. 26-37.

127. Писаренко, А. И. Основные подходы к решению вопросов густоты посадки лесных культур / А. И. Писаренко, М. Д. Мерзленко // Лесоведение, 1979. - №2. - С. 49-55.

128. Плаксина, И. В. Влияние густоты посадки на ксилогенез и метаболизм сосны обыкновенной и лиственницы сибирской / И. В. Плаксина, Н. Е. Судачкова, А. И. Сузыкин // Лесоведение, 2003. - № 4. – С. 47-53.

129. Попов, П. П. Рост и развитие семенных деревьев при формировании кедросадов / П. П. Попов, М. Н. Казанцева // Лесное хозяйство, 2004, - № 5. - С. 34-35.

130. Поплавская, Л. Ф. Оценка качества семенного и посадочного материала сосны обыкновенной, полученного на гибридно-семенной плантации / Л. Ф. Поплавская, С. В. Ребко, П. В. Тупик // Труды БГТУ. - 2018. - Сер. 1, - № 1. - С. 20-24.

131. Проказин, Е. П. Новый метод прививки хвойных для создания семенных участков / Е. П. Проказин // Лесное хозяйство. – 1960. - № 5. – С. 22-28.

132. Пшеничникова, Л. С. Влияние густоты посадки культур на формирование плотности насаждений в экспериментальных посадках лиственницы / Л. С. Пшеничникова // Актуальные проблемы лесного комплекса. – Брянск. - 2016. - № 46. – С. 88-91.

133. Пшеничникова, Л. С. Рост и продуктивность разногустотных культур ели в южной тайге Средней Сибири / Л. С. Пшеничникова //

Актуальные проблемы лесного комплекса. – Брянск. - 2019. - № 54. – С. 51-55.

134. Раевский, Б. В. Прогноз урожая шишек и семян на лесосеменных плантациях сосны обыкновенной в Карелии / Б. В. Раевский // Хвойные бореальной зоны, 2012. Т. XXX. № 1-2. - С. 162-168.

135. Раевский, Б. В. Некоторые результаты селекционно-генетической оценки плюсовых деревьев сосны обыкновенной в испытательных культурах Карелии / Б. В. Раевский, М. Л. Щурова, Ф. А. Чепик // Известия Санкт-Петербургский лесотехнической академии, 2018. - Вып. 224. - С. 6-20.

136. Ревин, А. И. Рост культур сосны по высоте и диаметру различной густоты посадки в Перкинском лесничестве Тамбовской области / А. И. Ревин, А. Н. Смольянов, Н. Б. Деревенских // Лесная таксация и лесоустройство, 2009. - № 2(42). – С. 46-48.

137. Ревин, А.И. Рост и продуктивность культур сосны различной густоты посадки в Перкинском лесничестве Тамбовской области / А. И. Ревин, А. Н. Смольянов, А. Н. Водолажский // Лесотехнический журнал, 2012. - № 4(8). – С. 57-67.

138. Рогозин, М. В. К стратегии селекции хвойных в России / М. В. Рогозин // Хвойные бореальной зоны, 2013. – Т. XXXI. - № 1-2. - С. 106-111.

139. Родин, А. Р. Методические рекомендации по изучению лесных культур старших возрастов / А. Р. Родин, М. Д. Мерзленко. — М.: ВАСХНИЛ, 1983. — 36 с.

140. Сарсекова, Д. Н. Состояние плантационных культур хвойных пород на юго-востоке Казахстана / Д. Н. Сарсекова // Аграрный вестник Урала, 2009. - № 1 (55). - С. 80-83.

141. Седельникова, Т. С. Особенности мужской генеративной сферы сосны сибирской в лесоболотных экотопах западной Сибири / Т. С. Седельникова, А. В. Пименов, С. П. Ефремов, Е. Н. Муратова // Известия РАН. Серия биологическая, 2018. - № 1. - С. 28-36.

142. Соколова, Е. Ю. Селекционная оценка и отбор деревьев сосны кедровой сибирской по их семенному потомству / Е. Ю. Соколова // Вестник КрасГАУ, 2013. - № 8 (83). - С. 132-136.

143. Соколова, Е. Ю. Отбор сосны кедровой сибирской по репродуктивному развитию в южной части Средней Сибири / Е. Ю. Соколова, Р. Н. Матвеева // Вестник КрасГАУ, 2014. - № 1 (88). - С. 73-77.

144. 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.

145. Тараканов, В. В. Селекционное семеноводство сосны обыкновенной в Сибири / В. В. Тараканов, В. П. Демиденко, Я. Н. Ишутин, Н. Т. Бушков. – Новосибирск : Наука, 2001. - 230 с.

146. Тараканов, В. В. Состояние и перспективы развития генетико-селекционного комплекса хвойных пород в Сибири (на примере Новосибирской области) / В. В. Тараканов, Д. С. Дубовик, Р. В. Роговцев [и др.] // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование, 2019. - № 3 (43). - С. 5-24.

147. 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.

148. 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 университет, 2015. - № 2 (52). - С.13-16.

149. Терехов, Г. Г. Современное состояние генетико-селекционного комплекса Свердловской области и перспективы его развития / Г. Г. Терехов, И. А. Фрейберг, С. В. Залесов [и др.] // Леса России и хозяйство в них. - 2017. - № 4 (63). - С. 4-10.

150. Терехов, Г. Г. Особенности формирования чистых и смешанных культур кедра сибирского с сосной обыкновенной и елью сибирской на Среднем Урале / Г. Г. Терехов // Лесотехнический журнал. Воронеж : ВГЛТУ. - 2018. - № 3. - С. 95-104.

151. Терехов, Г. Г. Состояние искусственного лесовосстановления в Свердловской области и пути его совершенствования / Г. Г. Терехов, И. А. Фрейберг, С. В. Залесов [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета, 2018а. - № 2 (70). - С. 95-98.

152. 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.

153. Титов, Е. В. Плантационное выращивание кедровых сосен: учебное пособие / Е. В. Титов. – Воронеж : ВГЛТА, 2004. - 165 с.

154. Титов, Е. В. Плантационное выращивание кедровых сосен и прутовидной ивы на селекционной основе / Е. В. Титов, А. И. Горбец // ИЗВУЗ. «Лесной журнал», 2010. - № 3. - С. 40-45.

155. Титов, Е. В. Кедр европейский на юге Европейской части России / Е. В. Титов // Проблемы и перспективы развития лесомелиораций и лесного хозяйства в южном федеральном округе. - Материалы Междунар. научно-практ. конф., посв. 90-летию высшего лесного образования на Дону. – Новочеркасск. - 2010а. - С. 136-141.

156. Титов, Е. В. Изменчивость кедра сибирского по структурным признакам урожая в северо-восточном Алтае / Е. В. Титов // Биотехнология, генетика, селекция в лесном и сельском хозяйстве, мониторинг экосистем. - 2017. - С. 218-223.

157. Титов, Е. В. Полиморфизм кедра сибирского по показателям урожая в северо-восточном Алтае / Е. В. Титов // Хвойные бореальной зоны, 2018. - Т. XXXVI. - № 1. - С. 89-96.

158. Титов, Е. В. Характер опыления и семенная продуктивность шишек сорта-клона кедра европейского "Карпатский" / Е. В. Титов // Плодоводство, семеноводство, интродукция древесных растений, 2019. - Т. XXII. - С. 192-196.

159. Титов, Е. В. Репродуктивная способность 55-летних деревьев в припоселковом кедровнике северо-восточного Алтая / Е. В. Титов, О. В. Дымова // Плодоводство, семеноводство, интродукция древесных растений. – Красноярск : СибГУ им. М.Ф. Решетнева, 2020. - Т. XXIII. - С. 124-128.

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

161. Титов, Е. В. Возрастная хронографическая изменчивость показателей плодоношения клонов кедра сибирского / Е. В. Титов // Хвойные бореальной зоны, 2021. - Т. 39. - № 1. - С. 39-44.

162. Титов, Е.В. Орехопродуктивные кедровые плантации и лесосады / Е.В. Титов. - Воронеж: ФГБОУ ВО «ВГЛТУ», 2021а. - 267 с.

163. Тишков, А. С. Рост и производительность культур ели, созданных разной густотой посадки / А. С. Тишков, М. Д. Мерзленко, П. Г. Мельник // Лесная наука в реализации концепции Уральской инженерной школы: социально-экономические и экологические проблемы лесного сектора экономики. – Екатеринбург. - 2019. – С. 240-243.

164. Ткаченко, А. Н. Изменчивость репродуктивных органов у потомства плюсовых деревьев сосны обыкновенной (Pinus sylvestris l.) в условиях Верхнеднепровского лесосеменного района / А. Н. Ткаченко, А. А. Середин // Вестник Брянского государственного университета, 2012. - № 4-2. - С. 247-251.

165. Третьякова, В. А. Динамика распределения деревьев по диаметрам в густых культурах сосны, ели и кедра / В. А. Третьякова // Лесоведение, 2005. - № 5. – С. 72-74.

166. Удалов, А. В. Динамика роста и состояние ели европейской в культурах разной густоты / А. В. Удалов // Леса России: политика, промышленность, наука, образование. - Санкт-Петербург, 2019. – С. 178-180.

167. Указ губернатора Красноярского края «Об утверждении лесного плана Красноярского края (с изменениями на 1 ноября 2019 г.) // Указ № 332-уг от 21.12.2018 г.

168. Усеня, В. В. Состояние и перспективы плантационного лесовыращивания хвойных пород / В. В. Усеня, Н. К. Крук // Лесное и охотничье хозяйство, 2009. - № 10. - С. 21-26.

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

170. Усольцев, В.А. Лесные культуры разной начальной густоты. Сообщение 2. Анализ опытных посадок сосны обыкновенной / В.А. Усольцев, А.А. Маленко // ЭКО-Потенциал. 2014. - № 3(7). – С. 34-47.

171. Уфимцева, Н. М. Динамика роста кедра сибирского на ПЛСУ в Красноярском лесничестве / Н. М. Уфимцева // Плодоводство, семеноводство, интродукция древесных растений. – Красноярск : СибГТУ, 2010. – №13. - С. 146-149.

172. 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.

173. Фэнсян, С. Технологии выращивания орехоплодных на примере сосны корейской в полузасушливых районах северо-востока Китая / С. Фэнсян, Л. Чженьчжоу, Д. Хайбо, Г. Мэйин // Охрана и рациональное использование лесных ресурсов. Благовещенск. – 2019. – С. 166-170.

174. 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.

175. Хлюстов, В. К. Рост и продуктивность географических культур лиственницы европейской (*Larix decidua* Mill) в Московской области / В. К. Хлюстов, Н. В. Корешков // Лесное хозяйство, 2019. – № 1. – С. 97-107.

176. Хохрин, А. В. Влияние эдафических условий на рост культур кедра сибирского на Урале / А. В. Хохрин // Воспроизводство кедровых лесов на Урале и в Западной Сибири. Свердловск : УНЦ АН СССР, 1981. - С. 63-67.

177. Храмова, О. Ю. Оценка репродуктивной способности сосны кедровой сибирской в условиях г. Нижнего Новгорода / О. Ю. Храмова // Состояние и перспективы развития АПК в условиях рыночной экономики. - Оренбург: ГАУ. - 2009. - № 1. – С. 36-39.

178. Царёв, А. П. Селекция и репродукция лесных древесных пород / А. П. Царёв, С. П. Погиба, В. В. Тренин. - М. : Логос. 2002. - 520 с.

179. Чернодубов, А. И. Изменчивость морфолого-анатомических признаков сосны обыкновенной в островных борах юга Русской равнины / А. И. Чернодубов // Лесоведение, 1994. – № 2. – С. 28–35.

180. Шутов, И. В. Лесные плантации: Ускоренное выращивание ели и сосны / И. В. Шутов, Е. Л. Маслаков, И. А. Маркова. М. : Лесн. пром-ть, 1984. - 248 с.

181. Шутов, И. В. Плантационное лесоводство / И. В. Шутов, И. А. Маркова, А. Я. Омельяненко [и др.]. - Санкт-Петербург : Политехнический ун-т, 2007. - 366 с.

182. Шутов, И. В. Рост сосны в рядовых культурах при заданных вариантах густоты и разных ширине междурядий и шаге посадки / И. В. Шутов, А. М. Иванов, О. И. Антонов, Р. В. Власов, В. Г. Сергиенко, Ю. Е. Беленец, Е. Г. Смирнов, С. А. Выродова, С. М. Степаненко // Труды Санкт-Петербургского научно-исследовательского института лесного хозяйства, 2014. - № 1. – С. 19-21.

183. Щерба, Н. П. Интенсивность накопления фитомассы кедровыми соснами разного географического происхождения в плантационных

культурах пригородной зоны г. Красноярска / Н. П. Щерба // Гомеостаз и окружающая среда. – Красноярск : КНЦ СО РАН. - 1997. - Т.2. – С. 132-135.

184. Щерба, Ю. Е. Особенности роста сортов-клонов кедра сибирского / Ю. Е. Щерба // Леса России : политика, промышленность, наука, образование : Мат. Междунар. науч.-техн. конф. - СПб : СПБГЛТУ. - 2017. - Т. I. - С. 178-180.

185. Щерба, Ю. Е. Репродуктивное развитие сосны кедровой сибирской алтайского происхождения (ур. Атушкень) на плантации "Метеостанция" (2016 г.) / Ю. Е. Щерба, В. С. Мартынов // Плодоводство, семеноводство, интродукция древесных растений, 2017а. - Т. XX. - С. 240-243.

186. Щерба, Ю. Е. Изменчивость клонов плюсовых деревьев кедра сибирского по образованию шишек и макростробилов на плантации "Ермаки" в 2019 году / Ю.Е. Щерба, Д.Е. Копченко // Плодоводство, семеноводство, интродукция древесных растений, 2020. - Т. XXIII. - С. 153-156.

187. Ando, T. Growth analysis on the natural stands of japanese red pine (Pinus densiflora Sieb. et Zucc.). II. Analysis of stand density and growth / T. Ando // Bull. Govern. Forest Exper. Station, 1962. - Vol. 147. - Pp. 45-77.

188. Bremerкathleen, L. L. Does plantation forestry restore biodiversity or create green deserts? A synthesis of the effects of land-use transitions on plant species richness / L. L. Bremerкathleen, K. A. Farley // Biodiversity and Conservation, 2010. - Vol. 19. - No. 14. - Pp. 3893-3915.

189. Brockerhoff, E. G. Plantation forests and biodiversity:an oxymoron or an opportunity? / E. G. Brockerhoff, H. Jactel, J. A. Parrotta, C. P. Quine, J. Sayer // Biodivers Conserv, 2008. - No. 17. - Pp. 925–951.

190. Burkhart H. E. Growth-Density Relationships in Loblolly Pine Plantations. / H. E. Burkhart, M. G. Allen // Forest Science, 2018. - No. 65 (3). - Pp. 1-15.

191. Drew, T. J. Stand Density Management: An Alternative Approach and Its Application to Douglas-Fir Plantations / T. J. Drew, J. W. Flewelling // Forest Science, 1979. - No. 25, - Pp. 518-532.

192. Jeffrey, L. Fight or flight? Potential tradeoffs between drought defense and reproduction in conifers / L. Jeffrey, M. Emily, H. Stephen // Tree Physiology, 2019. – No. 39(7). - Pp. 1071-1085.

193. Kazantseva, M. N. Growth and Productivity of Siberian Cedar (Pinus sibirica Du Tour) in the Plantings of the Arboretum, Siberian Forest Experiment Station / M. N. Kazantseva, M. M. Spasibova // Вестник ТюмГУ. Экология и природопользование, 2018. - Vol. 4. - No. 3. - Pp. 94-107.

194. Lee, Y.-J. Influence of Planting Density on Diameter and Height in East Texas Pine Plantations / Y.-J. Lee, J. D. Lenhart // Southern Journal of Applied Forestry, 1998. - No. 22(4). - Pp. 241-244.

195. Mehraj, U. Growth Variability of Conifers in Temperate Region of Western Himalayas / U. Mehraj, A. A. Wani, A. A. Gatoo [et. al.] // Climate Impacts on Sustainable Natural Resource Management, 2021. - Pp. 325-335.

196. Mitchell, A. F. The growth in early life of the leading shoot of some conifers / A. F. Mitchell // Forestry: an international journal of forest research, 1965. – Vol. 38, issue 1 - Pp. 121–136.

197. Muñoz, V. L. Stone pine (Pinus pinea) growth and cone yield as a function of planting density in Chile / V. L. Muñoz, R. D. Río, M. Balzarini // Project: Stone pine (Pinus pinea) domestication, a new crop for the world. Bosque. - 2020. - No. 41(3). - Pp. 381-386.

198. Tsubomura, M. Determination of male strobilus developmental stages by cytological and gene expression analyses in Japanese cedar (Cryptomeria japonica) / M. Tsubomura, M. Kurita, A. Watanabe // Tree physiology. Biology, Medicine, 2016. - Vol. 3. - Pp. 653-666.

199. 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. - Pp. 32–33.

200. Zhang, Y.-F. Effects of Planting Density on the Early Growth of Mytilaria laosensis Plantation / Y.-F. Zhang, G.-T. Yin, J.-C. Yang, R.-S. Li, W.-T. Zou, X. Wang // Forest Research, 2018. - No. 31(4). - Pp. 83-89.

ПРИЛОЖЕНИЕ А – Образование шишек и микростробилов в 2013-2015 гг.

Номер дерева	Количество шишек, шт.			Количество мужских соцветий, шт.		
	2013	2014	2015	2013	2014	2015
1	2	3	4	5	6	7
Коми						
6-1	0	3	0	216	570	0
6-2	0	0	0	168	280	0
6-3	3	3	0	192	310	0
6-4	7	10	0	195	470	0
6-5	29	18	0	217	120	0
6-6	0	2	0	0	0	0
6-7	5	2	0	8	2	0
6-8	0	0	0	80	0	0
6-9	0	0	0	28	0	0
6-10	30	15	2	297	15	0
6-11	5	9	2	144	9	22
6-12	3	18	0	99	18	0
6-13	0	8	1	105	8	0
6-14	0	0	0	28	28	0
6-15	0	0	0	12	12	0
Бирюсинское						
30-1	0	27	0	459	0	480
30-2	0	0	0	0	0	0
30-3	5	20	18	213	880	370
30-5	0	10	0	0	510	0
30-6	0	5	2	0	0	0
30-8	0	5	0	0	0	0
30-9	0	15	8	0	0	0
30-10	0	10	5	88	970	300
30-11	0	10	0	0	0	0
30-14	0	7	0	0	0	0
30-16	0	18	0	113	0	0
30-22	0	15	18	216	0	330
30-23	0	7	0	0	0	0
30-25	0	23	12	136	0	510
30-26	0	37	20	117	0	0
30-30	0	20	0	162	120	0
30-31	0	5	0	0	0	0
30-32	0	7	0	0	0	0

Окончание приложения А

1	2	3	4	5	6	7
30-35	0	20	5	77	650	0
30-36	0	20	0	50	1800	0
30-37	0	30	0	213	2500	0
33-1	0	0	2	0	0	0
33-3	3	0	0	360	0	0
33-5	3	10	0	563	0	0
Томское						
34-1	0	10	15	518	0	0
34-2	0	7	0	0	0	0
34-4	0	0	0	30	0	0
34-5	0	13	14	119	0	0
34-6	0	10	0	140	0	0
34-10	0	6	0	44	0	30
34-11	2	8	0	60	0	0
34-15	0	14	0	210	0	0
34-21	3	0	0	495	0	0
34-24	8	0	0	0	0	0
34-25	0	0	0	182	0	90
34-29	0	0	0	72	0	0
34-30	0	0	0	9	0	0
34-38	3	0	0	495	0	0
34-39	0	0	0	0	0	90
34-42	12	0	0	400	0	350
34-44	0	0	0	900	0	0
35-1	0	9	10	234	0	0
35-2	2	10	8	145	0	0
35-4	13	10	14	400	0	0
35-5	0	0	0	48	0	0
Читинское						
36-1	1	30	0	230	1100	0
36-2	0	20	0	288	0	0
36-3	0	15	0	0	0	0
36-4	0	6	0	74	0	0
36-6	0	6	0	0	0	0
36-7	0	0	0	182	0	0
36-9	0	5	7	220	0	212

ПРИЛОЖЕНИЕ Б – Репродуктивное развитие сосны кедровой сибирской в групповых посадках дендрария (2019, 2020 гг.)

Географическое происхождение	Номер дерева	Количество, шт.								
		побегов с шишками	шишек в пучке		побегов с микростробилами	мужских соцветий на побеге		шишек на дереве		мужских соцветий на дереве
			max	min		max	min	2019	2020	
Коми	6-1	8	3	1	22	11	8	16	-	209
	6-2	9	3	1	26	18	6	18	3	312
	6-3	-	-	-	18	11	9	-	-	180
	6-4	9	3	1	23	15	7	18	5	253
	6-5	17	2	1	30	13	8	25	16	315
	6-7	3	2	1	-			5	2	-
	6-8	6	2	1	45	28	12	9	3	60
	6-10	14	3	1	-	-	-	28	7	-
	6-11	18	3	1	-	-	-	36	3	-
	6-12	8	2	2	-	-	-	16	9	-
	6-13	15	2	1	-	-	-	22	7	-
	6-14	-	-	-	36	15	8	-	1	414
	6-15	-	-	-	16	12	5	-	4	136
Томское	34-5	6	2	2	-	-	-	12	17	-
	34-6	3	2	1	-	-	-	4	13	-
	34-11	8	2	1	-	-	-	12	9	-
	34-32	13	2	1	-	-	-	19	-	-
	34-33	5	2	1	-	-	-	7	-	-
Бирюсинское	30-4	3	3	1	13	22	18	6	-	260
	30-5	2	2	1	-	-	-	3	8	-
	35-1	2	3	2	-	-	-	5	23	-
	35-2	6	3	1	-	-	-	12	17	-
	35-3	12	2	1	-	-	-	18	-	-
	35-4	4	3	1	-	-	-	8	20	-
	35-5	2	1	1	-	-	-	2	3	-
	33-2	6	2	1	-	-	-	9	6	-
	33-3	3	2	1	8	7	4	4	34	44
Читинское	36-1	4	2	1	7	14	8	6	11	77
	36-2	2	1	1	4	9	5	2	19	28
	36-4	5	2	1	9	6	3	7	5	40
	36-17	2	2	1	-	-	-	3	-	-
	36-18	5	2	1	-	-	-	7	12	-
	36-19	7	3	1	12	10	8	14	-	108
	36-28	7	2	1	7	6	2	10	6	28
	36-29	3	2	1	5	9	5	4	25	35
	36-3	4	2	2	-	-	-	8	5	-

Приложение В – Биометрические показатели сосны кедровой сибирской в групповых посадках дендрария в 2019 г.

Номер секции, дерева	Высота, м	Диаметр ствола на высоте 1,3 м	Протя-женность живой кроны, м	Диаметр кроны, м			Диаметр боковой ветви, см	Годичные приросты бокового побега в длину, см	Год	Количество ветвей в мутовке, шт.	Угол прикреп-ления ветвей к стволу, °	Длина боковой ветви, м	Длина хвои, см	Продол-жительность жизни хвои, лет
				С-Ю	З-В	среднее								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Коми														
6-1	11,6	23,8	11,1	5,1	5,2	5,2	2,2	8,1	2010	4	58	1,92	9,9	5
								8,9	2011					
								9,0	2012					
								9,2	2013					
								5,9	2014					
								10,1	2015					
								10,0	2016					
								11,2	2017					
								8,9	2018					
								9,8	2019					
6-2	9,2	19,6	19,1	4,1	4,0	4,0	1,8	6,7	2010	3	85	1,74	9,5	5
								8,6	2011					
								7,8	2012					
								9,0	2013					
								11,2	2014					
								19,4	2015					
								17,4	2016					
								10,2	2017					
								13,0	2018					
								9,4	2019					
6-3	10,9	21,3	10,2	6,5	6,6	6,5	2,8	8,3	2010	4	62	2,22	11,2	2
								8,4	2011					

Продолжение приложения В

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
6-3								19,3	2012					
								10,4	2013					
								11,2	2014					
								13,2	2015					
								14,1	2016					
								16,5	2017					
								10,3	2018					
								25,7	2019					
6-4	10,7	21,2	20,7	6,8	7,3	7,1	4,1	12,3	2010	5	79	1,43	10,9	4
								16,9	2011					
								10,7	2012					
								10,6	2013					
								13,6	2014					
								12,7	2015					
								12,7	2016					
								8,9	2017					
								10,2	2018					
								14,0	2019					
6-5	10,5	25,3	9,8	6,1	6,6	6,4	2,1	11,0	2010	4	58	2,26	12,4	6
								11,9	2011					
								15,4	2012					
								11,0	2013					
								15,9	2014					
								14,8	2015					
								13,2	2016					
								10,9	2017					
								9,6	2018					
								14,7	2019					
6-6	9,7	17,7	9,5	4,2	4,6	4,4	1,9	13,2	2010	4	69	2,12	11,6	4
								12,7	2011					
								15,9	2012					

Продолжение приложения В

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
6-6								16,2	2013					
								11,1	2014					
								11,9	2015					
								10,9	2016					
								12,1	2017					
								11,0	2018					
								15,3	2019					
6-7	10,9	18,2	10,3	4,6	5,2	4,9	1,8	10,0	2010	4	87	1,48	9,8	5
								16,8	2011					
								16,6	2012					
								10,2	2013					
								11,3	2014					
								19,6	2015					
								10,7	2016					
								16,5	2017					
								17,8	2018					
								14,2	2019					
6-8	10,9	18,5	9,9	3,8	3,9	3,8	2,4	12,6	2010	4	62	2,05	6,8	2
								10,6	2011					
								10,5	2012					
								10,1	2013					
								11,0	2014					
								12,8	2015					
								13,7	2016					
								15,8	2017					
								11,4	2018					
								19,0	2019					
6-10	11,2	21,7	10,7	4,8	4,4	4,6	2,9	16,9	2010	5	79	1,43	10,6	4
								10,7	2011					
								10,6	2012					
								14,8	2013					

Продолжение приложения В

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
6-10								16,1	2014					
								16,0	2015					
								15,1	2016					
								13,2	2017					
								10,2	2018					
								14,0	2019					
6-11	10,7	21,5	10,1	6,5	6,6	6,5	2,4	18,8	2010	4	75	1,99	10,2	2
								15,0	2011					
								13,8	2012					
								14,3	2013					
								11,0	2014					
								13,2	2015					
								14,1	2016					
								16,5	2017					
								10,3	2018					
								25,7	2019					
6-12	11,1	23,3	10,8	4,6	5,2	4,9	2,2	9,0	2010	4	58	1,30	9,2	5
								15,1	2011					
								13,2	2012					
								10,7	2013					
								17,0	2014					
								12,0	2015					
								11,4	2016					
								16,3	2017					
								17,5	2018					
								8,7	2019					
6-13	11,4	27,0	11,1	5,0	5,1	5,0	2,7	19,3	2010	4	60	2,23	9,8	4
								13,2	2011					
								11,6	2012					
								15,1	2013					
								14,4	2014					

Продолжение приложения В

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
6-13								10,6	2015					
								11,3	2016					
								13,4	2017					
								10,6	2018					
								14,0	2019					
6-14	9,8	23,0	9,2	4,9	4,4	4,6	2,8	10,3	2010	4	92	2,03	9,8	5
								16,9	2011					
								20,6	2012					
								14,0	2013					
								10,9	2014					
								14,3	2015					
								20,1	2016					
								13,1	2017					
								21,6	2018					
								17,5	2019					
6-15	10,3	26,2	10,0	3,9	4,5	4,2	3,4	18,0	2010	4	81	3,07	9,1	5
								18,6	2011					
								14,3	2012					
								20,3	2013					
								23,8	2014					
								27,3	2015					
								21,7	2016					
								22,9	2017					
								20,0	2018					
								17,4	2019					
Среднее	10,6	22,0	11,6	5,1	5,3	5,2	2,5	13,7	-	4,1	71,8	1,9	10,1	4,1
Бирюсинское														
30-1	10,7	27,7	10,4	5,5	7,1	6,3	4,1	14,6	2010	4	84	3,79	10,9	4
								19,3	2011					
								10,4	2012					
								11,3	2013					

Продолжение приложения В

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
30-1								11,0	2014					
								13,3	2015					
								19,3	2016					
								11,0	2017					
								13,2	2018					
								14,1	2019					
30-2	8,54	13,2	7,9	3,6	3,3	3,4	2,0	15,4	2010	5	82	1,46	10,2	6
								13,9	2011					
								14,8	2012					
								11,5	2013					
								16,4	2014					
								10,5	2015					
								15,0	2016					
								11,3	2017					
								11,3	2018					
								15,3	2019					
30-5	10,7	21,2	10,1	6,5	6,6	6,5	1,99	19,0	2010	4	75	2,4	10,2	2
								15,0	2011					
								13,8	2012					
								14,3	2013					
								11,0	2014					
								13,2	2015					
								14,1	2016					
								16,5	2017					
								10,3	2018					
								25,7	2019					
30-6	10,3	26,6	10,0	4,2	4,5	4,4	3,4	11,8	2010	4	81	2,38	9,1	5
								14,0	2011					
								18,0	2012					
								18,6	2013					
								14,3	2014					

Продолжение приложения В

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
30-6								20,3	2015					
								23,8	2016					
								27,3	2017					
								21,7	2018					
								22,9	2019					
30-14	10,9	17,8	9,74	4,6	5,2	4,9	1,9	10,0	2010	4	88	1,47	8,8	5
								16,8	2011					
								17,1	2012					
								10,2	2013					
								19,6	2014					
								10,7	2015					
								16,5	2016					
								17,8	2017					
								21,0	2018					
								15,7	2019					
30-10	11,4	19,1	11,03	4,0	4,9	4,4	2,6	15,4	2010	4	75	2,11	10,2	4
								16,0	2011					
								10,6	2012					
								11,0	2013					
								11,3	2014					
								18,8	2015					
								11,1	2016					
								13,8	2017					
								10,6	2018					
								19,3	2019					
30-16	9,8	23,0	9,2	3,9	4,4	4,2	2,8	10,3	2010	4	92	2,03	9,8	5
								16,9	2011					
								20,6	2012					
								14,0	2013					
								10,9	2014					
								14,3	2015					

Продолжение приложения В

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
30-16								20,1	2016					
								13,1	2017					
								14,2	2018					
								17,5	2019					
30-17	7,3	11,4	6,8	3,8	4,4	4,1	1,5	9,9	2010	5	81	1,25	9,2	5
								12,3	2011					
								15,1	2012					
								10,5	2013					
								11,7	2014					
								13,0	2015					
								10,7	2016					
								12,4	2017					
								10,5	2018					
								11,6	2019					
30-18	9,1	20,1	7,8	4,9	4,3	4,6	2,4	14,8	2010	4	75	2,91	11,0	4
								25,1	2011					
								20,0	2012					
								22,7	2013					
								20,6	2014					
								20,5	2015					
								21,6	2016					
								19,9	2017					
								18,9	2018					
								19,7	2019					
30-20	10,4	32,7	9,9	7,7	8,9	8,3	4,3	13,9	2010	4	97	1,58	9,9	3
								14,8	2011					
								17,4	2012					
								13,0	2013					
								10,5	2014					
								15,0	2015					
								11,3	2016					

Продолжение приложения В

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
30-20								11,3	2017					
								15,3	2018					
								14,8	2019					
30-22	10,7	21,2	20,7	6,8	7,3	7,1	4,1	16,9	2010	5	79	1,43	10,9	4
								10,7	2011					
								10,6	2012					
								14,8	2013					
								18,8	2014					
								13,6	2015					
								12,7	2016					
								8,4	2017					
								10,2	2018					
								14,0	2019					
30-25	9,1	20,1	7,8	4,9	4,3	4,6	2,4	14,8	2010	4	75	2,91	11,0	4
								25,1	2011					
								20,0	2012					
								22,7	2013					
								20,6	2014					
								20,5	2015					
								21,6	2016					
								19,9	2017					
								18,9	2018					
								19,7	2019					
30-26	11,4	19,1	11,03	3,0	4,9	4,0	2,6	15,5	2010	4	75	2,11	10,2	4
								16,7	2011					
								13,0	2012					
								11,2	2013					
								11,3	2014					
								18,8	2015					
								11,1	2016					
								13,8	2017					

Продолжение приложения В

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
30-26								10,6	2018					
								19,3	2019					
30-30	9,8	23,0	9,2	3,9	4,4	4,2	2,8	11,8	2010	4	92	2,03	9,8	5
								10,3	2011					
								16,9	2012					
								20,6	2013					
								14,0	2014					
								14,4	2015					
								20,1	2016					
								13,1	2017					
								21,6	2018					
								17,5	2019					
30-32	8,9	16,8	8,4	3,7	4,6	4,2	1,5	11,8	2010	5	81	1,25	9,2	5
								12,3	2011					
								15,1	2012					
								10,5	2013					
								11,7	2014					
								13,0	2015					
								10,7	2016					
								12,4	2017					
								10,5	2018					
								11,6	2019					
30-34	9,7	17,7	9,5	4,2	4,6	4,4	1,9	10,3	2010	4	69	2,12	11,6	4
								15,9	2011					
								21,8	2012					
								10,9	2013					
								11,1	2014					
								11,9	2015					
								10,9	2016					
								12,1	2017					
								11,0	2018					

Продолжение приложения В

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
30-35	9,8	18,4	9,2	3,8	4,4	4,1	1,5	11,5	2010	5	81	1,25	9,2	5
								13,3	2011					
								15,1	2012					
								10,5	2013					
								11,7	2014					
								13,0	2015					
								10,7	2016					
								12,4	2017					
								10,5	2018					
								11,6	2019					
30-36	9,1	20,1	7,8	4,9	4,3	4,6	2,4	14,8	2010	4	75	2,91	11,0	4
								25,1	2011					
								20,0	2012					
								22,7	2013					
								20,6	2014					
								20,5	2015					
								21,6	2016					
								19,9	2017					
								18,9	2018					
								19,7	2019					
33-3	11,4	19,1	11,03	4,0	4,9	4,4	2,11	15,5	2010	4	75	2,6	10,2	4
								16,7	2011					
								13,0	2012					
								11,2	2013					
								11,3	2014					
								18,8	2015					
								11,1	2016					
								13,8	2017					
								10,6	2018					
								19,3	2019					
33-4	10,7	21,2	20,7	6,8	7,3	7,1	4,1	12,1	2010	5	79	1,43	10,9	4

Продолжение приложения В

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
33-4								19,3	2011					
								10,7	2012					
								18,6	2013					
								16,1	2014					
								16,0	2015					
								15,1	2016					
								13,2	2017					
								10,2	2018					
								14,0	2019					
33-5	9,2	27,5	8,5	4,1	4,0	4,0	2,0	19,7	2010	5	88	1,66	8,9	4
								11,5	2011					
								18,6	2012					
								17,1	2013					
								17,6	2014					
								19,3	2015					
								11,5	2016					
								12,7	2017					
								13,5	2018					
								14,0	2019					
35-4	9,8	23,0	9,2	4,9	4,4	4,6	2,8	10,9	2010	4	92	2,03	9,8	5
								10,3	2011					
								16,9	2012					
								19,6	2013					
								14,0	2014					
								18,8	2015					
								20,1	2016					
								13,1	2017					
								21,6	2018					
								17,5	2019					
35-5	10,4	32,7	9,9	7,7	8,9	8,3	4,3	20,8	2010	4	97	2,7	9,9	3
								18,1	2011					

Продолжение приложения В

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
35-5								20,6	2012					
								20,5	2013					
								21,6	2014					
								14,8	2015					
								15,0	2016					
								22,6	2017					
								15,3	2018					
								10,5	2019					
Среднее	10,0	21,4	10,3	4,8	5,3	5,1	2,5	15,3	-	4,3	82,1	2,0	10,1	4,3
Томское														
34-1	11,1	24,6	8,8	4,6	5,2	4,9	2,2	9,7	2010	4	70	1,92	10,1	5
								14,2	2011					
								17,9	2012					
								9,2	2013					
								10,1	2014					
								21,2	2015					
								15,9	2016					
								17,5	2017					
								8,7	2018					
								12,0	2019					
34-2	10,4	22,8	8,9	5,1	4,4	4,8	2,6	13,9	2010	5	83	2,16	8,5	3
								14,1	2011					
								23,9	2012					
								16,4	2013					
								23,6	2014					
								15,7	2015					
								16,7	2016					
								14,3	2017					
								19,8	2018					
								7,4	2019					
34-4	8,3	18,9	5,10	4,4	3,7	4,1	2,0	13,1	2010	5	83	1,89	9,8	5

Продолжение приложения В

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
34-4								16,6	2011					
								21,6	2012					
								19,3	2013					
								11,7	2014					
								13,8	2015					
								12,5	2016					
								15,7	2017					
								17,0	2018					
								11,1	2019					
34-7	7,0	10,5	6,1	3,3	2,9	3,1	2,6	14,8	2010	4	92	1,72	11,5	5
								12,5	2011					
								14,7	2012					
								11,4	2013					
								13,8	2014					
								12,5	2015					
								16,0	2016					
								18,8	2017					
								19,5	2018					
								19,2	2019					
34-15	9,2	27,5	8,5	4,1	4,0	4,05	2,0	20,9	2010	5	88	1,66	8,9	4
								19,7	2011					
								18,6	2012					
								16,0	2013					
								17,3	2014					
								18,7	2015					
								12,8	2016					
								8,4	2017					
								10,2	2018					
								14,0	2019					
34-16	10,1	17,4	9,1	4,6	4,7	4,6	2,0	10,0	2010	5	81	1,75	9,4	6
								10,3	2011					

Продолжение приложения В

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
34-16								13,6	2012					
								11,0	2013					
								13,4	2014					
								10,4	2015					
								15,3	2016					
								13,4	2017					
								19,7	2018					
								19,0	2019					
Среднее	9,4	22,2	7,8	4,4	4,2	4,3	2,2	15,0	-	4,7	82,8	1,9	9,7	4,7
Читинское														
36-7	11,4	22,1	10,8	5,1	4,4	4,8	2,6	13,9	2010	5	83	2,16	8,5	3
								14,1	2011					
								9,8	2012					
								17,0	2013					
								19,8	2014					
								14,1	2015					
								14,0	2016					
								9,9	2017					
								16,7	2018					
								14,3	2019					
36-14	11,4	23,1	10,5	4,6	5,2	4,9	2,2	9,7	2010	4	58	1,57	9,9	5
								14,2	2011					
								17,9	2012					
								10,1	2013					
								10,0	2014					
								11,2	2015					
								15,9	2016					
								17,5	2017					
								8,7	2018					
								12,0	2019					

Продолжение приложения В

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
36-18	9,2	18,9	7,5	4,1	4,0	4,0	2,0	13,0	2010	5	88	1,42	8,9	4
								7,9	2011					
								19,7	2012					
								18,6	2013					
								16,0	2014					
								9,7	2015					
								17,7	2016					
								12,7	2017					
								8,9	2018					
								10,2	2019					
36-21	9,1	20,1	7,8	4,9	4,3	4,6	2,4	14,8	2010	4	75	2,91	11,0	4
								25,1	2011					
								20,0	2012					
								22,7	2013					
								20,6	2014					
								20,5	2015					
								21,6	2016					
								19,9	2017					
								18,9	2018					
								19,7	2019					
36-22	8,6	8,9	8,2	4,3	3,9	4,1	2,3	16,6	2010	5	71	1,91	11,0	5
								10,5	2011					
								14,3	2012					
								17,5	2013					
								16,3	2014					
								16,6	2015					
								12,2	2016					
								17,9	2017					
								18,3	2018					
								18,2	2019					
36-29	10,4	32,7	9,9	6,1	7,1	6,6	4,3	13,9	2010	4	97	1,58	9,9	3

Окончание приложения В

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
36-29								14,8	2011					
								17,4	2012					
								12,9	2013					
								10,5	2014					
								15,0	2015					
								11,3	2016					
								17,4	2017					
								12,5	2018					
								10,5	2019					
36-31	9,5	12,9	8,4	3,6	3,3	3,4	2,1	5,9	2010	5	82	1,29	10,2	6
								15,4	2011					
								13,9	2012					
								14,8	2013					
								15,8	2014					
								10,5	2015					
								15,0	2016					
								11,3	2017					
								11,3	2018					
								15,3	2019					
36-32	10,9	21,4	8,8	6,5	6,6	6,5	2,8	14,3	2010	4	62	2,69	10,9	2
								12,5	2011					
								12,4	2012					
								19,3	2013					
								11,0	2014					
								13,2	2015					
								14,1	2016					
								16,5	2017					
								10,3	2018					
								25,7	2019					
Среднее	10,1	21,6	9,0	4,9	4,9	4,9	2,6	14,8	-	4,5	77,0	1,8	10,0	4,0

ПРИЛОЖЕНИЕ Г – Репродуктивное развитие кедровых сосен на плантации «Метеостанция» (2019 год)

Географическое происхождение	Номер дерева	Количество, шт.								
		побегов с шишками	шишек в пучке		побегов с микростробилами	мужских соцветий на побеге		шишек на дереве		мужских соцветий на дереве
			max	min		max	min	2019	2020	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Сосна кедровая сибирская										
Лениногорское	1-1	1	1	1	-			1	2	-
	1-2	2	1	1	32	15	11	2	3	416
	1-4	2	2	1	26	12	5	3	3	221
	1-5	2	1	1	29	17	9	2	2	377
	1-6	22	2	1	20	14	7	33	2	210
	1-7	18	2	1	18	12	6	22	5	162
	1-8	6	3	1	9	15	9	17	9	108
	1-9	35	3	1	47	27	12	76	13	916
	1-10	15	3	2	68	16	9	24	4	850
	1-11	26	4	1	25	9	7	50	16	200
	1-12	-	-	-	8	5	1	-	2	24
	1-13	22	3	1	12	7	3	34	34	60
	1-15	1	2	2	-	-	-	2	4	-
	1-18	14	2	1	8	11	7	21	11	72
	1-19	22	3	1	17	14	9	44	13	391
	1-20	19	2	1	-			25	17	-
	1-21	3	2	2	7	7	2	6	1	31
	1-22	3	3	1	8	7	3	5	8	40
	1-23	22	3	1	-	-	-	54	47	-
	1-24	2	2	1	3	6	4	5	5	15
	1-25	17	4	1	44	32	14	57	17	1012
	1-26	1	2	2	32	23	5	4	4	448
	1-27	33	3	1	-	-	-	51	11	-
	1-28	18	3	1	-	-	-	29	9	-
	1-29	-	-	-	10	7	2	-	-	45
	1-30	-	-	-	17	9	3	-	-	102
	1-31	23	3	2	52	37	19	48	4	1456
	1-32	15	3	1	7	9	5	22	2	49
	1-33	7	2	1	1	3	3	11	-	3
	1-34	11	2	1	-	-	-	14	1	-
	1-37	11	2	1	-	-	-	16	1	-
	1-38	-	-	-	8	8	4	-	2	48
	1-39	2	1	1	15	9	7	2	-	120
	1-44	27	3	1	-	-	-	43	1	-
	1-45	17	3	1	5	7	3	24	-	25
	1-47	9	2	1	-	-	-	15	-	-
	1-49	8	2	1	-	-	-	12	-	-
	1-50	28	4	1	28	15	9	52	-	336
	1-51	9	2	1	15	18	6	13	-	180

Продолжение приложения Г

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Лениногорское	1-53	2	1	1	-	-	-	2	-	-
	1-54	10	2	1	-	-	-	15	-	-
	1-56	17	3	1	-	-	-	27	1	-
	1-58	8	2	2	13	15	9	16	-	156
	1-59	28	2	1	52	27	15	48	-	1092
	1-61	21	3	1	37	30	17	54	1	869
	1-64	14	3	1	-	-	-	20	3	-
Алтайское (ур. Атушкень)	2-1	-	-	-	6	6	2	-	2	24
	2-2	4	2	1	8	9	3	6	4	48
	2-6	-	-	-	9	9	2	-	-	49
	2-7	-	-	-	7	9	7	-	-	56
	2-9	-	-	-	10	5	2	-	-	35
	2-13	32	3	2	-	-	-	56	48	-
	2-14	4	2	1	-	-	-	6	1	-
	2-15	38	3	1	-	-	-	82	14	-
	2-16	1	1	1	-	-	-	1	2	-
	2-17	8	3	1	-	-	-	14	2	-
	2-18	13	2	1	-	-	-	19	-	-
	2-20	2	2	1	-	-	-	-	-	-
	2-23	7	2	1	12	7	4	10	10	66
	2-24	9	2	1	8	9	5	13	4	360
	2-25	13	2	1	10	7	2	19	6	45
	2-26	10	3	1	9	9	3	20	-	54
	2-27	9	2	1	-	-	-	8	-	-
	2-28	21	3	1	45	22	17	36	-	877
	2-29	23	3	1	-	-	-	28	3	-
	2-30	20	3	1	31	21	11	39	-	496
	2-31	10	3	2	-	-	-	23	-	-
	2-32	9	2	1	11	7	3	22	2	55
	2-33	17	3	1	19	27	14	38	1	389
	2-34	7	3	1	9	9	7	14	3	72
	2-35	-	-	-	7	9	5	-	-	49
	2-36	7	2	1	14	16	5	10	-	147
	2-39	4	3	2	9	15	11	10	-	117
	2-40	9	3	1	16	21	8	18	-	232
	2-43	9	3	1	-	-	-	30	-	-
	2-44	6	3	1	-	-	-	12	5	-
	2-46	15	3	1	10	11	8	18	-	95
	2-47	54	3	1	-	-	-	86	-	-
	2-48	44	3	1	-	-	-	115	-	-
	2-49	5	3	1	7	2	9	10	-	38
	2-54	5	2	1	-			-	-	-
	2-56	23	3	1	17	19	10	46	2	246
	2-57	47	3	1	26	21	13	85	11	442
	2-58	3	4	1	-	-	-	7	3	-
	2-59	2	2	1	-	-	-	3	3	-

Продолжение приложения Г

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Алтайское (ур. Атушкень)	2-60	12	4	1	15	18	13	32	2	232
	2-61	26	3	1	10	18	5	53	7	115
	2-62	25	3	1	-	-	-	54	32	-
	2-65	4	2	1	12	16	7	-	-	-
	2-69	30	3	1	13	21	14	60	-	227
	2-70	7	3	1	18	27	11	14	1	342
	2-71	38	3	2	14	17	9	95	-	182
	2-72	44	3	1	8	14	9	76	3	92
	2-73	19	2	1	-	-	-	28	9	-
	2-74	54	3	1	17	24	16	94	5	340
	2-75	5	4	1	-	-	-	19	1	-
	2-76	8	2	1	9	25	5	14	-	135
	2-77	34	3	2	16	18	15	75	2	264
Алтайское (ур. Туштуезень)	3-2	8	2	1	22	13	11	12	-	264
	3-3	5	2	1	17	9	4	7	1	110
	3-6	-	-	-	8	7	3	-	-	40
	3-7	2	3	1	12	10	5	4	4	90
	3-8	11	2	1	9	24	17	16	-	184
	3-9	9	3	2	16	18	6	22	-	192
	3-11	-	-	-	13	4	9	-	-	84
	3-12	16	2	1	10	21	12	24	3	165
	3-14	8	2	1	12	9	5	12	9	84
	3-15	22	3	1	18	15	11	44	1	234
	3-19	-	-	-	6	2	7	-	-	27
	3-22	25	2	1	15	9	5	57	4	105
	3-23	8	2	1	-	-	-	11	7	-
	3-24	63	3	1	13	14	5	160	11	123
	3-25	42	3	1	10	13	7	77	-	100
	3-26	13	2	1	11	18	9	24	-	148
	3-27	15	2	1	10	11	9	22	-	100
	3-29	34	2	1	17	9	7	51	-	136
	3-35	5	1	1	14	12	7	5	-	133
	3-37	2	1	1	-	-	-	3	2	-
	3-38	31	3	1	14	12	6	62	6	126
	3-42	12	2	1	16	5	3	18	-	64
	3-43	19	3	1	13	10	5	38	-	97
	3-44	10	3	1	21	14	11	20	-	262
	3-46	14	3	1	18	16	8	28	2	216
	3-47	7	3	1	10	13	9	9	-	110
	3-48	22	4	1	27	17	11	46	-	378
	3-49	18	3	1	70	32	16	34	-	1680
	3-50	9	3	1	12	21	17	18	-	228
	3-51	12	3	1	18	16	10	24	2	234
	3-55	9	3	1	-	-	-	18	-	-
	3-58	13	3	1	-	-	-	25	-	-

Продолжение приложения Г

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Алтайское (ур. Туштуезень)	3-57	23	3	1	7	8	5	35	-	45
	3-60	6	2	2	-	-	-	12	5	-
	3-61	46	4	1	-	-	-	110	13	-
	3-62	36	3	1	11	15	8	84	1	126
	3-63	27	3	1	9	12	7	54	-	161
	3-65	17	3	1	23	8	5	34	-	1149
	3-66	33	3	1	7	11	9	66	-	70
Ярцевское	6-3	12	2	1	-	-	-	18	1	-
	6-4	8	3	1	-	-	-	12	3	-
	6-5	14	2	1	-	-	-	21	-	-
	6-6	9	2	1	17	13	5	13	6	238
	6-7	4	3	1	-	-	-	6	-	-
	6-12	7	3	1	-	-	-	14	4	-
	6-15	3	2	1	-	-	-	4	3	-
	6-17	4	2	1	20	15	8	7	-	230
	6-21	8	3	1	-	-	-	15	-	-
	6-23	-	-	-	19	15	9	-	-	228
	6-26	33	4	1	29	18	7	83	19	362
	6-27	5	3	1	29	11	9	12	6	290
	6-31	24	3	1	25	9	7	36	13	200
	6-34	2	2	2	-	-	-	4	-	-
	6-35	8	2	2	-	-	-	16	4	-
	6-38	21	3	1	-	-	-	42	6	-
	6-40	11	3	1	-	-	-	21	4	-
	6-42	-	-	-	21	17	6	-	-	241
	6-43	-	-	-	18	19	9	-	-	252
	6-45	4	3	1	-	-	-	6	-	-
	6-46	5	3	1	-	-	-	10	-	-
	6-51	5	2	1	-	-	-	7	-	-
	6-52	7	2	1	-	-	-	10	6	-
	6-53	-	-	-	10	18	11	-	-	145
	6-54	-	-	-	14	17	8	-	-	175
	6-55	5	3	1	-	-	-	10	4	-
	6-58	14	3	1	-	-	-	28	8	-
	6-65	17	2	1	-	-	-	30	-	-
	6-66	9	2	1	21	10	4	14	1	147
	6-70	16	3	1	-	-	-	32	13	-
	6-71	6	2	1	18	12	6	9	-	162
	6-73	17	3	1	13	11	6	34	2	110
	6-74	19	2	1	-	-	-	28	9	-
	6-75	23	3	1	-	-	-	47	14	-
	6-76	-	-	-	9	7	3	-	3	45
	6-82	14	3	1	-	-	-	28	9	-
	6-83	13	3	1	-	-	-	22	7	-
	6-84	17	2	1	19	5	11	25	2	152

Продолжение приложения Г

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Ярцевское	6-85	-	-	-	16	9	5	-	1	112
	6-87	18	2	1	-	-	-	27	-	-
	6-88	11	3	1	13	7	4	23	2	71
	6-89	7	4	1	-	-	-	24	-	-
	6-94	13	2	1	-	-	-	20	-	-
	6-95	15	2	1	51	16	7	22	4	586
	6-96	9	3	1	34	10	7	19	6	289
	6-97	19	3	1	-	-	-	38	-	-
	6-98	5	3	1	-	-	-	11	1	-
	6-99	3	2	1	15	15	4	5	5	142
	6-102	4	3	1	-	-	-	7	-	-
	6-103	8	3	1	26	25	12	15	6	481
	6-104	17	2	1	-	-	-	26	4	-
	6-105	20	2	1	-	-	-	30	11	-
	6-106	10	2	1	49	18	4	15	9	539
	6-107	11	2	1	46	18	5	16	2	529
	6-108	10	4	1	-	-	-	26	-	-
Бирюсинское	8-1	5	2	2	-	-	-	10	-	-
	8-2	8	2	1	-	-	-	15	1	-
	8-3	16	3	1	8	14	9	36	8	92
	8-4	8	2	2	-	-	-	16	1	-
	8-6	7	2	1	17	17	9	8	-	221
	8-7	8	2	1	45	12	5	12	-	382
	8-8	10	4	2	-	-	-	23	-	-
	8-9	9	3	2	-	-	-	19	1	-
	8-10	23	3	1	26	15	5	28	-	260
	8-11	-			49	22	14	-	-	882
	8-15	16	2	1	-	-	-	33	-	-
	8-16	11	2	1	-	-	-	15	-	-
	8-17	4	2	1	-	-	-	6	-	-
	8-18	13	2	1	-	-	-	22	2	-
	8-19	30	2	1	-	-	-	38	12	-
	8-20	24	3	1	-	-	-	32	3	-
	8-21	6	2	1	-	-	-	10	7	-
	8-22	13	2	1	-	-	-	18	3	-
	8-24	16	3	1	-	-	-	41	5	-
	8-26	22	3	1	-	-	-	40	9	-
	8-27	22	3	1	-	-	-	44	4	-
	8-28	12	3	1	34	18	6	21	1	408
	8-29	4	2	2	-	-	-	8	-	8
	8-30	17	2	1	-	-	-	28	-	-
	8-31	9	2	1	-	-	-	15	1	-
	8-35	18	3	2	-	-	-	42	-	-
	8-36	11	3	1	-	-	-	16	-	-
	8-37	14	3	1	-	-	-	28	-	-
	8-38	17	2	1	-	-	-	25	-	-
	8-39	9	2	1	-	-	-	13	-	-

Продолжение приложения Г

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Бирюсинское	8-40	10	3	1	-	-	-	15	-	-
	8-41	12	2	2	-	-	-	24	7	-
Сосна кедровая корейская										
Приморское	7-4	9	2	1	-	-	-	13	-	-
	7-5	7	3	1	-	-	-	14	-	-
	7-6	9	3	1	-	-	-	18	1	-
	7-9	6	2	1	-	-	-	9	-	-
	7-11	5	3	2	28	20	8	14	-	392
	7-12	5	3	1	42	17	8	10	-	525
	7-17	9	2	1	7	10	4	13	-	49
	7-18	4	3	1	39	19	7	8	-	507
	7-19	5	3	2	-	-	-	12	-	-
	7-20	8	3	1	-	-	-	16	-	-
	7-21	8	2	1	11	7	4	12	-	60
	7-24	4	3	1	16	22	18	8	-	320
	7-25	10	3	1	27	32	14	15	-	621
	7-26	6	3	2	-	-	-	15	-	-
	7-27	3	3	1	36	17	11	4	-	504
	7-28	5	3	2	-	-	-	12	-	-
	7-29	9	3	1	-	-	-	18	-	-
	7-30	3	2	1	-	-	-	4	-	-
	7-31	7	3	1	21	18	9	14	-	283
	7-33	4	2	1	-	-	-	6	-	-
	7-34	5	3	1	44	22	9	7	-	682
	7-35	5	3	1	38	16	10	10	-	455
	7-36	7	3	1	42	19	11	14	-	630
	7-38	9	3	1	54	27	16	18	-	1161
	7-39	11	3	1	43	29	10	16	-	838
	7-40	-	-	-	39	24	13	-	-	721
	7-41	-	-	-	24	17	5	-	-	264
	7-42	-	-	-	45	22	7	-	-	652
	7-43	-	-	-	37	19	11	-	-	555
	7-50	7	3	1	27	26	12	14	-	532
	7-52	8	3	1	-	-		16	10	-
	7-53	-	-	-	33	27	14	-	-	676
	7-54	-	-	-	37	30	17	-	7	869
	7-57	-	-	-	-	-		-	-	-
	7-58	3	4	2	29	16	12	9	9	406
	7-60	-	-	-	17	12	7	-	-	161
	7-61	-	-	-	16	14	5	-	-	152
	7-62	-	-	-	36	27	13	-	-	270
	7-65	3	2	1	13	18	7	4	-	162
	7-69	1	2	2	-	-	-	2	-	-
	7-71	5	3	2	-	-	-	12	-	-
	7-72	7	3	1	-	-	-	14	-	-
	7-73	5	3	1	-	-	-	10	-	-
	7-75	8	2	1	-	-	-	12	-	-

Окончание приложения Г

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Приморское	7-76	4	3	1	-	-	-	8	-	-
	7-79	6	4	2	38	18	11	12	-	551
	7-80	3	2	2	44	24	15	6	-	858
	7-81	-	-	-	46	32	19	-	-	1173
	7-86	11	4	2	37	18	9	33	-	499
	7-87	-	-	-	40	22	17	-	-	780
	7-88	3	3	2	-	-	-	7	-	-
	7-89	4	4	2	-	-	-	12	-	-
	7-90	3	3	1	-	-	-	7	-	-
	7-91	5	3	2	26	10	8	8	-	234

ПРИЛОЖЕНИЕ Д – Биометрические показатели кедровых сосен на плантации в 2019 г.

Номер дерева	Высота, м	Диаметр ствола на высоте 1,3 м, см	Протя-женность живой кроны/ бессуч-ковой зоны, м	Диаметр кроны, м			Диаметр боковой ветви, см	Годичные приросты бокового побега в длину, см	Год	Количество, шт.		Угол прикреп-ления ветвей к стволу, град.	Длина боковой ветви, м	Длина хвои, см	Продол-житель-ность жизни хвои, лет
				С-Ю	В-З	сред-нее				мутовок	Ветвей в мутовке				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Лениногорское															
1-1	13,0	35,5	12,6/1,49	8,1	7,2	7,6	3,2	14,3	2010	26	5	72	3,37	8,7	5
								15,7	2011						
								16,8	2012						
								11,0	2013						
								10,8	2014						
								16,8	2015						
								12,0	2016						
								12,8	2017						
								9,0	2018						
								12,0	2019						
1-2	12,1	24,2	10,6/2,52	5,9	5,9	5,9	1,6	15,6	2010	24	5	71	1,57	10,2	4
								17,9	2011						
								10,0	2012						
								19,8	2013						
								11,1	2014						
								14,5	2015						
								19,3	2016						
								18,7	2017						
								20,4	2018						
								12,2	2019						
1-4	13,0	35,7	12,7/1,54	8,2	7,9	8,0	2,8	15,7	2010	26	6	81	2,0	8,9	3

Продолжение приложения Д

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1-4								14,5	2011						
								19,9	2012						
								11,3	2013						
								13,1	2014						
								10,0	2015						
								16,0	2016						
								12,3	2017						
								15,4	2018						
								10,7	2019						
1-5	13,2	36,9	13,8/6,2	8,5	9,2	8,8	4,0	17,5	2010	33	5	66	3,38	10,1	3
								21,5	2011						
								22,2	2012						
								23,3	2013						
								15,5	2014						
								14,5	2015						
								11,7	2016						
								19,5	2017						
								19,0	2018						
								10,0	2019						
1-7	12,3	22,2	11,7/0,70	6,1	5,3	5,7	1,8	15,3	2010	26	4	76	2,29	8,1	4
								11,6	2011						
								27,3	2012						
								16,5	2013						
								10,6	2014						
								10,4	2015						
								17,1	2016						
								20,3	2017						

Продолжение приложения Д

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
								19,2	2018						
								16,6	2019						
1-8	11,3	24,0	10,5/0,80	5,8	6,6	6,2	2,4	14,5	2010	26	5	75	3,0	9,9	2
								17,0	2011						
								22,0	2012						
								19,2	2013						
								10,2	2014						
								9,0	2015						
								12,6	2016						
								12,2	2017						
								18,0	2018						
								17,2	2019						
1-12	10,8	24,4	9,1/1,66	5,8	6,2	6,0	2,1	16,9	2010	25	4	81	2,29	9,0	5
								21,0	2011						
								19,8	2012						
								19,0	2013						
								11,0	2014						
								13,0	2015						
								15,6	2016						
								16,7	2017						
								16,2	2018						
								12,8	2019						
1-13	13,2	31,8	12,3/0,93	8,2	8,0	8,1	2,7	12,0	2010	26	5	70	2,42	11,2	4
								16,6	2011						
								13,2	2012						
								12,5	2013						
								10,0	2014						
								11,4	2015						
								10,0	2016						
								10,5	2017						

Продолжение приложения Д

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1-13								12,6	2018						
								15,4	2019						
1-14	14,3	20,3	13,8/0,49	4,3	3,8	4,0	2,0	16,1	2010	24	5	82	1,6	9,4	5
								14,4	2011						
								19,0	2012						
								9,8	2013						
								10,2	2014						
								9,0	2015						
								12,6	2016						
								12,2	2017						
								18,0	2018						
								12,0	2019						
1-27	13,6	33,1	12,8/0,84	7,3	7,0	7,2	1,7	16,5	2010	29	6	72	2,1	13,0	3
								15,5	2011						
								10,6	2012						
								14,9	2013						
								14,2	2014						
								13,0	2015						
								14,3	2016						
								10,5	2017						
								23,0	2018						
								16,1	2019						
1-28	13,9	22,4	13,2/0,90	6,6	7,0	6,8	1,9	14,5	2010	27	5	86	2,6	8,9	1
								10,4	2011						
								11,0	2012						
								13,4	2013						
								17,6	2014						
								19,2	2015						
								12,5	2016						
								12,6	2017						

Продолжение приложения Д

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1-28								25,0	2018						
								17,6	2019						
1-37	14,4	34,1	13,5/1,40	8,2	7,8	7,9	3,2	13,3	2010	27	5	72	3,49	9,2	4
								22,7	2011						
								17,1	2012						
								18,0	2013						
								10,8	2014						
								16,8	2015						
								12,0	2016						
								12,8	2017						
								16,0	2018						
								17,0	2019						
1-38	13,7	29,5	11,4/2,33	5,9	5,6	5,7	1,7	11,0	2010	22	3	89	1,8	14,0	2
								18,0	2011						
								12,7	2012						
								16,5	2013						
								19,5	2014						
								12,8	2015						
								10,0	2016						
								15,1	2017						
								20,8	2018						
								19,4	2019						
1-42	13,2	31,6	11,0/2,16	7,0	7,2	7,1	2,1	11,0	2010	18	7	60	2,11	10,9	3
								12,5	2011						
								11,0	2012						
								10,0	2013						
								13,2	2014						
								12,8	2015						
								8,3	2016						

Продолжение приложения Д

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1-42								8,8	2017						
								10,5	2018						
								10,0	2019						
1-44	12,2	31,8	10,3/0,30	7,9	7,5	7,7	2,2	17,8	2010	28	6	64	2,1	10,1	3
								19,9	2011						
								25,5	2012						
								13,8	2013						
								11,0	2014						
								10,9	2015						
								16,7	2016						
								24,6	2017						
								12,5	2018						
								17,2	2019						
1-46	11,8	24,9	9,9/1,93	5,5	6,7	6,1	1,4	16,4	2010	31	5	84	1,91	11,1	4
								17,7	2011						
								18,1	2012						
								11,1	2013						
								12,0	2014						
								10,0	2015						
								15,2	2016						
								21,0	2017						
								18,0	2018						
								18,0	2019						
1-48	12,7	27,4	11,5/1,20	5,3	5,7	5,5	1,7	12,3	2010	28	5	66	1,2	8,3	4
								14,5	2011						
								26,8	2012						
								16,3	2013						
								24,3	2014						
								14,6	2015						
								18,0	2016						

Продолжение приложения Д

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1-48								14,4	2017						
								15,7	2018						
								12,3	2019						
1-51	13,5	29,8	12,3/1,1	6,4	7,0	6,7	1,8	10,2	2010	26	4	80	1,8	10,8	3
								16,3	2011						
								17,8	2012						
								12,5	2013						
								22,2	2014						
								22,2	2015						
								15,0	2016						
								21,8	2017						
								17,1	2018						
								16,8	2019						
Среднее	12,9	28,9	11,4	6,7	6,8	6,7	2,2	15,2		26,2	5,0	74,8	2,3	10,1	3,4
Алтайское (секция 2)															
2-3	15,2	31,9	13,8/1,62	7,4	7,2	7,3	1,7	27,4	2010	28	4	66	2,5	10,2	3
								12,5	2011						
								13,4	2012						
								13,0	2013						
								11,0	2014						
								13,6	2015						
								14,4	2016						
								12,3	2017						
								16,0	2018						
								15,2	2019						
2-5	14,3	29,2	13,4/0,92	6,2	6,0	6,1	1,7	12,7	2010	22	3	89	1,8	13,8	3
								16,5	2011						
								17,7	2012						
								11,0	2013						
								12,8	2014						

Продолжение приложения Д

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
2-5								10,0	2015						
								15,1	2016						
								11,8	2017						
								16,6	2018						
								12,4	2019						
2-6	15,1	33,0	14,0/1,91	6,3	6,7	6,5	1,9	18,7	2010	25	6	84	2,4	11,6	4
								20,5	2011						
								12,4	2012						
								20,7	2013						
								18,8	2014						
								15,7	2015						
								16,9	2016						
								22,1	2017						
								19,3	2018						
								20,4	2019						
2-23	14,7	35,6	13,4/1,84	8,7	8,2	8,4	2,8	15,7	2010	27	4	81	2,1	11,7	4
								14,5	2011						
								19,9	2012						
								11,3	2013						
								13,1	2014						
								10,0	2015						
								16,0	2016						
								20,7	2017						
								13,2	2018						
								13,1	2019						
2-48	14,9	23,4	13,5/1,41	8,2	7,3	7,7	2,1	14,1	2010	28	4	79	3,12	12,5	3
								16,7	2011						
								16,6	2012						

Продолжение приложения Д

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
2-48								11,5	2013						
								15,1	2014						
								14,5	2015						
								11,0	2016						
								20,3	2017						
								20,5	2018						
								16,2	2019						
2-53	14,9	38,4	13,9/1,02	7,7	8,7	8,2	1,9	18,3	2010	24	4	60	2,3	11,1	6
								18,9	2011						
								18,8	2012						
								17,0	2013						
								23,0	2014						
								15,3	2015						
								17,0	2016						
								16,8	2017						
								18,1	2018						
								15,8	2019						
2-69	16,1	35,2	15,2/0,91	8,6	8,9	8,7	2,5	12,0	2010	26	4	65	2,6	10,9	5
								12,3	2011						
								18,0	2012						
								21,1	2013						
								13,0	2014						
								10,2	2015						
								19,5	2016						
								16,1	2017						
								15,6	2018						
								16,7	2019						
2-71	14,9	32,1	13,9/0,97	8,2	7,3	7,7	1,6	18,5	2010	25	4	86	1,9	10,1	4
								14,0	2011						

Продолжение приложения Д

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
2-71								12,8	2012						
								15,0	2013						
								16,9	2014						
								12,4	2015						
								16,5	2016						
								11,6	2017						
								20,9	2018						
								14,2	2019						
2-74	14,0	35,3	13,0/1,02	8,4	8,7	8,5	2,4	17,6	2010	25	5	74	3,5	13,7	6
								21,0	2011						
								21,3	2012						
								24,0	2013						
								18,9	2014						
								18,0	2015						
								17,0	2016						
								13,0	2017						
								11,2	2018						
								13,4	2019						
2-76	15,4	38,4	14,2/1,21	8,7	8,5	8,6	2,0	14,7	2010	21	5	72	3,5	14,5	2
								12,0	2011						
								18,3	2012						
								12,1	2013						
								18,6	2014						
								12,0	2015						
								13,1	2016						
								14,0	2017						
								17,4	2018						
								13,4	2019						
2-78	16,2	35,4	15,3/0,92	8,6	7,6	8,1	1,6	14,3	2010	19	4	65	1,7	10,6	4
								16,0	2011						

Продолжение приложения Д

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
2-78								10,1	2012						
								13,5	2013						
								15,1	2014						
								9,6	2015						
								13,7	2016						
								13,9	2017						
								16,1	2018						
								15,2	2019						
Среднее	15,1	33,4	14,0	7,9	7,7	7,8	2,0	15,6		24,5	4,3	74,6	2,5	11,9	4,0
Алтайское (секция 3)															
3-2	15,4	28,4	15,0/0,40	7,7	7,8	7,8	1,1	12,5	2010	26	5	94	1,9	11,4	5
								16,6	2011						
								22,9	2012						
								15,0	2013						
								9,0	2014						
								11,8	2015						
								16,0	2016						
								12,0	2017						
								19,4	2018						
								14,8	2019						
3-15	15,5	34,4	14,5/0,99	5,6	6,6	6,1	1,8	15,0	2010	21	5	90	1,8	10,1	1
								17,7	2011						
								13,0	2012						
								18,0	2013						
								11,6	2014						
								13,0	2015						
								13,4	2016						
								9,2	2017						
								11,3	2018						

Продолжение приложения Д

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
3-15								10,1	2019						
3-38	14,7	34,2	13,5/1,20	7,6	7,4	7,3	1,7	15,0	2010	24	4	95	3,2	9,7	2
								15,8	2011						
								13,7	2012						
								15,6	2013						
								19,0	2014						
								17,4	2015						
								12,0	2016						
								8,7	2017						
								13,0	2018						
								12,9	2019						
3-49	16,0	31,6	15,2/0,80	7,6	6,9	7,2	2,8	14,5	2010	18	5	60	1,9	11,7	4
								14,1	2011						
								12,6	2012						
								14,4	2013						
								16,0	2014						
								12,0	2015						
								13,2	2016						
								12,8	2017						
								16,2	2018						
								14,3	2019						
3-12	15,4	38,4	14,4/0,97	8,9	8,6	8,8	2,3	15,0	2010	28	4	85	2,7	13,2	5
								9,0	2011						
								16,5	2012						
								16,0	2013						
								11,8	2014						
								13,0	2015						
								11,5	2016						
								10,0	2017						

Продолжение приложения Д

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
3-12								17,0	2018						
								13,5	2019						
3-9	14,1	33,5	12,9/1,15	8,9	8,0	8,4	2,2	14,0	2010	24	6	76	3,02	12,4	4
								17,0	2011						
								13,0	2012						
								19,3	2013						
								15,4	2014						
								12,2	2015						
								12,0	2016						
								18,0	2017						
								14,8	2018						
								16,2	2019						
3-8	13,8	32,3	12,7/1,12	7,7	6,6	7,1	2,0	13,0	2010	28	6	85	1,7	10,8	3
								9,7	2011						
								13,0	2012						
								17,2	2013						
								19,3	2014						
								17,6	2015						
								11,3	2016						
								12,1	2017						
								11,7	2018						
								13,1	2019						
3-35	14,1	38,2	12,9/1,21	9,5	9,7	9,6	2,2	18,0	2010	27	5	60	3,3	11,9	3
								11,2	2011						
								17,4	2012						
								10,6	2013						
								13,3	2014						
								15,0	2015						
								20,0	2016						
								18,6	2017						

Продолжение приложения Д

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
3-35								16,0	2018						
								11,4	2019						
3-54	16,3	28,7	15,0/1,30	7,9	7,4	7,6	2,5	15,1	2010	24	4	64	3,1	13,2	2
								11,5	2011						
								12,4	2012						
								17,7	2013						
								14,3	2014						
								17,5	2015						
								17,2	2016						
								21,1	2017						
								14,1	2018						
								12,2	2019						
3-43	15,8	40,1	14,4/1,40	6,6	7,2	6,9	2,7	11,8	2010	29	5	71	2,8	11,0	4
								13,7	2011						
								11,0	2012						
								12,7	2013						
								18,0	2014						
								13,3	2015						
								12,1	2016						
								12,4	2017						
								18,3	2018						
								14,5	2019						
Среднее	15,1	34,0	14,1	7,8	7,6	7,7	2,1	14,3		24,9	4,9	78,0	2,5	11,5	3,3
Ярцевское															
6-84	15,4	32,6	14,0/1,4	3,7	3,4	3,5	1,4	20,6	2010	20	2	80	2,2	7,2	4
								15,5	2011						
								12,3	2012						
								11,6	2013						
								17,0	2014						
								10,0	2015						

Продолжение приложения Д

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
6-84								14,3	2016						
								16,4	2017						
								15,9	2018						
								13,5	2019						
6-83	15,9	29,7	14,8/1,12	4,3	3,7	4,0	1,8	13,8	2010	29	4	70	1,5	10,9	6
								18,6	2011						
								18,1	2012						
								11,8	2013						
								12,6	2014						
								14,2	2015						
								15,0	2016						
								11,0	2017						
								18,4	2018						
								14,3	2019						
6-82	14,7	43,4	13,7/0,97	6,5	5,8	6,1	2,5	22,0	2010	27	6	74	1,9	12,0	5
								16,4	2011						
								13,8	2012						
								13,4	2013						
								12,0	2014						
								18,8	2015						
								10,0	2016						
								20,4	2017						
								15,6	2018						
								14,2	2019						
6-73 (1)	13,9	30,1	12,6/1,31	5,5	5,9	5,7	2,0	11,2	2010	27	5	84	2,8	10,9	4
								15,2	2011						
								10,9	2012						
								19,0	2013						

Продолжение приложения Д

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
6-73 (1)								22,1	2014						
								19,7	2015						
								15,5	2016						
								19,7	2017						
								16,1	2018						
								14,3	2019						
6-73 (2)	12,6	22,6	11,2/1,4	4,5	3,8	4,0	2,7	19,0	2010	29	6	70	2,1	9,9	5
								17,1	2011						
								20,0	2012						
								14,3	2013						
								13,6	2014						
								18,6	2015						
								16,0	2016						
								12,5	2017						
								16,7	2018						
								11,2	2019						
6-74 (1)	13,1	27,3	12,1/0,98	5,6	6,8	6,2	2,5	12,6	2010	28	4	89	4,5	10,1	2
								14,9	2011						
								18,0	2012						
								12,6	2013						
								18,7	2014						
								9,7	2015						
								14,1	2016						
								21,7	2017						
								13,8	2018						
								12,8	2019						
6-74(2)	14,4	32,5	13,4/0,98	5,2	3,6	4,4	2,4	13,5	2010	33	4	71	3,9	10,7	2
								17,7	2011						
								14,0	2012						

Продолжение приложения Д

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
6-74(2)								15,9	2013						
								21,5	2014						
								24,8	2015						
								17,9	2016						
								19,5	2017						
								16,2	2018						
								17,5	2019						
6-75	14,5	34,2	12,9/1,6	6,7	7,2	7,0	2,6	18,1	2010	27	4	85	3,2	13,1	3
								15,0	2011						
								10,0	2012						
								14,3	2013						
								17,0	2014						
								12,5	2015						
								10,6	2016						
								10,3	2017						
								17,7	2018						
								13,5	2019						
6-70	12,4	38,9	11,5/0,91	7,9	7,0	7,5	3,0	16,5	2010	29	3	90	3,9	11,8	6
								15,3	2011						
								15,5	2012						
								16,5	2013						
								17,0	2014						
								16,1	2015						
								17,1	2016						
								14,5	2017						
								8,1	2018						
								16,5	2019						
6-53	14,4	33,4	13,6/0,82	5,3	6,1	5,7	2,0	13,8	2010	29	6	86	2,9	10,1	1
								8,6	2011						

Продолжение приложения Д

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
6-53								18,2	2012						
								17,7	2013						
								12,1	2014						
								18,4	2015						
								13,9	2016						
								12,3	2017						
								19,5	2018						
								12,5	2019						
Среднее	14,1	32,5	13,0	5,5	5,3	5,4	2,3	15,4		27,8	4,4	79,9	2,9	10,7	4,7
Корейское (приморское)															
7-1	15,9	35,3	15,5/0,40	9,4	9,1	9,3	2,9	16,2	2010	27	4	57	3,1	12,2	3
								20,9	2011						
								21,1	2012						
								19,0	2013						
								18,7	2014						
								15,4	2015						
								26,5	2016						
								24,3	2017						
								12,2	2018						
								13,5	2019						
7-5	15,0	34,1	14,3/0,67	10,1	10,5	10,3	4,2	10,7	2010	31	4	50	3,6	9,6	3
								13,5	2011						
								17,2	2012						
								20,0	2013						
								21,1	2014						
								18,7	2015						
								14,5	2016						
								19,0	2017						
								23,7	2018						
								16,8	2019						

Продолжение приложения Д

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
7-6	14,0	30,1	12,9/1,1	9,2	9,9	9,6	3,9	15,0	2010	37	4	61	4,7	10,8	4
								16,3	2011						
								10,2	2012						
								21,2	2013						
								23,0	2014						
								21,0	2015						
								21,0	2016						
								23,0	2017						
								18,0	2018						
								12,7	2019						
7-4	15,6	29,2	15,3/0,30	8,9	7,6	8,3	4,3	10,7	2010	27	3	62	3,3	12,4	5
								12,5	2011						
								12,5	2012						
								8,3	2013						
								11,0	2014						
								11,5	2015						
								20,5	2016						
								13,4	2017						
								17,0	2018						
								14,6	2019						
7-12	14,9	33,1	14,1/0,81	9,5	9,1	9,3	3,0	23,8	2010	26	3	60	3,6	12,5	3
								21,5	2011						
								19,3	2012						
								17,0	2013						
								16,9	2014						
								12,5	2015						
								29,1	2016						
								9,2	2017						
								14,5	2018						
								12,1	2019						

Продолжение приложения Д

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
7-19	14,2	31,9	13,8/0,43	8,9	8,9	8,9	3,9	13,5	2010	28	4	70	2,8	12,7	4
								17,3	2011						
								22,7	2012						
								15,2	2013						
								17,6	2014						
								17,8	2015						
								13,3	2016						
								12,3	2017						
								23,6	2018						
								16,5	2019						
7-28	16,1	37,3	15,6/0,51	8,5	9,2	8,9	4,0	21,5	2010	34	5	66	3,5	8,3	2
								22,2	2011						
								16,8	2012						
								15,5	2013						
								14,5	2014						
								11,7	2015						
								19,5	2016						
								19,0	2017						
								10,0	2018						
								13,1	2019						
7-29	14,8	23,6	13,8/1,0	8,8	8,5	8,7	2,6	19,4	2010	29	4	72	3,7	11,7	5
								7,5	2011						
								17,4	2012						
								13,3	2013						
								14,4	2014						
								17,2	2015						
								24,5	2016						
								30,5	2017						
								18,7	2018						
								14,3	2019						

Продолжение приложения Д

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
7-41	14,6	26,1	14,1/0,53	8,3	8,0	8,2	2,1	23,8	2010	30	4	77	2,9	8,5	3
								23,5	2011						
								24,0	2012						
								11,8	2013						
								17,5	2014						
								27,1	2015						
								28,0	2016						
								19,3	2017						
								10,0	2018						
								13,2	2019						
7-44	14,6	29,8	14,1/0,67	9,8	9,3	9,6	1,7	13,4	2010	34	4	79	4,6	12,3	4
								10,3	2011						
								11,8	2012						
								18,3	2013						
								15,1	2014						
								17,8	2015						
								11,0	2016						
								26,5	2017						
								28,0	2018						
								16,4	2019						
7-9	12,9	28,9	13,9	9,9	8,6	9,3	6,2	23,8	2010	27	3	62	4,1	10,2	3
								8,8	2011						
								16,2	2012						
								12,5	2013						
								21,5	2014						
								19,3	2015						
								17,0	2016						
								16,9	2017						
								29,1	2018						
								14,1	2019						

Продолжение приложения Д

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
7-25	12,3	33,1	12,8	8,3	8,2	8,3	3,5	12,0	2010	28	4	70	2,1	11,5	5
								15,7	2011						
								14,6	2012						
								13,5	2013						
								12,4	2014						
								15,2	2015						
								17,6	2016						
								17,8	2017						
								13,3	2018						
								19,5	2019						
7-24	13,4	26,7	12,8	9,6	9,9	9,8	6,4	16,4	2010	28	4	57	2,2	10,9	3
								26,0	2011						
								13,0	2012						
								20,9	2013						
								21,1	2014						
								19,0	2015						
								6,5	2016						
								14,3	2017						
								23,0	2018						
								15,4	2019						
7-23	13,8	30,9	11,9	9,7	9,9	9,8	2,8	17,5	2010	27	4	75	1,9	11,1	3
								10,5	2011						
								13,5	2012						
								15,7	2013						
								10,0	2014						
								13,3	2015						
								7,2	2016						
								15,2	2017						
								17,6	2018						
								17,8	2019						

Продолжение приложения Д

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
7-30	14,1	28,6	12,5	8,8	8,3	8,6	3,6	17,4	2010	34	4	79	3,2	10,4	2
								18,8	2011						
								18,3	2012						
								16,7	2013						
								13,4	2014						
								10,3	2015						
								11,8	2016						
								18,3	2017						
								15,1	2018						
								17,8	2019						
7-31	14,3	29,6	13,1	7,1	7,6	7,4	4,1	20,0	2010	27	4	62	5,0	9,9	3
								13,5	2011						
								17,2	2012						
								13,0	2013						
								21,1	2014						
								18,7	2015						
								14,5	2016						
								19,0	2017						
								16,4	2018						
								16,7	2019						
7-27	13,7	27,7	12,7	7,6	6,8	7,2	3,1	12,5	2010	26	4	68	3,5	11,4	5
								8,8	2011						
								16,2	2012						
								21,5	2013						
								19,3	2014						
								17,0	2015						
								29,1	2016						
								21,6	2017						
								14,9	2018						
								12,0	2019						

Продолжение приложения Д

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
7-34	13,3	33,1	12,0	6,8	7,1	7,0	3,3	10,0	2010	28	4	75	6,0	12,1	4
								18,5	2011						
								13,5	2012						
								21,5	2013						
								14,7	2014						
								13,6	2015						
								17,5	2016						
								24,0	2017						
								25,3	2018						
								12,5	2019						
7-53	13,2	22,6	12,8	7,1	5,8	6,5	4,2	14,5	2010	26	4	62	3,1	10,6	3
								16,6	2011						
								19,2	2012						
								10,7	2013						
								13,5	2014						
								17,2	2015						
								20,0	2016						
								21,1	2017						
								18,7	2018						
								14,1	2019						
7-54	14,1	28,6	14,5	7,6	6,9	7,3	3,6	17,5	2010	28	4	71	4,2	10,4	5
								27,1	2011						
								28,0	2012						
								17,5	2013						
								10,5	2014						
								10,3	2015						
								10,0	2016						
								18,5	2017						
								13,5	2018						
								21,5	2019						

Продолжение приложения Д

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
7-55	13,2	32,1	12,2	8,8	9,1	9,0	2,9	12,0	2010	27	4	77	3,5	10,3	2
								15,2	2011						
								17,6	2012						
								17,8	2013						
								13,3	2014						
								19,3	2015						
								17,0	2016						
								29,1	2017						
								21,6	2018						
								16,8	2019						
7-66	13,7	26,1	12,2	7,6	6,9	7,3	3,5	14,3	2010	28	4	63	4,4	11,5	3
								23,0	2011						
								15,4	2012						
								15,6	2013						
								17,8	2014						
								11,5	2015						
								19,2	2016						
								10,3	2017						
								10,0	2018						
								12,4	2019						
7-67	12,4	21,9	11,3	7,6	7,9	7,8	2,9	14,3	2010	28	4	57	3,1	10,7	2
								23,0	2011						
								21,1	2012						
								6,5	2013						
								20,9	2014						
								15,6	2015						
								17,8	2016						
								11,5	2017						
								8,7	2018						
								14,5	2019						

Продолжение приложения Д

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
7-75	15,8	34,0	14,8	7,4	7,1	7,3	3,6	20,9	2010	27	4	57	3,8	10,4	3
								21,1	2011						
								19,0	2012						
								19,7	2013						
								15,4	2014						
								26,5	2015						
								24,3	2016						
								12,3	2017						
								14,9	2018						
								19,8	2019						
7-76	13,2	32,1	12,4	6,1	6,5	6,3	3,2	10,7	2010	30	3	55	4,1	10,9	3
								13,5	2011						
								17,2	2012						
								19,0	2013						
								18,2	2014						
								13,3	2015						
								18,7	2016						
								17,0	2017						
								29,1	2018						
								13,7	2019						
7-87	13,9	27,7	12,4	7,2	7,9	7,6	3,0	24,5	2010	37	4	61	4,5	10,8	3
								16,0	2011						
								15,0	2012						
								16,3	2013						
								10,2	2014						
								21,2	2015						
								23,0	2016						
								21,0	2017						
								21,0	2018						
								11,3	2019						

Продолжение приложения Д

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
7-86	13,3	21,3	12,5	8,1	6,8	7,5	1,7	13,5	2010	26	4	72	2,1	11,2	4
								19,0	2011						
								17,0	2012						
								14,5	2013						
								16,6	2014						
								19,2	2015						
								11,4	2016						
								19,0	2017						
								22,2	2018						
								19,0	2019						
7-52	12,55	26	11,66	-	6,76	-	5,3	17,8	2008	34	3	98	3,55	8,9	4
								15,7	2009						
								17,9	2010						
								16,8	2011						
								16,5	2012						
								18,9	2013						
								9,8	2014						
								15,4	2015						
								14,0	2016						
								20,3	2017						
Среднее	14,1	29,5	13,3	8,4	8,2	8,3	3,6	17,8		29,1	3,9	65,8	3,3	11,1	3,2
Бирюсинское															
8-7	12,2	33,9	11,3/1,2	7,0	6,4	6,7	2,8	16,5	2010	35	7	97	2,5	10,4	2
								14,3	2011						
								14,0	2012						
								11,7	2013						
								13,9	2014						
								14,8	2015						
								20,0	2016						
								16,2	2017						

Продолжение приложения Д

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
8-7								16,4	2018						
								11,0	2019						
8-6	11,4	25,9	10,1/1,3	6,8	7,2	7,0	2,0	10,5	2010	33	8	88	2,6	9,5	4
								21,6	2011						
								14,3	2012						
								14,0	2013						
								11,1	2014						
								17,5	2015						
								17,8	2016						
								8,1	2017						
								14,0	2018						
								13,1	2019						
8-5	13,3	31,3	12,1/1,60	7,7	7,6	7,6	1,6	28,2	2010	39	6	90	1,9	13,1	4
								10,5	2011						
								10,4	2012						
								11,7	2013						
								12,7	2014						
								12,7	2015						
								18,7	2016						
								16,0	2017						
								11,5	2018						
								9,9	2019						
8-4	13,7	25,6	13,1/0,83	6,1	5,9	6,0	2,0	21,9	2010	39	7	98	2,2	11,4	3
								14,3	2011						
								19,5	2012						
								10,7	2013						
								11,5	2014						
								14,1	2015						
								15,5	2016						
								17,7	2017						

Продолжение приложения Д

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
8-4								21,8	2018						
								13,8	2019						
8-3	14,4	33,2	13,0/1,40	7,1	6,2	6,7	3,1	12,2	2010	39	9	82	3,0	11,3	5
								13,0	2011						
								13,8	2012						
								16,3	2013						
								14,5	2014						
								16,0	2015						
								11,2	2016						
								10,4	2017						
								10,0	2018						
								12,2	2019						
8-2	13,3	29,7	12,2/1,14	7,4	7,5	7,5	3,5	17,4	2010	39	7	95	3,6	9,3	4
								17,5	2011						
								18,5	2012						
								17,1	2013						
								23,3	2014						
								19,7	2015						
								14,6	2016						
								16,3	2017						
								8,7	2018						
								16,7	2019						
8-1	12,8	28,9	11,8	6,2	6,4	6,3	1,9	13,8	2010	37	6	95	2,1	8,9	3
								12,3	2011						
								19,3	2012						
								17,4	2013						
								17,5	2014						
								18,5	2015						
								17,1	2016						

Продолжение приложения Д

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
8-1								23,3	2017						
								19,7	2018						
								16,3	2019						
8-12	13,9	31,2	12,6	6,2	6,8	6,5	1,3	8,7	2010	38	5	95	2,1	9,1	3
								11,6	2011						
								13,8	2012						
								12,3	2013						
								19,3	2014						
								17,4	2015						
								13,2	2016						
								8,8	2017						
								10,3	2018						
								11,4	2019						
8-13	13,8	32,2	10,9	5,9	6,2	6,0	2,1	16,1	2010	39	6	82	1,9	9,1	5
								16,0	2011						
								14,1	2012						
								12,2	2013						
								13,0	2014						
								14,1	2015						
								12,2	2016						
								13,0	2017						
								18,2	2018						
								17,9	2019						
8-14	11,4	25,9	10,1	6,5	6,8	6,6	2,0	10,5	2010	33	8	88	2,6	9,5	2
								14,0	2011						
								21,9	2012						
								14,0	2013						
								11,1	2014						
								17,5	2015						

Продолжение приложения Д

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
8-14								17,8	2016						
								8,1	2017						
								14,0	2018						
								13,1	2019						
8-15	13,8	32,2	10,9	5,9	6,2	6,0	2,1	16,1	2010	39	6	82	1,9	9,1	4
								16,0	2011						
								14,1	2012						
								12,2	2013						
								13,0	2014						
								14,1	2015						
								12,2	2016						
								13,0	2017						
								18,2	2018						
								17,9	2019						
								16,7	2011						
								10,6	2012						
								11,4	2013						
								8,2	2014						
								10,3	2015						
								10,4	2016						
								10,3	2017						
								10,9	2018						
								19,5	2019						
8-29	12,8	27,7	11,0	6,2	6,4	6,3	3,4	16,8	2010	39	7	95	2,4	10,7	3
								14,6	2011						
								11,6	2012						
								13,8	2013						
								12,3	2014						
								19,3	2015						

Продолжение приложения Д

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
8-29								17,4	2016						
								17,5	2017						
								18,5	2018						
								17,1	2019						
8-37	13,1	28,3	11,0	5,2	5,4	5,4	3,3	23,3	2010	37	5	95	2,8	11,3	4
								19,7	2011						
								11,6	2012						
								19,3	2013						
								13,8	2014						
								12,3	2015						
								16,3	2016						
								17,4	2017						
								21,3	2018						
								15,2	2019						
8-38	12,6	35,9	11,6	5,8	5,6	5,7	2,4	12,6	2010	35	6	98	3,1	11,1	3
								11,0	2011						
								16,3	2012						
								12,5	2013						
								10,5	2014						
								12,4	2015						
								12,6	2016						
								16,5	2017						
								16,0	2018						
								11,6	2019						
8-39	11,3	32,1	10,1	6,7	7,1	6,9	2,1	14,0	2010	34	5	88	1,9	10,7	3
								17,5	2011						
								16,7	2012						
								10,6	2013						
								11,4	2014						

Окончание приложения Д

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
8-39								18,5	2015						
								10,4	2016						
								10,3	2017						
								10,9	2018						
								19,5	2019						
8-35	11,5	34,4	9,6	5,6	5,9	5,7	2,2	14,7	2010	32	4	78	4,3	11,0	3
								15,6	2011						
								13,4	2012						
								18,8	2013						
								11,7	2014						
								15,2	2015						
								18,9	2016						
								14,7	2017						
								16,3	2018						
								18,2	2019						
8-27	12,3	30,5	10,4	6,1	5,9	6,0	2,1	11,7	2010	33	6	89	4,3	9,6	4
								15,2	2011						
								17,4	2012						
								9,8	2013						
								13,4	2014						
								13,6	2015						
								12,1	2016						
								11,7	2017						
								17,4	2018						
								13,9	2019						
Среднее	13,1	29,9	11,3	6,4	6,4	6,4	2,3	15,2		36,3	6,3	90,2	2,6	10,8	3,4