

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БРАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

На правах рукописи

Серков Денис Вадимович

ОСОБЕННОСТИ РОСТА И ФОРМИРОВАНИЯ СМЕШАННЫХ
СОСНОВО-ЛИСТВЕННИЧНЫХ ДРЕВОСТОЕВ В УСЛОВИЯХ
ПРИАНГАРЬЯ

06.03.02 – Лесоведение, лесоводство, лесоустройство и лесная таксация

Диссертация на соискание учёной степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Научный руководитель:
доктор сельскохозяйственных наук, профессор
Рунова Елена Михайловна

Братск – 2019

СОДЕРЖАНИЕ	Стр
Введение.....	3
1. СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА.....	8
1.1 Морфологические и экологические особенности сосны обыкновенной (<i>Pinus sylvestris</i> L.) лиственницы сибирской (<i>Larix sibirica</i> Ldb.).....	8
1.2 Особенности формирования смешанных насаждений	17
1.3 Особенности формирования лесных культур сосны и лиственницы.....	22
1.4 Характеристика лесного фонда объекта исследования.....	30
1.5 Выводы по главе.....	34
2. ПРОГРАММА И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ	35
2.1 Программа исследований	35
2.2 Методика исследований	36
2.3 Объем исследований.....	39
3. ОСОБЕННОСТИ РОСТА СОСНОВО-ЛИСТВЕННИЧНЫХ НАСАЖДЕНИЙ ЕСТЕСТВЕННОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ ПРИАНГАРЬЯ	41
3.1 Динамика роста смешанных сосново-лиственничных насаждений ..	42
3.2 Выводы по главе.....	62
4. СОСТОЯНИЕ СМЕШАННЫХ МОЛОДНЯКОВ ПРИАНГАРЬЯ.....	64
4.1 Цели и задачи исследований.....	64
4.2 Результаты исследований.....	65
4.3 Выводы по главе.....	73
5. СОСТОЯНИЕ СМЕШАННЫХ ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР СОСНЫ И ЛИСТВЕННИЦЫ В ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ.....	74
5.1 Технология создания опытных лесных культур.....	74
5.2 Исследование роста экспериментальных смешанных культур лиственницы и сосны.....	76
5.3 Особенности формирования древесины в смешанных лесных культурах лиственницы и сосны в Приангарье.....	83
5.4 Выводы по главе.....	92
Заключение	95
Список использованных источников	98
Приложения	110

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы.

В условиях современного глобального изменения климата огромную роль в стабилизации экологического состояния выполняют лесные экосистемы. Особое значение, согласно международным стандартам имеют леса смешанные, сложные, имеющие большое биологическое разнообразие. В этом плане леса Иркутской области имеют в основном естественное происхождение, часто основанное на пирогенных факторах. Многие леса относятся к лесам высокой природоохранной ценности согласно стандартам FSC. В основном лесные массивы Иркутской области относятся к светлотаежным лесам. В последнее время содержание лиственницы в общем составе лесов Иркутской области снижается как в процентном отношении по площадям, так и по группам возраста. В связи с этим особая задача стоит в сохранении и приумножении смешанных сосново-лиственничных насаждений естественного и искусственного происхождения в Приангарье на примере Иркутской области. Актуальность темы заключается в исследовании состояния смешанных сосново-лиственничных древостоев на примере лесов Иркутской области и рекомендации по созданию сосново-лиственничных лесных культур.

Степень разработанности темы исследования.

Особенности роста смешанных и сложных сосновых древостоев изучали многие авторы: И.В. Логвинов (1956), Н.П. Поликарпов (1962), В.И. Дитрих (1970), Г.Л. Кравченко (1972), Э.Н. Фалалеев (1975), А.В. Тюрин (1982), И.С. Мелехов, А.А. Листов (1980), А.Н. Поляков (1982), И.И. Гусев, С.В. Третьяков. (1989, 1990, 1992), И.С. Мелехов (1989), Е.И. Кузьменко, Е.П. Смолоногов (2000), О.А. Неволин, С.В. Залесов, Н. А. , Луганский (2002, 2003, 2005), С.Л. Шевелев и др. (2002), Л.Н. Ващук, А.З. Швиденко (2006), Г.В. Брылева (2007), Г.А. Чибисов (2010), В. А. Соколов, С. К. Фарбер (2008-2012), Н.В. Выводцев (2017), Л.В. Зленко (2015), А.И. Бузыкин, Л.С. Пшеничников. (1987,2002), В.Е. Попов (1964). Автором проведено изучение

роста и формирования сосново - лиственничных насаждений в условиях Приангарского таежного района (на примере Иркутской области).

Цели и задачи.

Цель исследований – лесоводственно-таксационная оценка роста и формирования смешанных сосново-лиственничных насаждений естественного происхождения и лесных культур с целью повышения устойчивости и биологического разнообразия насаждений в условиях Приангарья.

Задачи исследования:

1. Исследовать процессы формирования и роста сосново-лиственничных насаждений в разные возрастные периоды в зависимости от климатических и почвенно-грунтовых условий в Приангарье.
2. Изучить таксационные показатели смешанных лесов Приангарья в разные возрастные периоды.
3. Изучить особенности роста лиственницы и сосны в смешанных лесных культурах.
4. Изучить особенности формирования годичных слоев сосны и лиственницы в смешанных лесных культурах.

Научная новизна.

Научная новизна исследований состоит в том, что на основании проведенных исследований и обобщения информации о закономерностях формирования, роста и строения смешанных лесных культур изучена динамика формирования основных таксационных показателей и качества стволовой древесины смешанных сосняков искусственного развития.

Впервые для районов исследований были изучены лесоводственно-таксационные показатели смешанных сосново-лиственничных насаждений в Приангарье Иркутской области, различных классов возраста, а также лесных культур. Исследованы особенности формирования годичных слоев сосны и лиственницы в смешанных лесных культурах.

Теоретическая и практическая значимость работы:

Впервые для условий района исследования изучены закономерности роста и развития смешанных сосново–лиственничных насаждений в условиях Приангарья Иркутской области.

Полученные в ходе настоящего исследования данные могут лечь в основу нормативной базы по возобновлению естественным или искусственным путем сосновых и лиственничных лесов в рассматриваемом регионе.

Результаты работы апробированы в Братском и Куйтунском лесничествах при создании сосново-лиственничных культур посевом. Полученные данные могут иметь применение в областях, связанных с лесным хозяйством, а также в учебной деятельности по лесному хозяйству.

Обоснованность и достоверность результатов исследований подтверждается большим объемом экспериментального материала, результатами статистической обработки на ЭВМ с использованием программ Statistica 6.0, MS Excel-07.

Методология и методы исследования. Методология исследования основывалась на системном подходе к изучаемым природным объектам. Применялись общепринятые в лесоводственных исследованиях методики закладки пробных площадей. Обработка таксационных показателей проводилась по методике Н.П. Анучина.

Положения, выносимые на защиту:

1. Рост и развитие смешанных сосново-лиственничных насаждений Приангарья зависят от типа леса, возрастной группы, процентного соотношения сосны и лиственницы в насаждениях, при этом общий запас смешанных насаждений на 20-30% выше, чем в чистых.

2. В возрасте до 40 лет смешанные сосново-лиственничные насаждения характеризуются таксационными показателями, присущими III классу бонитета в наиболее распространенных группах типов леса Иркутской области.

3. Исследование роста и развития опытных лесных культур сосны и лиственницы, созданных посевом с преобладанием лиственницы сибирской, свидетельствует о более высоких темпах роста лиственницы по сравнению с сосной.

4. Особенности формирования годичных колец сосны и лиственницы в смешанных сосново - лиственничных культурах свидетельствуют о достаточно высоких физико-механических свойствах древесины.

Степень достоверности и апробация результатов.

Результаты работы докладывались на международной научно-технической конференции «Актуальные проблемы лесного комплекса», Брянск, 2014 г., на XV (XXXVII) Всероссийской научно-технической конференции. Естественные и инженерные науки - развитию регионов Сибири – Братск, 2016, международном симпозиуме имени Б. Н. Уголева, посвященном 50-летию Регионального Координационного совета по современным проблемам древесиноведения (Красноярск, 10-16 сентября 2018), XV Международной научно-технической конференции «Актуальные проблемы развития лесного комплекса», Вологда 4 декабря 2018 г.

Личный вклад автора.

Работа выполнена на базе кафедры воспроизводства и переработки лесных ресурсов ФГБОУ ВО «Братский государственный университет». Автор непосредственно участвовал в сборе полевых материалов, их обработке и анализе.

Публикации

По материалам диссертации опубликовано 11 статей, в том числе 4 в ведущих рецензируемых журналах ВАК Минобрнауки России, одна в журнале входящих в базу цитирования Scopus, 4 статьи, входящие в базу РИНЦ, 2 статьи в зарубежном рецензируемом журнале.

Объем и структура диссертации.

Диссертация состоит из введения, обзора литературы по теме исследования, программы и методики исследования результатов исследования, заключения, списка использованной литературы.

Объем диссертационной работы 126 страниц, 19 таблиц, 56 рисунков, 118 источников литературы.

1. СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА

1.1. Морфологические и экологические особенности сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) лиственницы сибирской (*Larix sibirica* Ldb.)

Объектом исследования являлись смешанные насаждения сосны обыкновенной и лиственницы сибирской. Для исследования смешанных сосново-лиственничных насаждений естественного и искусственного происхождения необходимым знанием является морфологические и экологические данные древесных пород.[6, 9, 35, 42, 47, 48, 49, 50, 101, 102,103, 105, 111]

Лиственница сибирская (*Larix sibirica* Ldb.) занимает огромный ареал, охватывающий Западно-Сибирскую равнину, южно-сибирские горы, западную окраину Среднесибирского плоскогорья, Прибайкалье и Забайкалье. Ареал ее протяжением свыше 3000 км вытянут в широтном направлении с северо-запада на юго-восток. На востоке ареал лиственницы сибирской граничит с ареалом замещающей ее лиственницы даурской, на западе с ареалом лиственницы Сукачева. На севере лиственница сибирская доходит до полярного предела лесов и участвует в образовании крайних северных островов лесной растительности. На юге ее ареал простирается по горным системам Сибири до пустынь и степей Казахстана и Центральной Азии.[34, 59, 76, 77, 78, 91]

Древостои с преобладанием лиственницы наиболее распространены в Иркутской области и занимают немногим менее трети лесопокрытой площади (18,56 млн. га, или 31,5%). [10, 11,17, 19, 21, 26, 27]

Лиственница сибирская распространена в западных и центральных районах области, высокопродуктивна, нередко достигает 40-метровой высоты. Занимает более благоприятные лесорастительные условия: долины рек на хорошо прогреваемых, богатых и достаточно увлажненных почвах.

Как правило, произрастает совместно с сосной и кедром и, как более светолюбивая порода, опережает их в росте на 3-5 м. [8, 20, 29, 41, 43]

Удельная плотность лиственничной древесины весьма высока, порядка 60-65 г/см³ при 12% влажности, что более чем в 1,5 раза выше, чем у сибирской ели. Это способствует росту спроса на древесину лиственницы среди лесозаготовителей. По объему лесозаготовок в области лиственница устойчиво находится на втором месте среди других древесных пород. [40, 45, 46, 51, 52, 53, 58, 64, 66, 67]

Оптимальными условиями произрастания для лиственницы сибирской в пределах естественного ареала являются пологие склоны гор и предгорий в пределах высот 1000 м над уровнем моря с глубокими, хорошо дренированными, равномерно увлажненными, слабо кислыми и нейтральными почвами типа дерново-слабоподзолистых или перегнойно-карбонатных. Именно в таких условиях она образует древостой I и Ia классов бонитета с запасами древесины в спелом возрасте до 1000 м³/га. Лиственница сибирская очень чувствительна к недостатку аэрации почвы, столь обычному в почвах сибирской тайги, на заболоченных равнинах и в долинах рек. В таких условиях продуктивность ее древостоев падает до V-Va классов бонитета, а запасы древесины до 50-80 м³/га и ниже. Недостаток воды в почвах также снижает продуктивность лесов этой породы, хотя и в меньшей степени, чем ее застойный избыток, поскольку лиственница имеет сильно развитую корневую систему и может, используя большой объем почвы, добывать потребное количество воды даже в засушливых условиях сибирской горной лесостепи. В хорошо дренированных условиях лиственница сибирская имеет сильно развитую корневую систему - глубокую и разветвленную, что определяет не только относительно невысокую потребность породы в минеральных веществах и влажности почвы, но и большую ветроустойчивость. [72, 79, 80, 81, 85]

Леса разнообразны также по возрастной структуре, хотя чаще встречаются одновозрастные, как очень старые, так и молодняки. В

Иркутской обл. произрастает 18,5 млн. га, Тувинской АССР -4,2 млн. га, Тюменской обл. около 4 млн.га, в Алтайском крае - 0,8 млн. га. Из 51,6 млн. га лиственничных лесов Красноярского края на долю сибирской лиственницы можно отнести не более 20 млн. га. [100] Самые крупные массивы лесов лиственницы сибирской сосредоточены на юге Сибири - в горах Алтая, Саян, Танну-Ола, Байкальского хребта, возвышенностей Среднесибирского плоскогорья. Значительными участками древостой ее встречаются также в северной части ареала - в зоне северной тайги и в лесотундре. Но основное место распространения лиственницы сибирской - это южно-сибирские горы и их предгорья. Следовательно, это преимущественно древесная порода горных районов. [8, 26, 63, 76, 77, 78]

Лиственница в биологическом отношении хорошая спутница сосны, ели, березы. Наибольший прирост в высоту у лиственницы наблюдается в июне и июле, то есть, когда сосна закончила свой рост. Растянутый период роста лиственницы может создавать ей преимущества перед другими древесными породами. Она способна получать воду и минеральные элементы из почвы, когда другие древесные породы закончили свой рост. При совместном произрастании с сосной лиственница вытесняет эту породу за счет потребления большого количества воды и иссушения почвы.

Имеется широкий круг почвенно-грунтовых условий в предгорной полосе и на Среднесибирском плоскогорье, где возможно, с одной стороны - длительное сосуществование этих пород в смешанных насаждениях, с другой вытеснение сосны лиственницей на сырых, холодных мерзлотных почвах, а также лиственницы сосной на сухих черноземовидных почвах южных склонов в лесостепи и на тощих песках боровых террас. Неоднозначно решаются взаимоотношения лиственницы и березы на вырубках и гарях. [13, 27, 30, 61, 65, 95, 96, 106, 109]

Лиственница сибирская - долговечное дерево. Насаждения ее в возрасте 200-300 лет обычны по всему ареалу. Отдельные деревья доживают до 500-600 лет. В бассейне р. Ангары встречались деревья 800-900-летнего

возраста, а на одном пне было подсчитано 1348 годичных слоев. [6, 16, 20, 34, 48, 49, 57, 77]

Соответственно велики и размеры этого дерева. В древостоях I- 1а классов бонитета в предгорьях Южной Сибири средняя высота древостоя достигает 36 - 38 м, а диаметр 45- 50 см. Отдельные деревья иногда имеют высоту 45 м, а толщину 1 м. Характерно, что лиственница сибирская не прекращает рост по диаметру и высоте до глубокой старости (300 лет). Наиболее энергичный рост наблюдается до 80-100 лет, после чего кривая роста по высоте сглаживается, вплоть до 300-летнего возраста [17, 24, 54, 81, 82, 86, 91, 93]

В пору цветения и плодоношения эта порода вступает в возрасте 12- 15 лет, но энергичное плодоношение наблюдается с 30-40-летнего возраста и продолжается до глубокой старости. В небольшом количестве плодоношение наблюдается ежегодно, обильное же с интервалом в 3-4 года - в зависимости от климатических и почвенно-грунтовых условий: на севере и высоко в горах реже (через 6-7 лет). В южных частях ареала средняя масса 1000 семян составляет 7-9 г, к северу она понижается и в лесотундре падает до 4-5 г. Семена лиственницы сибирской отличаются высокой всхожестью, особенно в южных горных районах Сибири. [17, 22, 43, 62, 60]

Средними показателями можно считать: лабораторную всхожесть 60-70%, энергию прорастания 50-70%. Семена наивысшего качества получают в годы обильного урожая в чистых лиственничных лесах и у деревьев среднего и спелого возрастов - 40-120 лет. Имеет также значение погодная ситуация в период цветения, особенно весенние заморозки, убивающие нежные цветки. Высокая всхожесть семян и частое обильное плодоношение лиственницы сибирской - важная, но не единственная предпосылка возобновления этого дерева. Как показывают наблюдения, естественное возобновление, как под пологом леса, так и на лесосеках идет не так успешно, как можно было бы ожидать, учитывая пионерные свойства

лиственницы сибирской и благоприятные физико-географические условия в южной части ареала. [70, 73, 85, 87, 90, 92, 98, 100]

Лучше всего лиственница возобновляется под пологом леса на влажных местообитаниях - в понижениях рельефа и в долинах рек, а также на склонах в горно-таежном поясе, где в лесах хорошо развиваются моховой покров и негустой низкорослый ярус таежных трав и кустарничков. При этом подрост лиственницы распространен группами, приуроченными часто к гниющему валежнику, пням, т. е. подобно подросту ели в еловых лесах европейского Севера.

Если на вырубках из-под лиственничных насаждений в разных типах леса возобновительный процесс идет по-разному, но почти всегда со сменой пород, то на пожарищах, наоборот, почти во всех случаях через лиственницу, если не будет повторных пожаров. Влиянием на среду обитания лиственница сибирская резко отличается от других хвойных Сибири и в некотором отношении сближается с лиственными породами тайги. В сравнении с кедром, елью, пихтой и сосной древостой лиственницы сибирской гораздо слабее трансформируют световой поток, проникновение осадков, силу ветра, влажность и тепло воздуха. Если вечнозеленые хвойные трансформируют свою внутреннюю среду равномерно в течение всего года, лиственница благодаря листопадности, воздействует по-разному летом и зимой. Лиственничные древостои почти не задерживают снег на кронах и к весне запас снеговой воды в них на 20% выше, чем в соседних сосняках, не говоря уже о древостоях темнохвойных пород. Жидкие осадки задерживаются кронами лиственницы также в меньшей степени. [35, 37, 41]

Своеобразно проявляется влияние лиственницы на биохимию почвы через опад и корневые выделения. Подстилка в лиственничных лесах, основу которой образует ежегодно опадающая хвоя, в отличие от высокофитонцидных подстилок еловых и сосновых лесов имеет невысокую токсичность и слабо подавляет бактериальную активность, особенно в нижних слоях подстилки. Поэтому она интенсивно заселена сапрофитными

микроорганизмами, количество которых в 4-6 раз превышает количество их в подстилках ельников и сосняков в сходных условиях местообитания и способствует более энергичному разложению органических веществ и возврату в почву ряда минеральных веществ. [62, 64, 88, 91]

Поверхностный сток от летних осадков под пологом не тронутых рубкой лиственничных насаждений также оказывается меньше, чем на вырубках. При сильных же ливнях, которые в отдельные годы в Забайкалье не так уж редки, сток воды на вырубках резко (в 14 раз) превышает сток в лиственничном лесу. Причиной столь сильных различий в интенсивности стока под пологом лиственничного леса и его вырубкой является разрушение лесной подстилки и живого покрова при разработке лесосек, вывозке деревьев и сжигании лесорубочных остатков. [15, 18, 28, 32]

В неповрежденных пожарами лиственничниках в горно-лесном поясе лесная подстилка мощная и запасы ее достигают многих десятков тонн на 1 га (в районе исследований до 160 т/га). Она обычно многослойная, в нижней части полуоторфованная, очень влагоемкая и, поглощая значительную часть осадков, гасит поверхностный сток, переводит поступающую воду постепенно в глубь почвы, во внутрипочвенный сток. На вырубках с полуразрушенной подстилкой даже при слабых дождях поверхностный сток хорошо выражен и заметно превышает сток под пологом леса. [64]

Границы ареала лиственницы сибирской имеют очень прихотливые очертания и местами еще недостаточно выяснены. Однако в местах контакта границ ареалов этих лиственниц нет широкого перекрытия их. На стыке ареалов наблюдается разграничение видов по типам местообитания. Так, на контакте с ареалом лиственницы даурской лиственница сибирская четко тяготеет к хорошо дренированным южным склонам и долинам крупных рек, с более теплыми и хорошо аэрированными почвами, тогда как лиственница даурская чаще связана с холодными днищами мелких долин и с сильно заболоченными, холодными и мерзлыми почвами. На стыках ареалов встречаются не только «чистые» виды, но и многообразные гибридные

популяции и особи с промежуточными чертами, а также некоторые новообразования.[67, 69, 77, 78]

Лиственница сибирская имеет следующие отличительные признаки:

- зрелые и раскрытые шишки яйцевидные или продолговато-овальные, узкие, отношение ширины шишек к длине обычно определяется как 1:1,3 против 1:1 у лиственницы Сукачева;

- семенные чешуи в 1,5- 2 раза уже, чем у лиственницы Сукачева, яйцевидные, кожистые, плоско - ложковидные с краем почти прямым или слегка загнутым внутрь, непрочные, быстроразрушающиеся, слабо друг на друга налегающие, отчего шишки имеют рыхлое сложение и не так прочны, как у лиственницы Сукачева прицветники в зрелых и здоровых шишках хорошо заметные, а нередко и видны из-за семенных чешуй на 1-3 мм;

- соответственно меньшему размеру чешуй семян. Шишки и семенные чешуи лиственницы сибирской: округло-чешуйная форма; продолговато-чешуйная форма лиственницы сибирской тоже мельче, крылатки их вдвое уже и почти не имеют общих размеров с семенами лиственницы Сукачева;

- объем 100 обескрыленных семян у лиственницы сибирской большей частью 1,3-1,6 см³, тогда как у лиственницы Сукачева 2,4-3 см. Перечисленные признаки имеют наследственный характер и сохраняются у растений при переносе их за пределы естественного произрастания вида в иные условия внешней среды. Шишки лиственницы сибирской полностью созревают осенью, в конце августа - начале сентября, почти как у лиственницы Сукачева, но раскрываются, и семена из них вылетают не в конце зимы, как у лиственницы Сукачева, а осенью (раньше в сухую, солнечную погоду, несколько позже в дождливую. [90, 91]

На юге Сибири семена лиственницы сибирской вылетают в сентябре течение 2- 3 недель, в связи с чем, сбор шишек у этого вида надо вести не в феврале - марте, как это рекомендовалось раньше, а осенью, иначе будет потерян весь урожай или его лучшая часть.

Причины сокращения ареала лиственницы сибирской, так же как и время этого сокращения, в разных местностях были неодинаковы. Современная динамика ареала лиственницы сибирской представляется как продолжающееся сокращение внешних границ, дальнейший распад их на отдельные пятна и острова с изреживанием популяций. Все сужающейся экологической локализацией их внутри ареала, причем факторы, определяющие это современное распадение и сокращение ареала, как и в далеком историческом прошлом, оказываются различными в отдельных районах и действуют с разной быстротой и силой. Лиственница сибирская на территории своего ареала произрастает на очень разнообразных субстратах. [11, 14, 31]

Сосна (*Pinus sylvestris* L.) является основным объектом лесозаготовки. Спелые сосняки из числа возможных для заготовки древостоев обладают наиболее высокими заготовительными запасами древесины - в среднем 277 м³/га. Они по праву называются жемчужиной Приангарья, ее гордостью и богатством. Сосновые боры занимают 16,6 млн. га, или 28,1% покрытых лесом земель области. На долю сосновых лесов региона приходится 14,1% общей площади сосняков России. Никакая другая область, край, или республика страны не может сравниться с Иркутской областью обилием сосновых лесов. Удельный вес сосняков области существенен даже в мировом масштабе - всего на планете сосновые леса занимают около 325 млн. га. [1, 6, 12, 23, 25]

Благодаря уникальным физиологическим свойствам (морозостойкости, засухоустойчивости, неприхотливости к почвенно-грунтовым условиям), сосна представлена во всех лесорастительных зонах и административных районах области. Однако наибольшее распространение она получила в равнинной и центральной низкогорной части области, по долинам Ангары, Лены и их притоков. [32, 33, 44]

Древесина ангарской сосны мелкослойная, плотная, смолистая, с сильно развитой сердцевиной (ядром) светло-бурого цвета и тонким слоем

заболони соломенного цвета, за свои технические качества пользуется мировой известностью. Она обладает наибольшим спросом в сфере потребления внутри страны и на мировом рынке, как у лесозаготовителей, так и в деревообрабатывающей и целлюлозно - бумажной промышленности. За долговечность и прочность особенно ценится в строительстве, широко применяется при изготовлении пиломатериалов, идет на изготовление шпал, телеграфных столбов, годна на мачты, используется на рудничную стойку, в столярном и мебельном производстве. [63, 65, 68]

Произрастая на песчаных массивах, сосна является единственной древесной породой, способной мириться с бедностью почвы и недостатком влаги. Здесь ей нет конкурентов. Скрепляя корнями песок, сосновые леса предохраняют сельскохозяйственные земли, водоемы, населенные пункты, пути транспорта от песчаных заносов, оказывают влияние на прилегающие территории, способствуя снегонакоплению на полях.

Многие исследователи [11, 17, 82, 91, 93, 94, 113, 114, 115, 116] отмечали особенности роста и формирования сосновых и лиственничных древостоев центральной и восточной Сибири. Возрастная структура лесов Иркутской области за последние годы указывает на то, что по основным лесообразующим породам хвойных лесов прослеживается сокращение доли спелых и перестойных древостоев с 61 до 38% от покрытой лесом площади. [11] При этом увеличивается процентное соотношение хвойных молодняков от 5 до 16%. Эти цифры являются несомненным доказательством интенсивной эксплуатации хвойных лесов, особенно сосны и лиственницы, которые наиболее высоко ценятся на внутреннем и внешнем лесных рынках. При этом несколько увеличивается процентное соотношение лиственных насаждений в связи с тем, что вырубки в основном возобновляются мерами содействия естественному возобновлению. Изменение возрастной структуры происходит не только под влиянием лесозаготовок и некачественного возобновления хвойных пород, но и за счет воздействия лесных пожаров, вредителей и болезней леса. В настоящее время возрастная структура

светлохвойных лесов крайне неоднородна в связи с тем, что преобладают спелые и перестойные насаждения (в основном в труднодоступных районах Приангарья), остальные возрастные группы, такие как молодняки, средневозрастные, приспевающие насаждения занимают значительно меньшие площади Приангарья. По данным [11] с 1961 года по 2003 год процент спелых и перестойных лесов сосновой формации уменьшился на 28% от покрытой лесом площади. А процент спелых и перестойных лиственничных лесов уменьшился на 11% за этот же период времени. В связи с этим в Приангарье особенно остро стоит вопрос о восстановлении (естественном или искусственном) площадей светло-хвойных таежных лесов.

1.2. Особенности формирования смешанных насаждений

Восстановление и формирование леса наиболее быстро происходит при сохранении подроста после сплошных рубок в разновозрастных лесах. Если подрост не оставлять, то после сплошных рубок не сразу возникает новое поколение главной породы. Необходимо от 5 до 20 лет для того, чтобы сформировалось насаждение с преобладанием светло-хвойных древесных пород. [73]

Возобновление леса является сложным биологическим этапом в формировании смешанных насаждений и заканчивается смыканием крон деревьев. С этого момента к индивидуальной изменчивости признаков растений, наследственности и микросреде прибавляется весьма значительный фактор взаимовлияния и взаимодействия молодых растений, которое отражает внутривидовую и межвидовую конкуренцию. В результате этого происходит становление лесного сообщества растений, наиболее соответствующее природно-климатическим условиям среды и биологическими особенностями древесных растений, составляющих смешанные насаждения. [25, 94, 97, 104]

Светлохвойные леса в Среднем Приангарье являются преобладающими лесными формациями. Под пологом спелых сосновых насаждений средней и низкой полноты имеется достаточно большое количество подроста, которое в среднем не превышает 3-4 тысяч штук хвойных пород на гектаре. Только 14-15% обследованных смешанных насаждений в спелом возрасте имело достаточное количество подроста сосны и лиственницы с численностью до 10000 штук на гектаре. При этом в подросте до 90% занимает сосна и от 1 до 10% - лиственница. Подрост представлен, как правило, сосной с примесью лиственницы. На границах с кедровыми, еловыми и пихтовыми лесами в сосновом подросте появляется примесь темнохвойных пород. С увеличением полноты наблюдается уменьшение количества подроста. Наибольшее количество подроста наблюдается при полноте спелых древостоев 0,4-0,5. При высокой сомкнутости крон подрост сильно угнетен, но в «окнах» древостоя развит прекрасно. Несколько хуже других возобновляется разнотравная группа типов леса, где сильно развит травяной покров. Успешное возобновление сосняков обеспечивается довольно частым и интенсивным семеношением сосны в благоприятных почвенных и климатических условиях. [33, 71]

В работе [9] достаточно полно раскрыто взаимоотношение сосны и лиственницы в смешанных насаждениях, которые довольно характерны для лесов Иркутской области. Взаимодействие сосны и лиственницы приводит к более полному использованию ресурсов определенных условий местопроизрастания и к повышению плодородия почвы за счет мягкого опада лиственничной хвои.

В сосново-лиственничных насаждениях происходит более полное использование производительности ресурсов данного местообитания и повышение плодородия почвы. Эти смешанные насаждения лучше используют солнечную энергию, минеральные вещества, влагу почвы, улучшают физические и химические свойства подстилки и почвы, положительно влияют на формирование деловых стволов сосны и

лиственницы, а также улучшают защитные и водоохранные свойства лесов. Кроме этого смешанные сосново-лиственничные насаждения наиболее устойчивы против неблагоприятных климатических воздействий, так как являются биологически разнообразными. [9, 43, 75]

Сосново-лиственничные леса таежной зоны Приангарья характеризуются средней полнотой, низкой продуктивностью, своеобразным строением и возрастной структурой, слабой способностью к самовосстановлению и повышенной чувствительностью к природным и антропогенным воздействиям, поэтому требуется разработка комплекса лесохозяйственных мероприятий по сохранению ценных сосново-лиственничных экосистем. [83, 90, 91, 108]

Лиственничные леса занимают в Иркутской области немногим меньше трети лесопокрытой площади. Лиственница занимает 18,6 млн. га или 31,5 % общей площади, занятой лесом. Наибольшие массивы лиственницы распространены в восточных и центральных районах области. [11]

Сосняки занимают 16,6 млн. га или 28,1 % покрытых лесом земель области. Наибольшее распространение сосна получила на равнинной и центральной части области, по долинам рек Ангара, Лена и их притокам.

В одновозрастных лиственничных лесах производят сплошнолесосечные вырубki, в разновозрастных насаждениях - выборочные рубки разной интенсивности. На участках леса, имеющих большое водоохранное значение целесообразно проводить добровольно-выборочные и постепенные рубки.

Естественное возобновление лиственницей вырубok и гарей во многих случаях происходит удовлетворительно и без смены пород, но в типах леса с сильно развитым травянисто-моховым живым покровом оно обычно затягивается на длительные сроки. При наличии семян возобновление гарей может быть успешным и обеспечит одновозрастной древостой. [8]

Для успеха выращивания лиственницы имеют значение: особенности требований лиственницы к климату и почве; ее наследственные биологические и лесоводственные особенности; агротехника выращивания.

При этом все эти условия должны рассматриваться в единстве и во взаимосвязи.

В одних и тех же климатических районах успешность выращивания лиственницы зависит от микроклимата, экспозиции освещения. Лиственница требовательна к свету и не переносит верхушечного затенения. Повышенные, открытые, хорошо освещаемые и проветриваемые участки - наилучшие для ее роста.

Почвы для лиственницы нужны свежие, рыхлые с хорошей аэрацией, мощные. Там, где влаги в почве недостаточно или там, где ее чрезмерно много, а обмен воздуха плохой и вода физиологически малодоступна, лиственница растет плохо, суховершинит и гибнет. [64]

Лиственница сибирская (*Larix sibirica* Ldb.) в биологическом отношении хорошая спутница сосны, ели, березы. Наибольший прирост в высоту у лиственницы наблюдается в июне и июле, то есть, когда сосна закончила свой рост. Растянутый период роста лиственницы может создавать ей преимущества перед другими древесными породами. Она способна получать воду и минеральные элементы из почвы, когда другие древесные породы закончили свой рост. При совместном произрастании с сосной лиственница вытесняет эту породу за счет потребления большого количества воды и иссушения почвы. [8, 9, 10]

Лиственница сибирская занимает огромный ареал, охватывающий Среднюю и Западную Сибирь, от южных границ до лесотундры, в горы поднимается до высоты 2000-2450 м.

Лиственница умеренно требовательна к влажности и мало требовательна к плодородию почв (мезоксерофит, олиготроф). Является почвоулучшающей породой. На лесосеках и гарях выступает в роли растения - пионера. Размножается только семенами. Продолжительность жизни до 300 - 400 лет, иногда доживает до 900 лет. Мощная корневая система лиственницы обуславливает ее ветроустойчивость и позволяет ей черпать

воду из большого объема почвы, что повышает ее засухоустойчивость и оборот влаги в природе.[73, 75, 76]

Леса Приангарья - основная сырьевая база крупнейших лесопромышленных комплексов Сибири. Иркутская область располагает уникальными лесными ресурсами. Главными лесообразующими породами района исследований являются сосна и лиственница сибирская.

Лиственничные леса занимают в Иркутской области немногим меньше трети лесопокрытой площади. Лиственница занимает 18,6 млн. га или 31,5 % общей площади, занятой лесом. Наибольшие массивы лиственницы распространены в восточных и центральных районах области.[11]

Для создания устойчивых и долговечных смешанных сосново-лиственничных насаждений необходимо знать межвидовые и внутривидовые взаимоотношения, которые складываются между ними в различных почвенно-климатических условиях. Эти взаимоотношения между отдельными породами насаждения могут быть направлены, как и в сторону конкуренции, так и в сторону взаимопомощи. Решающую роль в межвидовых и внутривидовых взаимоотношениях сосны и лиственницы принадлежит развитию и расположению в почвогрунте их физически активных корневых систем. [8, 9, 10, 69]

Рост сосны и лиственницы в первые 10-20 лет жизни, а также задержка в сроках последующего переноса семян на вырубку, способствуют смене лиственными породами – березой и осинкой. Поколения сосны и лиственницы формируются под лиственным пологом в качестве подчиненных ярусов, и только к 40 годам эти породы выходят в главный полог. Такие восстановительные смены – характерный путь формирования сосново-лиственничных насаждений. Сосна получает преобладание в составе леса обычно лишь к возрасту спелости, уступая до того времени господство лиственным и сопутствующим породам.

Плавное увеличение высоты сосны и лиственницы наблюдается лишь после достижения 100-120-летнего возраста. Рост сосны и лиственницы по

диаметру продолжается до состояния перестойных насаждений, а прирост по высоте, как правило, заканчивается в возрасте 160-180 лет. [38, 56, 86, 88, 93]

Динамика таксационных показателей сосново-лиственничных насаждений Приангарья свидетельствует о повышении доли участия сосны в составе насаждений преобладающей разнотравной группы типов леса. Это показывает, что сосна занимает преобладающую позицию в своих местообитаниях. [93]

Эффективность выращивания лиственничных древостоев в различных лесорастительных условиях Восточной Сибири изучена недостаточно. Особенно важны детальные исследования первых этапов формирования молодняков, когда закладываются пространственно-ценотические структуры насаждений, определяющие их последующий рост и продуктивность.

1.3 Особенности формирования лесных культур сосны и лиственницы

В многолесных районах – лесах таежной зоны европейского Севера, Сибири и Дальнего Востока – основным способом лесовозобновления является естественное возобновление. Здесь работы по искусственному лесоразведению проводятся в малых объемах (34 %). В малолесных районах (в зоне смешанных лесов) основным приемом лесовосстановления является искусственное лесоразведение, на лесные культуры в данной зоне приходится 71 % от объема лесовосстановления [1, 60, 64, 65, 97, 107].

По сравнению с культурами сосны и ели культуры лиственницы занимают меньшую площадь. В лесоводственной практике имеются довольно много известных лиственничных культур. Наиболее известными являются Линдуловская лиственничная роща, лиственничный лес в Лисинском учебно-опытном лесхозе, в Московской области в Поречском лесничестве, в Лесной опытной даче ТСХА лиственничные культуры из лиственницы Сукачева площадью 24,3 га. В 60-е годы XX века большая работа по внедрению лиственницы в лесные культуры и защитное

лесоразведение была проведена во многих лесхозах страны, в Башкирской, Карельской, Удмуртской, Тувинской, Марийской автономных республиках, Ленинградской, Свердловской, Новгородской областях, Алтайском и Хабаровском краях. Культуры создавали преимущественно из лиственницы сибирской, на Дальнем Востоке – из лиственницы даурской.

Значительная работа проведена по научному обоснованию создания лесных культур лиственницы в разных регионах России. В Московской области В.П. Тимофеевым [88] проведены опыты по созданию географических культур лиственницы 12 видов из 53 географических пунктов. В результате выращивания лесных культур в основном получали высокопроизводительные древостои, причем большая продуктивность древостоев достигалась в тех культурах, где лиственница была выращена в соответствии со своим географическим ареалом. Однако утверждать, что искусственное восстановление лучше естественного сложно, т.к. искусственные леса создаются в результате кропотливого, многолетнего труда человека и больших экономических затрат, начиная от подготовки участка, почвы, кончая уходом леса.

В Сибири, в результате длительного интенсивного промышленного освоения и уничтожения лесными пожарами, значительно сократились площади сосновых лесов [81, 91, 92]. Естественное возобновление на вырубках и гарях нередко происходит неудовлетворительно или со сменой хвойных на лиственные породы. В связи с этим успешное воспроизводство хвойных насаждений определяется эффективностью создания лесных культур.

На современном этапе развития лесокультурного производства особое внимание нужно уделять выявлению закономерностей влияния густоты на рост и формирование насаждений, особенностей изменения таксационных показателей древостоя с возрастом. Такие данные можно получить из региональных таблиц хода роста сосновых и лиственничных насаждений (в частности в нормативно-справочных материалах «Таблицы хода роста и

продуктивности насаждений основных лесообразующих пород северной Евразии) [86], а также в лесотаксационном справочнике «Для южно-таежных лесов средней Сибири. [38]

Процесс формирования древесины в разные возрастные периоды неоднозначен, поэтому происходит неодинаково, соответственно качество древесины в насаждениях разного возраста изменяется под воздействием многих факторов. Возрастные изменения качественных характеристик древесины культур сосны связаны с условиями местопроизрастания и имеют характер цикличности.

Чистые сосновые насаждения преобладают количественно, что обусловлено спецификой лесорастительных условий и стремлением развивать плантационное направление в лесовыращивании. Наряду с этим, реализуется направление, связанное с формированием смешанных насаждений, как попытка восстановления природных экосистем, а также в целях получения более разнообразной древесной продукции.

Распределение типов леса в исследовании лесных культур сосны обыкновенной удобно рассматривать в процентном соотношении, что позволяет иметь представление о качественных характеристиках исследуемого участка. Преобладающим типом леса на объектах исследования является разнотравный тип, который характеризуется свежими супесчаными почвами (рисунки 1.1, 1.2, 1.3).

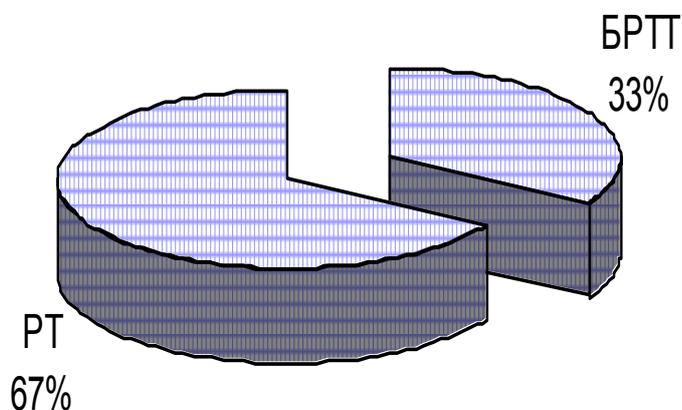


Рисунок 1.1 - Процентное соотношение типов леса сосновых лесных культур в возрасте от 6 до 10 лет

На рисунке 1.2 представлено процентное соотношение типов леса лесных культур в возрасте от 6 до 10 лет. Преобладающим типом леса является разнотравный тип – 67%, брусничник – разнотравный составляет 33% от общего количества. Это говорит о том, что почвы богатые, свежие; в подлеске произрастает шиповник, спирея средняя.

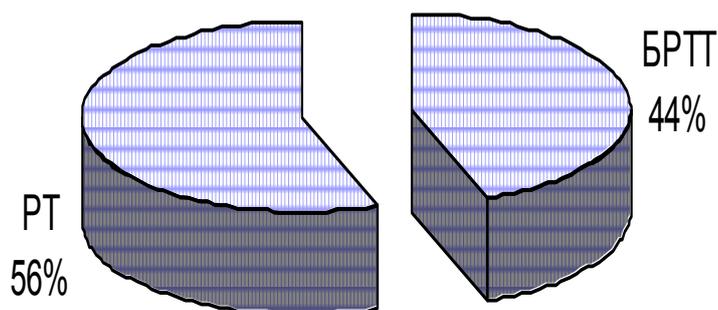


Рисунок 1.2 – Процентное соотношение типов леса сосновых лесных культур в возрасте от 11 до 15 лет

На рисунке 2.4 представлено процентное соотношение типов леса лесных культур в возрасте от 11 до 15 лет, процентное соотношение типов леса примерно одинаково, но все же, преобладает разнотравный тип – 56%.

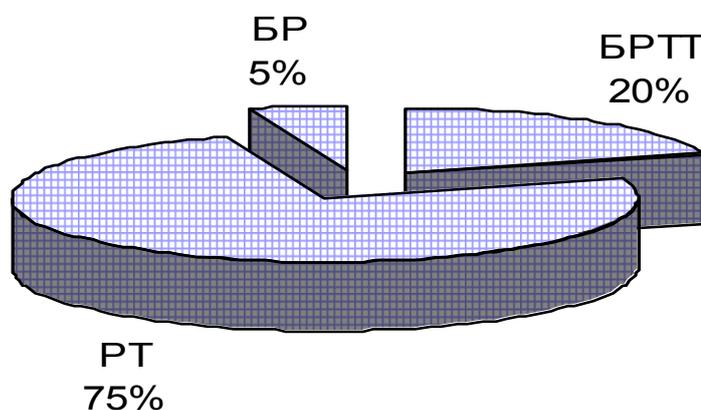


Рисунок 1.3 - Процентное соотношение типов леса сосновых лесных культур в возрасте 16 лет и старше

Из рисунка 1.3 следует, что в возрасте 16 лет и старше в лесных культурах разнотравный тип составляет 75% от общего количества типов на пробную площадь. Брусничник – разнотравный составляет 20%, брусничник

– 5%. Распределение типов лесорастительных условий для удобства восприятия представлено в процентном соотношении.

На основании того, что по каждой возрастной группе приведено среднее процентное соотношение типов лесорастительных условий, можно сделать вывод, что в возрастных группах до 5 лет; 6-10 лет наибольший процент от общего количества типов условий местопроизрастания занимает В2 – свежая суборь. В возрастных группах 11-15 лет; 16 лет и старше преобладает тип С3 – влажная сложная суборь. (рисунки 1.4, 1.5, 1.6, 1.7).

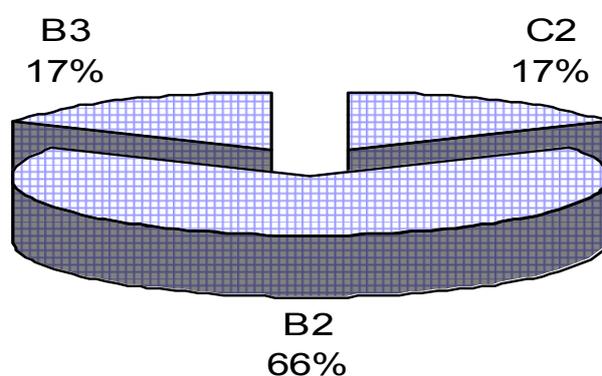


Рисунок 1.4– Процентное соотношение типов лесорастительных условий лесных культур в возрасте до 5 лет

На рисунке 1.4 наглядно представлено, что 66% от общего количества типов лесорастительных условий занимает свежая суборь. По 17% занимают такие типы лесорастительных условий, как влажные субори и свежие сложные субори.

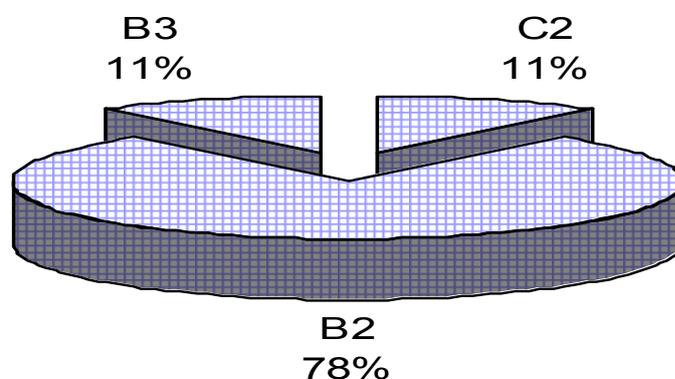


Рисунок 1.5 – Процентное соотношение типов лесорастительных условий лесных культур в возрасте от 6 до 10 лет

Из рисунка 1.6 следует, что в лесных культурах (возраст от 6 до 10 лет) преобладает свежая суборь – 78%. Влажная и свежая сложная суборь составляют по 11% от общего количества типов лесорастительных условий исследуемого объекта.

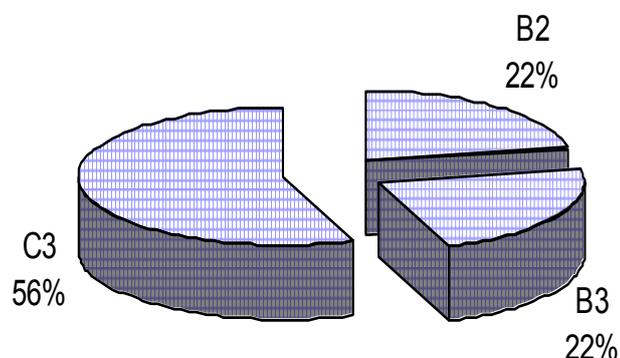


Рисунок 1.7 – Процентное соотношение типов лесорастительных условий лесных культур в возрасте от 11 до 15 лет

Из рисунка 1.7 видно, что 56% от общего количества типов лесорастительных условий занимает влажная сложная суборь. Влажная и свежая суборь составляют по 22% от общего количества.

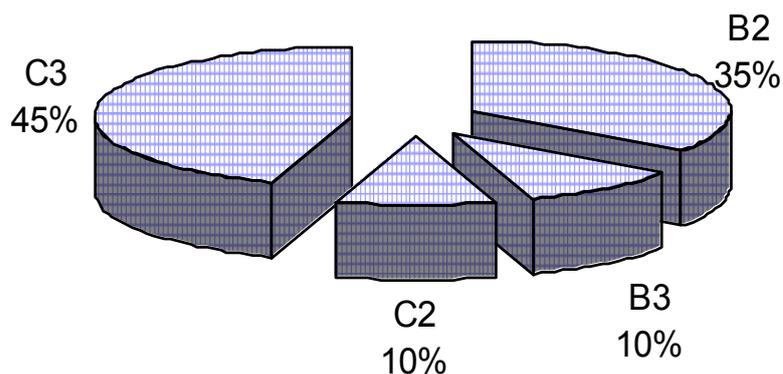


Рисунок 1.8 – Процентное соотношение типов лесорастительных условий лесных культур в возрасте 16 лет и старше

Из рисунка 1.8 видно, что 45% занимает влажная сложная суборь, 35% составляет тип B2 – свежая суборь, по 10% от общего количества типов

лесорастительных условий занимают свежие субори и свежие сложные субори.

Одной из основных задач современного развития наук о лесе является разработка технологии выращивания смешанных древостоев, что способствует стабильности лесопользования и лесопереработки и дает возможность более гибко реагировать на изменение спроса и предложения на рынке древесины. Закономерности строения и роста, формирования и структуры смешанных древостоев Восточно – Сибирской тайги недостаточно изучены, чтобы обеспечить в должной мере потребности лесного хозяйства и лесоустройства в необходимых нормативных и справочных материалах, рекомендациях по лесопользованию и лесовосстановлению. Насаждения с преобладанием хвойных пород являются наиболее ценными в хозяйственном и экосистемном плане. [8, 9, 10, 69]

Смешанные и сложные сосново – лиственничные насаждения часто имеют высокую продуктивность. Для правильного ведения в них хозяйства требуется разработка технологий, в полной мере отражающих их особенности. Сохранение биологического разнообразия в природных объектах - важнейшая задача, которая в условиях промышленной эксплуатации лесов, приобретает первостепенное значение. Планирование лесовосстановительных мероприятий должно ориентироваться на выращивание высокопродуктивных смешанных древостоев, поэтому необходимо знать основные закономерности их формирования, роста и строения.[17, 83, 86]

Средний состав покрытых лесом земель спелых и перестойных насаждений Иркутской области составляет 3С3Л1Е2Б1Ос. За последние годы сократились площади и запасы древесины сосново-лиственничных древостоев. Это явление обусловлено более интенсивной вырубкой этих древостоев. Главными лесообразующими породами района исследований являются сосна и лиственница сибирская. Эти насаждения чаще всего произрастают в зеленомошных и разнотравных типах леса.

Эффективность выращивания лиственничных древостоев в различных лесорастительных условиях Восточной Сибири изучена недостаточно. Особенно важны детальные исследования первых этапов формирования молодняков, когда закладываются пространственно-ценотические структуры насаждений, определяющие их последующий рост и продуктивность. Таксация насаждений, особенно смешанных сложных и разновозрастных, какими являются сосново-лиственничные, по элементам леса позволяет адекватно описать их строение и динамику. Динамика роста отдельных элементов древостоя составляет в конечном итоге динамику всего сообщества. Как показали исследования, индивидуальный рост отдельных деревьев по диаметру и в высоту подчиняется параболическому закону. Наблюдаемые на логарифмических кривых роста переломы носят объективный характер.

Отмечено, что сосново-лиственничное насаждение естественного происхождения проходит 3 фазы: лиственничную (около 10 лет), лиственнично-сосново-лиственничную (врастание сосново-лиственничного яруса в лиственничной, около 40 лет), сосново-лиственничную (распад лиственничного полога, около 120–160 лет). По составу и строению эти насаждения являются смешанными и разновозрастными. Динамика таксационных показателей сосново-лиственничных насаждений Приангарья свидетельствует о повышении доли участия сосны в составе насаждений преобладающей разнотравной группы типов леса. Это показывает, что сосна занимает преобладающую позицию в своих местообитаниях. [73].

Некоторыми авторами установлено, что наибольший запас к возрасту спелости имеет сосна бруснично - разнотравных, разнотравных и ольшанниковых типов леса, наименьший – в зеленомошных. Лиственница имеет сравнительно близкие значения запасов в различных и зеленомошных типах леса, но наибольший – в зеленомошных. Таким образом, можно сделать вывод о том, что наилучшими условиями для произрастания сосново-лиственничных насаждений являются бруснично-разнотравный,

разнотравный типы леса, при этом к возрасту рубки запас сосново-лиственничных древостоев достигает до 300 м³ /га даже для III класса бонитета. [83, 86]

В смешанных насаждениях лиственницы и сосны до 35-40 лет идет упорная борьба за жизнь; при этом лиственница незначительно превосходит сосну по высоте и диаметру. Только после 40 лет лиственница за счет сохранившихся деревьев 1-2 классов перегоняет сосну и начинает вытеснять ее. В лиственнично-еловых насаждениях лиственница с первых лет обгоняет ель по высоте и диаметру, задерживает ее рост, оставляя ее во втором ярусе. [73].

1.4 Характеристика лесного фонда объекта исследования

Площадь земель лесного фонда Иркутской области составляет около 70 млн. га. В ведении лесохозяйственных предприятий, подведомственных Иркутскому управлению лесами Рослесхоза, находится 66,8 млн. га, или 95,4% общей площади земель лесного фонда Иркутской области. На долю всех других лесофондодержателей приходится лишь 3,2 млн. га.

Территория Иркутской области имеет самую высокую лесистость (78 %) среди субъектов Российской Федерации и Восточно-Сибирского экономического района. На одного жителя в Иркутской области приходится 21,6 га покрытой лесом площади, что почти в 5 раз больше, чем в среднем по Российской Федерации, и в 84 раза больше, чем в Западной Европе. Этот показатель говорит о значительном лесосырьевом потенциале территории.

В лесах преобладают хвойные породы деревьев, среди которых наиболее распространенной и ценной в хозяйственном отношении является сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.) В пределах Иркутской области это основной объект лесозаготовок. Наиболее крупные сосновые леса произрастают в бассейнах Ангары, Илима, Лены и других рек южной части Среднесибирского плоскогорья, преимущественно на песчаных почвах.

Второе место по хозяйственной значимости в Иркутской области занимает лиственница сибирская (*Larix sibirica* Ledeb). Ее древесина отличается высокой стойкостью к загниванию и ценится как высококачественный строительный материал.[11, 93, 97]

Древесные ресурсы возможных для эксплуатации лесов в целом по области составляют 2697 млн. куб. м., из них 40 % приходится на особо ценные сосновые древостои, пользующиеся наибольшим спросом у лесозаготовителей. Однако следует отметить, что пригодные к рубке лесные массивы размещены по территории области крайне неравномерно. В местах традиционных лесозаготовок вдоль транссибирской железнодорожной магистрали, вокруг Братского водохранилища лесосырьевые ресурсы истощены; и, наоборот, в северных и восточных районах области лесопользование развито недостаточно, здесь наблюдается преобладание спелых и перестойных насаждений.[74, 84, 89]

По площади лесных пространств и наличию древесных ресурсов на душу населения Иркутская область относится к числу наиболее обеспеченных регионов России. По землям, покрытым лесной растительностью, в том числе по площади спелых и перестойных лесов, обеспеченность населения выше общероссийского показателя в 4,6 раза, по древесным ресурсам - в 6,5 раз, в том числе в спелых и перестойных лесах - в 6,9 раз. [11]

Степень изученности лесного фонда Иркутской области на настоящий момент недостаточна. Давность лесоустройства в тридцати лесхозах превышает 15 лет, в восемнадцати лесхозах - 10 лет. Необходимо в ближайшие годы проведение лесоустройства на площади 3-5 млн. га для улучшения существующего положения.

По климатическим условиям территория области выделяется среди других регионов страны, лежащих в тех же широтах, но находящихся в Европейской России или на Дальнем Востоке. Удаленность от морей и расположение в центре Азиатского материка придают климату резко

континентальный характер с суровой, продолжительной, малоснежной зимой и теплым летом с обильными осадками. Географическое положение Иркутской области на стыке двух геотектонических структур – южной части Сибирской платформы и Байкальской рифтовой зоны, – определило сложность и многообразие геологического строения, характер полезных ископаемых и формирование природных комплексов. Около 70% территории находится на высоте от 200 до 750 м над уровнем моря, что сильно влияет на лесорастительные условия и распределение основных лесообразующих пород.

Средняя температура воздуха в последнее время повысилась на 1-2% по сравнению с многолетними значениями за счет высоких температурных аномалий, отмечающихся частично зимой и в основном летом. Значительное влияние на формирование климата оказывает перенос воздушных масс с запада на восток и Азиатский антициклон. Воздушные массы, поступающие с севера вызывают, как правило, похолодание. По сравнению с территориями, расположенными в тех же широтах европейской части России, Иркутская область отличается самой продолжительной зимой, рекордным количеством часов солнечного сияния, самой большой годовой амплитудой температур воздуха. На значительной территории Иркутской области встречается многолетняя мерзлота или ее фрагменты, вызванные сравнительно небольшой мощностью снежного покрова и низкими температурами воздуха зимой.

Среднегодовая температура воздуха Иркутской области отрицательная и составляет от -0,9 до -8,6 градусов. Самым холодным месяцев является январь со среднемесячной температурой от – 15 градусов до -36,4 градусов по Цельсию. В северных районах Иркутской области температура воздуха в январе может опускаться до -50 до -60градусов Цельсия. Самым теплым месяцем является июль. Средняя температура воздуха в этом месяце достигает +18 градусов, максимальная температура воздуха в отдельные дни июля может достигать +37 градусов. Безморозный период в южных частях

области имеет продолжительность от 80 до 100 дней. В северных районах всего 57 дней.

По территории области осадки распределяются равномерно по мере увеличения высоты над уровнем моря. Количество осадков увеличивается и составляет 300-400 мм в год (в отдельные годы до 1000 мм). Осадки неравномерно распределяются также по временам года: зимой выпадает примерно 15-20%, весной, летом и осенью процент осадков 80-85%. Максимум осадков приходится на июль-август, минимальное количество на январь-март. Устойчивый снежный покров устанавливается на севере области в октябре, на юге – в ноябре. Сход снежного покрова на юге области заканчивается в апреле-мае. Высота снежного покрова на территории области составляет 30-40 см.

В географическом отношении территория севера Иркутской области расположена в Приангарской плоскогорной лесорастительной провинции южно-таежных и подтаежных сосновых и лиственничных лесов. Климат района исследования резко континентальный и характеризуется продолжительной малоснежной холодной зимой и коротким летом.

Продолжительность вегетационного периода 120 дней. Среднегодовая сумма осадков за год - 374,3 мм. Преобладающее направление ветров - западное и юго-восточное. Средняя скорость ветров - 2 м/сек. Средняя многолетняя температура за год составляет - 2,4, абсолютное значение температуры воздуха: минимальная -43,1, а максимальная - +31,4. Последняя дата заморозков - 1 июля. Первая дата осенних заморозков - 1 августа. Средняя дата замерзания рек - 10 ноября. Средние даты начала и конца паводка - 10 мая - 1 июня. Глубина промерзания почвы: средняя - 100 см, максимальная - 200 см. Глубина снежного покрова - 35-50 см.

В целом же, климат района благоприятен для успешного произрастания кедра, сосны, лиственницы, ели, пихты, берёзы, осины и кустарников [59, 64, 75, 84]. Оценка состояния смешанных молодняков сосны и лиственницы проводилось по данным Иркутской области.

1.5 Выводы по главе

На основании проведенного обзора технической и научной литературы можно сделать следующие выводы:

1. Светлохвойные леса, представленные часто смешанными сосново-лиственничными насаждениями в Приангарье являются преобладающими формациями.

2. В литературных отечественных и зарубежных источниках изложено достаточное количество информации о биологических и морфологических особенностях сосны и лиственницы в условиях Иркутской области и других регионах.

3. Недостаточно полно изучен вопрос роста и развития смешанных сосново – лиственных насаждений, которые являются преобладающими на территории Иркутской области и формирующими сложные и смешанные насаждения.

4. Недостаточно полно в научной литературе описаны особенности формирования годичного слоя сосны и лиственницы в молодом возрасте, в том числе в лесных культурах, а также основные физико-механические свойства древесины смешанных молодняков, которые в дальнейшем определяют качество древесины спелых древостоев.

Исходя, из вышесказанного можно сделать вывод об актуальности выбранной темы исследования в условиях Иркутской области.

Цель исследования - анализировать формирование смешанных сосново-лиственных древостоев в условиях Иркутской области.

2. ПРОГРАММА И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1 Программа исследований

Программа исследований заключается в сравнительной оценке роста и развития молодняков сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) и лиственницы сибирской (*Larix sibirica* Ldb.), изучении возрастной динамики смешанных сосново-лиственничных насаждений и возможности создания смешанных сосново – лиственничных лесных культур в Иркутской области.

На основании проведенных исследований и обобщения информации о закономерностях формирования, роста и строения насаждений и лесных культур Иркутской области изучены динамика формирования и продуктивность смешанных сосняков при их естественном развитии и под влиянием различных видов хозяйственного воздействия. Исследованы: прирост сосны и лиственницы в смешанных древостоях по диаметру, высоте, запасу.

Выбор участков для закладки пробных площадей предусматривал сопоставимость по основным таксационным и типологическим показателям лесных сообществ, находящихся под влиянием различного уровня загрязнения воздуха и в фоновых условиях.

Основной метод исследования - закладка постоянных пробных площадей (ППП) и временных пробных площадей (ПП) с последующим проведением на них длительных или разовых наблюдений с целью получения разносторонней и достоверной информации о состоянии лесных сообществ и их динамике.

Для получения сопоставимых данных пробные площади были подобраны в близких между собой типах леса. Сходство учитывалось по следующим показателям:

- положение в рельефе;

- таксационные показатели древостоев сосны;
- видовой состав живого напочвенного покрова.

Подбор и закладка ППП выполнены по общепринятым и подробно описанным в литературе методикам (ОСТ 56-69-83, Пробные площади лесоустроительные. Метод закладки, Моисеев, 1971 Анучин, 1977; Рысин и др., 1988 и др.). [2, 99, 112].

После закладки ПП производилось описание растительности на них. Особое внимание уделялось древостою, как основному компоненту лесных экосистем. Описание подроста, подлеска и растений нижних ярусов проводилось по квадратам различного размера (в зависимости от размеров ПП и ПП, мозаичности покрова, густоты и возраста подроста) с целью выявления видового состава и определения оценки участия отдельных видов в сложении растительности ПП.

Достоверность полученных результатов достигалась большим количеством экспериментального материала, статистической и математической обработкой с применением прикладной программы Excel, графическими методами обработки материалов.

2.2. Методика исследований

Основным методом сбора экспериментальных данных являлось полевое обследование насаждений на постоянных и временных пробных площадях.

Пробные площади закладывались по стандартной методике и подробно описанным в литературе методикам. [2, 3, 17, 36, 41, 56, 64].

На каждой пробной площади производилось лесоводственно-геоботаническое описание, с указанием особенностей древостоя, подроста, подлеска, напочвенного покрова и рельефа. Затем проводился сплошной переѐт по одно- (в молодняках) и двухсантиметровым (в спелых и приспевающих насаждениях) ступеням толщины. Для каждого дерева

замерялась высота. Данные перечёта деревьев обрабатывались статистическими методами.

Программа исследований заключалась в сравнительной оценке роста и развития молодняков сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) и лиственницы сибирской (*Larix sibirica* Ldb.) примере насаждений Иркутской области.

Основным методом сбора экспериментальных данных являлось полевое обследование насаждений на постоянных и временных пробных площадях. Пробные площади закладывались по стандартной методике и подробно описанным в литературе методикам (ОСТ Пробные площади лесоустроительные).

На каждой пробной площади производилось лесоводственно-геоботаническое описание, с указанием особенностей древостоя, подроста, подлеска, напочвенного покрова и рельефа. Затем проводился сплошной перечёт по двухсантиметровым ступеням толщины. Для каждого дерева замерялась высота. Данные перечёта деревьев обрабатывались статистическими методами.

Были подобраны площади, на которых находилось 200-250 деревьев сосны и лиственницы, это обеспечило определение среднего диаметра и других таксационных показателей с точностью до $\pm 2-3\%$.

Исследования проводились на постоянных и временных пробных площадях на территории Седановского, Куйтунского лесничества, Братского лесничеств (характеристика пробных площадей приведена в Приложении 1-4).

Основные результаты в главе 3 получены на основании пробных площадей, а также на основании данных, взятых из таксационных описаний различных лесничеств Приангарья, таких как Падунское, Седановское, Братское, Куйтунское лесничества. Данные таксационных описаний обрабатывались в программе Excel с использованием функции обработки базы данных методом математической статистики. В общей сложности было

обследовано более 1000 выделов различного возраста по материалам таксационных описаний. Полученные данные позволили сделать выводы о динамике роста и развития смешанных сосново-лиственничных насаждений и различных классах возраста. Использовались материалы последнего лесоустройства, давность которых составляла от 5 до 10 лет.

Для исследования были взяты образцы древесины сосны (*Pinus sylvestris* L.) и лиственницы. (*Larix sibirica* Ldb.). Определены количество годичных слоев в одном сантиметре, процент поздней древесины.

С целью определения показателей макроструктуры древесины сосны и лиственницы были спилены модельные деревья в количестве 20 деревьев лиственницы и 20 деревьев сосны. Спилы брались у основания деревьев для определения точного возраста лесных культур и изучения максимального количества годичных слоев. Ширина годичных слоев, количество годичных слоев в 1 см древесины, размер ранней и поздней древесины определялись с помощью электронного штангенциркуля Matrix с точностью до 0.01мм. Полученные результаты обрабатывались с помощью компьютерной программы Excel.

Изучение физических и механических свойств древесины модельных деревьев сосны и лиственницы проводились по общепринятым методикам согласно ГОСТам, отбор и подготовка образцов проводились согласно (ГОСТ 16483.21-72 «Древесина. Методы отбора образцов для определения физико-механических свойств после технологической обработки»). [4, 5, 7, 68]

Для исследования были взяты образцы комлевой части древесины смешанных лесных культур – сосны (*Pinus sylvestris* L.) и лиственницы. (*Larix sibirica* Ldb.). Определены их плотность, количество годичных слоев в одном сантиметре, процент поздней древесины, пределы прочности при сжатии вдоль волокон. Для оценки качества древесины модельных деревьев применялся прибор Resistograph 4450 фирмы RINNTECH, Германия.

Спилы исследуемых деревьев просверливались тонкой буровой иглой. Прибор позволяет измерить относительную плотность древесины, фиксируя плотную (здоровую) древесину и внутренние повреждения: гниль в начальной стадии развития, сильно развитую гниль, полости, не причиняя при этом вреда растущим деревьям или образцам. По данным полученных графиков - резистограмм определялись доли здоровой древесины или повреждений древесины гнилью в процентах.

При обработке результатов испытаний вычислялись следующие характеристики: выборочное среднее арифметическое, выборочное среднее квадратичное отклонение, средняя ошибка S_{σ} выборочного среднего, выборочный коэффициент вариации V в процентах, относительная точность определения выборочного среднего.

2.3 Объем исследований

На основании проведенных исследований и обобщения информации о закономерностях формирования, роста и строения насаждений и лесных культур Иркутской области изучены динамика формирования и продуктивность смешанных сосняков при их естественном развитии и под влиянием различных видов хозяйственного воздействия. Исследованы: прирост сосны и лиственницы в смешанных древостоях по диаметру, высоте, запасу.

Исследования проводились на постоянных и временных пробных площадях, а также по материалам таксационного описания более 1000 выделов смешанных сосново-лиственничных насаждений различных классов возраста на территории Падунского, Седановского, Куйтунского и Братского лесничеств на общей площади 1287 га. Исследованию подлежали сосновые и лиственничные молодняки в возрасте до 40 лет, при этом исследовались молодняки естественного и искусственного происхождения.

Были подобраны площади, на которых находилось 200-250 деревьев сосны и лиственницы, что обеспечило определение среднего диаметра и других таксационных показателей с точностью до $\pm 2-3\%$. В результате чего была создана база данных в компьютерной программе Excel и произведена статистическая обработка основных показателей.

Исследованы таксационные характеристики насаждений с преобладанием сосны и лиственницы общей площадью 170,4 га.

По данным таксационного описания выбирались участки со смешанным составом сосны и лиственницы и анализировались основные таксационные показатели и распределение по преобладающим породам и площадям. Данные систематизировались и обрабатывались с использованием компьютерных программ.

Для детальной характеристики опытных сосново-лиственничных культур в возрасте 20 лет в Куйтунском лесничестве были заложены 4 постоянные пробные площади размером по 0,5 га с количеством деревьев на каждой пробной площади 1300-1400 штук. Общая площадь сплошного перечеа составила 2 гектара.

В опытных лесных культурах сосны и лиственницы заложены 4 постоянных пробных площади, взяты 40 модельных деревьев по 20 для каждой породы. Модельные деревья служили для изучения структуры годичного слоя и особенностей формирования древесины в смешанных лесных культурах.

3. ОСОБЕННОСТИ РОСТА СОСНОВО-ЛИСТВЕННИЧНЫХ НАСАЖДЕНИЙ ЕСТЕСТВЕННОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ ПРИАНГАРЬЯ

Большая часть Приангарья представлена сосновыми и лиственничными лесами. Дрevesостоями с преобладанием сосны обыкновенной занято 42% площади, с преобладанием лиственницы сибирской - 24%. Другие хвойные породы распространены незначительно: дрevesостоями с преобладанием ели занято 8% площади, пихты сибирской - 4%, кедр сибирский - 3%, кедр сибирского - 3% площади. Сравнительно широко распространены в регионе береза и осина. (Рисунок 3.1)

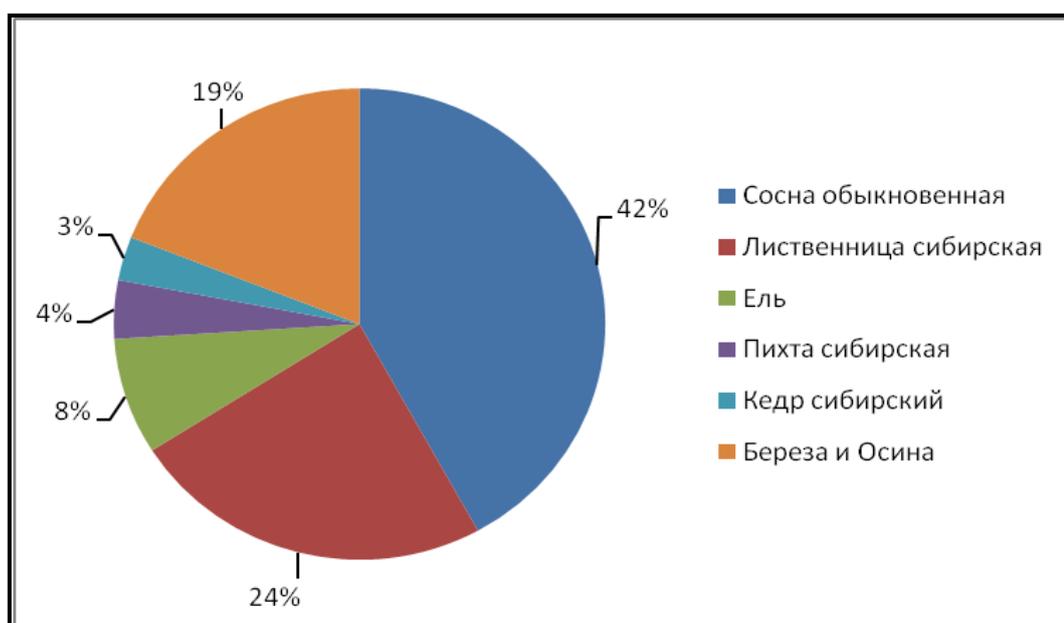


Рисунок 3.1 – Процентное соотношение древесных пород Приангарья

Таксация насаждений, особенно смешанных сложных и разновозрастных, какими являются сосново-лиственничные, по элементам леса позволяет адекватно описать их строение и динамику.

3.1 Динамика роста смешанных сосново-лиственничных насаждений

Исходными данными для изучения динамики смешанных сосново-лиственничных насаждений являлась база данных таксационных описаний Падунского, Братского, Седановского, Куйтунского лесничеств. Кроме этого были заложены пробные площади в Братском и Нижнеилимском районе. Временные пробные площади закладывали для однократного обмера, чтобы в данное время определить все таксационные показатели насаждения: состав, среднюю высоту, полноту, возраст, запас, прирост и другие показатели по основным типам леса, преобладающим в Приангарье. Полученные данные на временных пробных площадях и по материалам лесоустройства были использованы для характеристики сосново-лиственничных насаждений Иркутской области.

Были подобраны площади, на которых находилось 200-250 деревьев сосны и лиственницы, это обеспечило определение среднего диаметра и других таксационных показателей с точностью до $\pm 2-3\%$. К данным постоянным пробных площадей были добавлены таксационные показатели по указанным типам леса и возрастным группам, что позволило определить среднее значение и ошибку. Материалы временных пробных площадей и данные таксационного описания приведены в Приложении 1. Обобщенные материалы пробных площадей представлены в таблице 3.1.

На рис. 3.2 представлен фрагмент пробной площади № 11, заложенной в Падунском лесничестве. Представлено смешанное сосново-лиственничное насаждение естественного происхождения в возрасте от 11 до 20 лет. На рис.3.2. видно, что лиственница, как более светолюбивая порода, располагается на опушках пробных площадей, где интенсивность освещения больше, чем в самом насаждении.



Рисунок 3.2. Смешанное насаждение сосны и лиственницы естественного происхождения в возрасте 11-20 лет, сформированное на вырубке в разнотравном типе леса. (на переднем плане лиственница, на заднем плане –сосна)

Таблица 3.1 - Таксационные показатели сосны обыкновенной в разнотравных типах леса по различным классам
возраста

Таксационные показатели	КЛАСС ВОЗРАСТА											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Разнотравный тип леса												
Средняя высота, м	2,5±0,12	8±0,4	16,9±0,9	18,3±1,1	21,4±1,2	22,4±1,3	22,6±1,3	22,9±1,6	23,43±1,4	23,64±1,6	23,67±1,6	24,5±1,7
Средний диаметр, см	4±0,2	8±0,4	18,1±1,1	20±1,2	25,2±1,5	27,6±2,2	29,4±2,2	32±1,6	34,29±2,1	35,3±2,1	35,8±2,1	36,1±2,2
Средний запас, м ³	-	16,33±0,9	56,3±2,8	85,3±4,2	132,7±6,6	130,7±6,5	146,2±8,7	184,4±11,06	190,9±11,4	194,7±11,6	189,5±10,2	205,3±12,3
Доля лиственни- цы в составе	1,8±0,09	2,5±0,1	2,8±0,2	3,5±0,2	4,6±0,3	4,9±0,3	5,5±0,33	5,8±0,29	6,2±0,31	6,4±0,38	6,8±0,39	7,5±0,52

Как видно из таблицы 3.1. таксационные показатели сосны обыкновенной по классам возраста существенно отличаются, что является вполне закономерным явлением и следствием прироста древостоев.

Средний диаметр сосны обыкновенной по возрастным группам разнотравного типа леса, при увеличении класса возраста, естественно увеличивается и достигает максимального диаметра 36,1 см. На рисунке 3.1 представлено изменение среднего диаметра сосны по возрастным группам.



Рисунок 3.1 - Динамика среднего диаметра сосны по возрастным группам разнотравного типа леса.

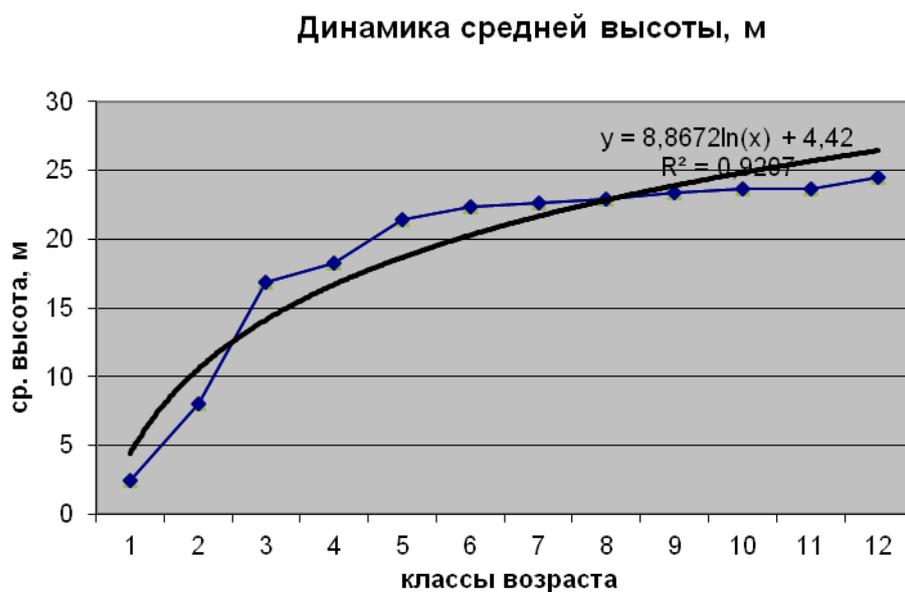


Рисунок 3.2 – Динамика средней высоты сосны по возрастным группам разнотравного типа леса.

Средняя высота сосны по возрастным группам разнотравного типа леса, при увеличении класса возраста, увеличивается и достигает максимальной высоты до 24,5 м.

На рисунке 3.3 приведена гистограмма, показывающая зависимость среднего запаса сосны в м³ на гектаре по возрастным группам, а также долю лиственницы в среднем запасе.

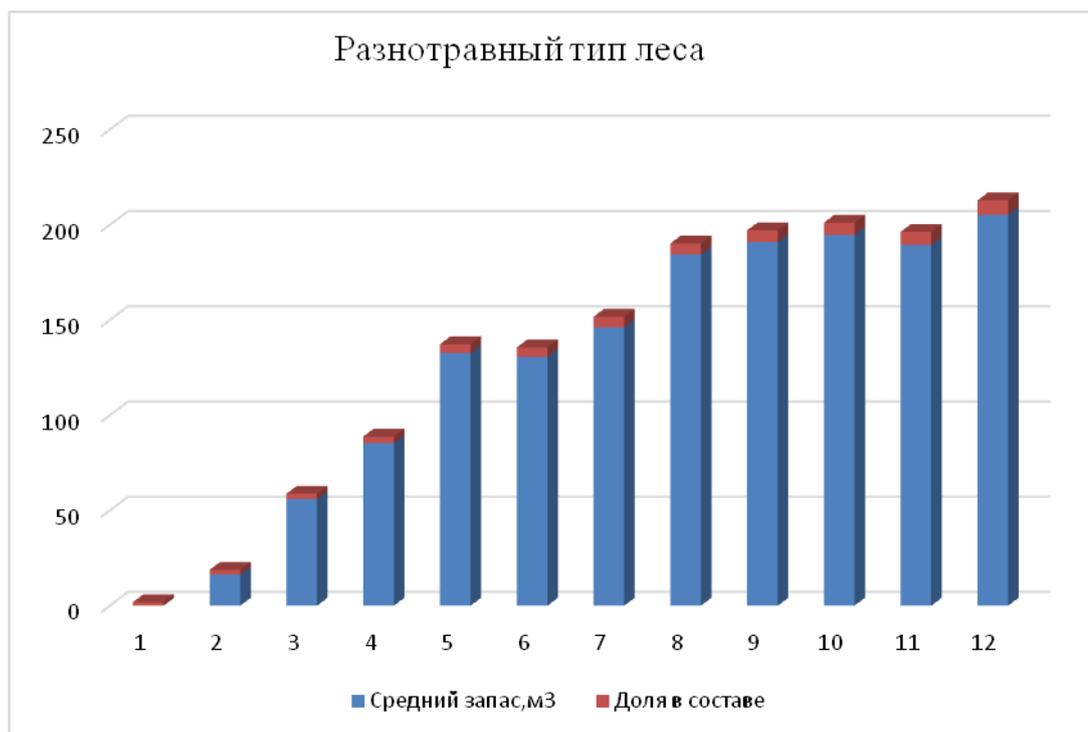


Рисунок 3.3 - Средний запас в м³ на гектаре по возрастным группам, а также доля лиственницы в среднем запасе.

Как видно из рис. 3.3 процент лиственницы в запасе не превышает 10%, что свидетельствует о сокращении доли лиственницы в общем запасе исследуемых насаждений.

На рисунке 3.4 показана зависимость среднего запаса сосновых насаждений от классов возраста.

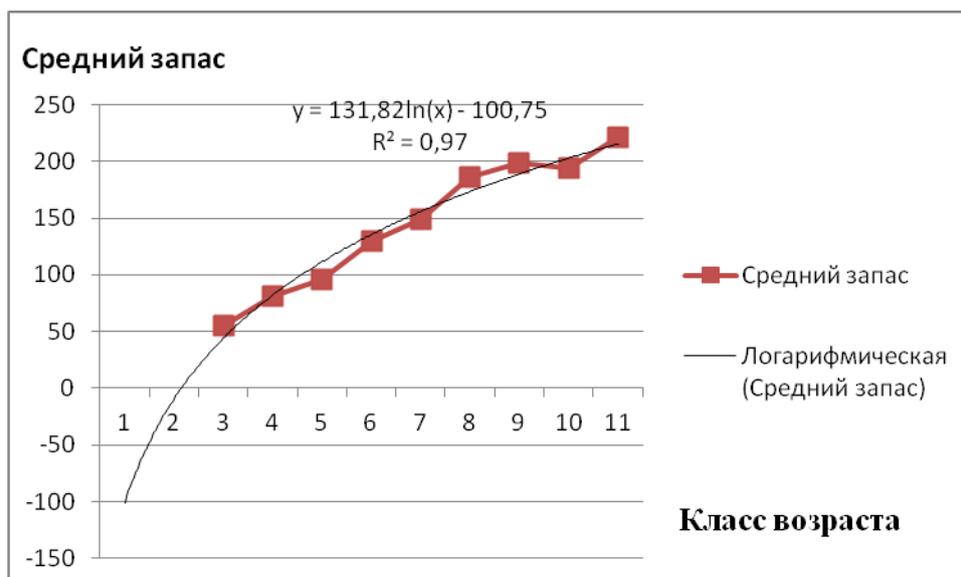


Рисунок 3.4 - Зависимость среднего запаса сосновых насаждений от классов возраста

Как видно из рисунка 3.4 с возрастом происходит увеличение среднего запаса до $205,3 \text{ м}^3$ на 1 гектаре. Данный запас не отличается большими значениями и характерен для III – IV класса бонитета, хотя разнотравный тип леса отличается достаточно высоким плодородием почв.

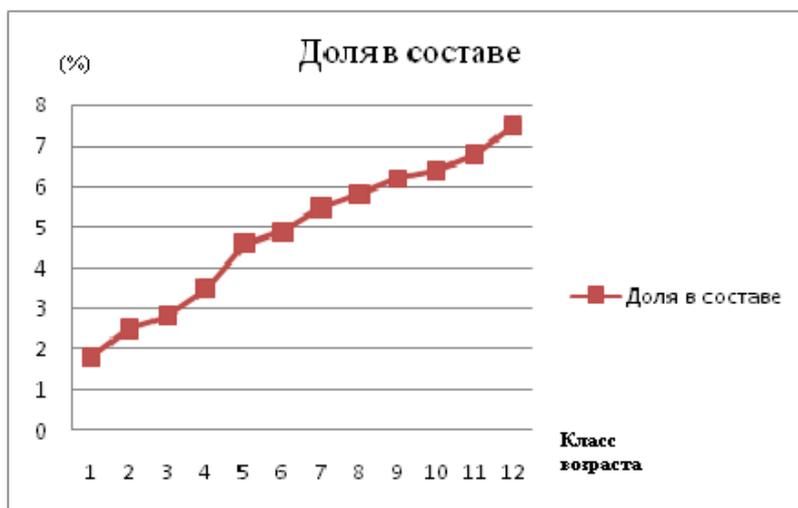


Рисунок 3.5 - Изменение доли лиственницы (%) в составе по классам возраста

Как видно из рисунка 3.5 с возрастом увеличивается процентное содержание лиственницы в общем запасе.

В таблице 3.2 приведены обобщенные результаты таксационных показателей сосны по классам возраста в зеленомошном типе леса.

Таблица 3.2 - Таксационные показатели зеленомошного типа леса

Таксационные показатели	КЛАСС ВОЗРАСТА											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Зеленомошный тип леса												
Средняя высота, м	2,5±0,1	8±0,6	17±1,0	18,7±1,12	21,51±1,5	22,6±1,25	22,7±1,36	23±1,38	23,6±1,41	24±1,44	24,2±1,45	25±1,5
Средний диаметр, см	4±0,2	8±0,4	17,7±1,06	19,6±0,98	21,2±1,27	22,5±1,57	25,3±1,77	28,1±1,96	29,3±2,05	32,8±2,2	34,6±2,3	35,1±2,45
Средний запас, м ³	-	5,25±0,36	43,6±2,6	102,7±7,1	145,4±10,1	150,6±10,5	158,9±11,1	198,7±11,9	202,1±12,1	210,3±12,6	217,8±15,2	235,5±16,3
Доля лиственницы в составе	0,6	0,7	0,8	0,8	0,9	1	1	1,1	1,2	1,3	1	0,7

Как видно из таблицы 3.2 динамика таксационных показателей сосны в зеленомошных типах леса довольно похожа на динамику показателей разнотравного типа леса. Средний диаметр по классам возраста увеличивается от 4 см до 35,1 см. (Рисунок 3.6)

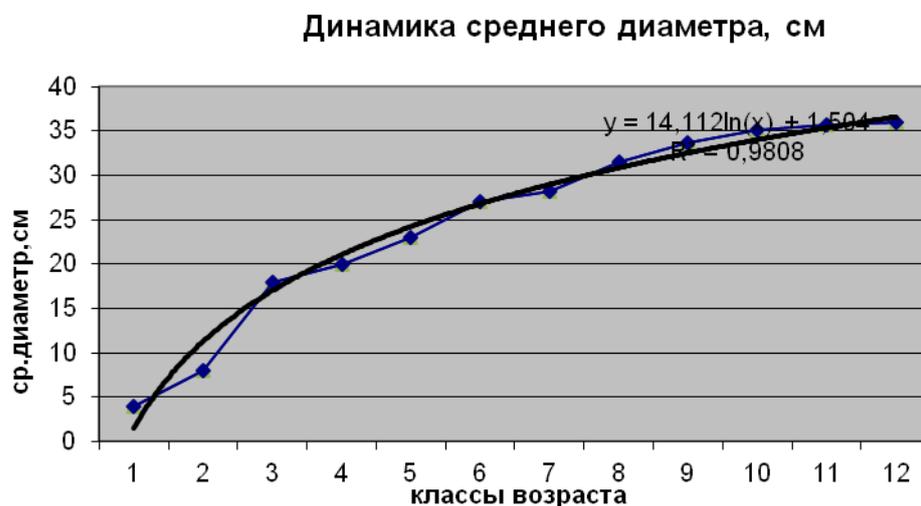


Рисунок 3.6 - Динамика среднего диаметра сосны по классам возраста зеленомошного типа леса

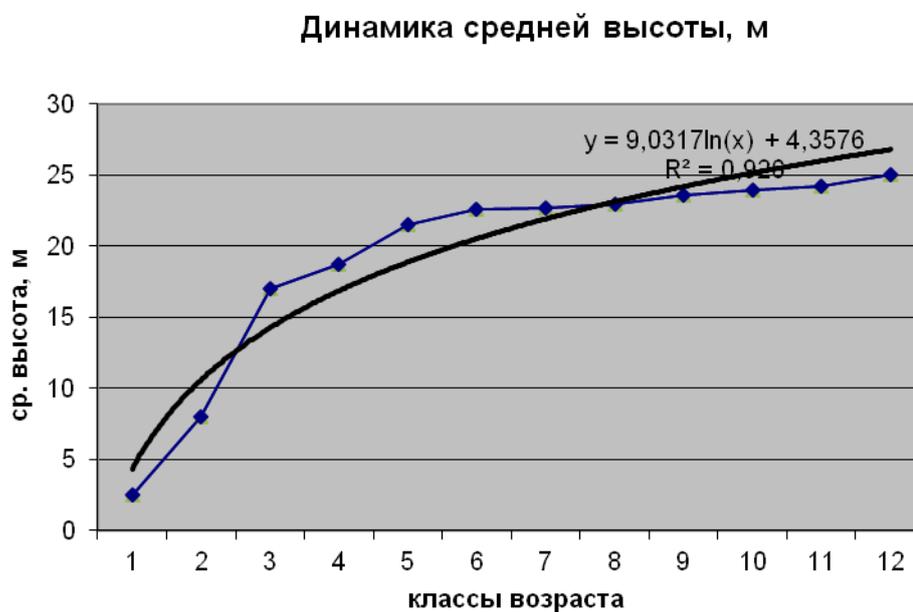


Рисунок 3.7 – Динамика средней высоты сосны по классам возраста зеленомошного типа леса

Средняя высота по классам возраста зеленомошного типа леса увеличивается от 2,5 до 25 м.

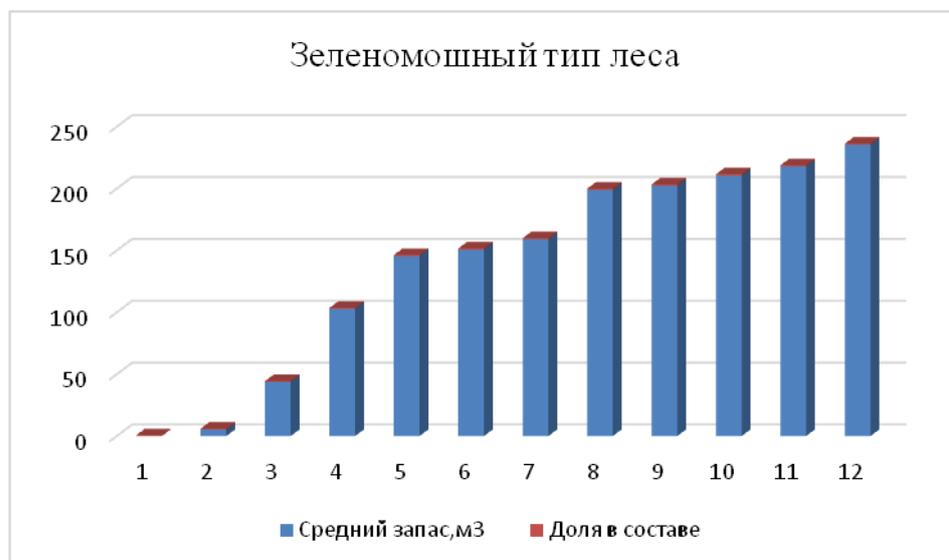


Рисунок 3.8 - Динамика среднего запаса сосны и доли лиственницы в общем составе насаждений зеленомошного типа леса по классам возраста

На рисунке 3.9 показана динамика среднего запаса и доли лиственницы в общем составе насаждений по классам возраста.

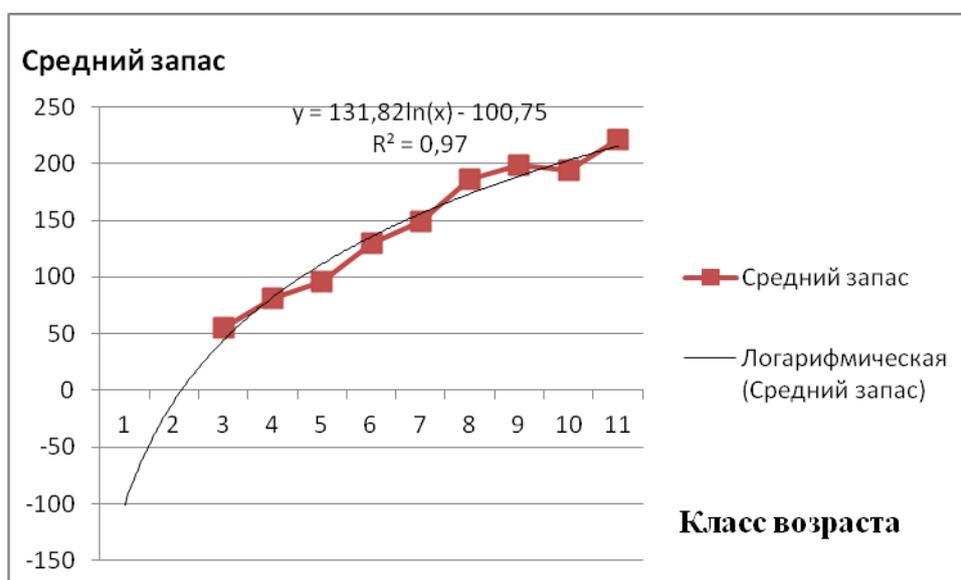


Рисунок 3.9 - Динамика среднего запаса сосны зеленомошных древостоев сосны по классам возраста

Как видно из рисунка 3.9 средний запас к 12 классу возраста достигает 235,5 м³ на 1 гектаре. Данная картина характерна для произрастания древостоев по III классу бонитета.

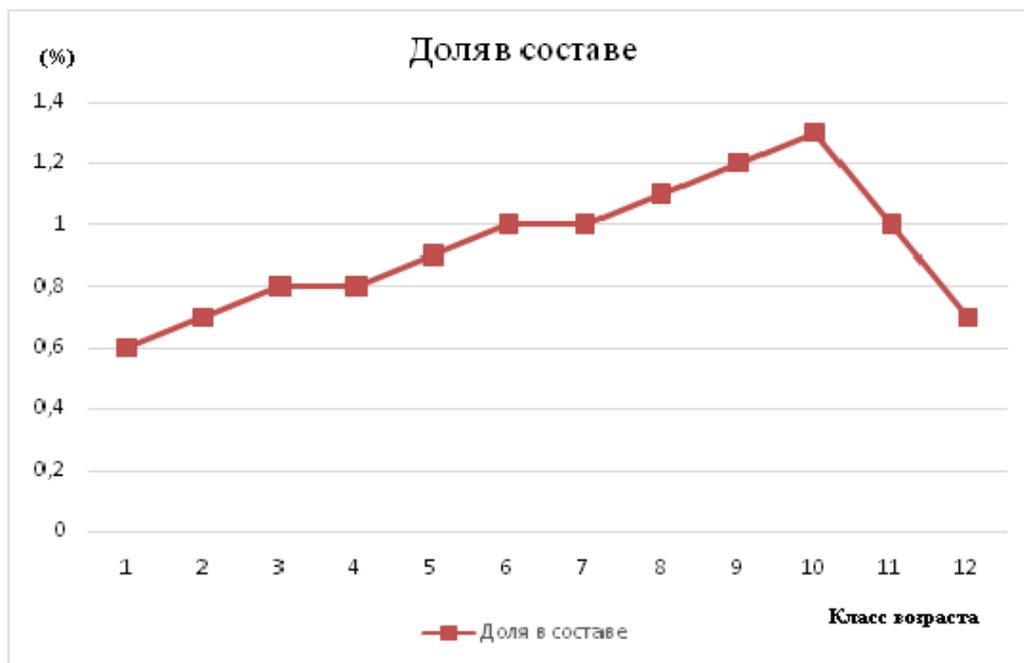


Рисунок 3.10 - Динамика доли лиственницы (%) в составе древостоя зеленомошного типа леса по классам возраста.

Как показывает график, доля лиственницы в общем составе до 10 класса возраста увеличивается, а затем к 12 классу возраста резко падает.

В таблице 5.3 приведены таксационные показатели сосны бруснично – разнотравного типа леса.

Таблица 3.3 - Таксационные показатели сосны бруснично - разнотравного типа леса

Таксационные показатели	КЛАСС ВОЗРАСТА											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Бруснично-разнотравный тип леса												
Средняя высота, м	2,5±0,1	7,7±0,38	15,8±0,94	18,0± 1,08	20,9±1,04	21,7±1,30	22,2±1,33	22,6±1,58	23,1±1,38	23,4±1,4	23,6±1,4	24±1,68
Средний диаметр, см	4±0,2	8±0,48	18±1,26	20±1,2	23±1,38	27±1,89	28,2±1,97	31,5±2,20	33,6±1,68	35,1±2,45	35,7±2,49	36±2,52
Средний запас, м ³	-	29±2,03	85,8±5,14	148±8,8	158,1± 9,4	159,5±9,5	160,6±0,44	212,4±11,2	211±14,7	209± 14,6	223± 15,6	250,8± 7,5
Доля лист-венницы в составе	3,1	4,3	5,2	5,7	5,9	6	6,3	7,2	7,2	7,1	7,3	7,6

Средний диаметр сосны по классам возраста бруснично-разнотравного типа леса изменяется от 4 до 36,2 см к возрасту перестойных насаждений. (Рисунок 3.11)

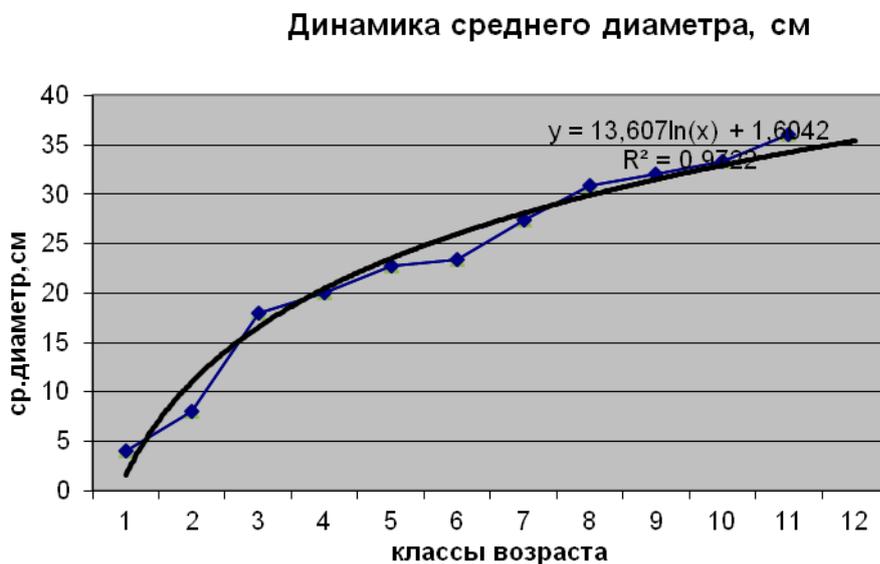


Рисунок 3.11- Динамика среднего диаметра сосны по классам возраста бруснично-разнотравного типа леса

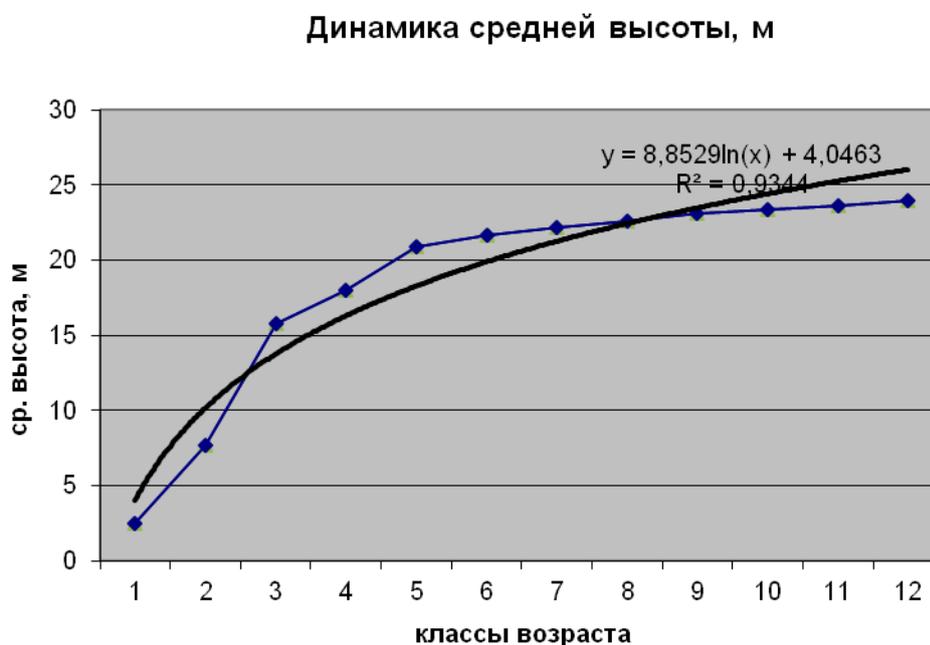


Рисунок 3.12 – Динамика средней высоты сосны по классам возраста бруснично-разнотравного типа леса

Средняя высота сосны к 12 классу возраста достигает 24,0 м.

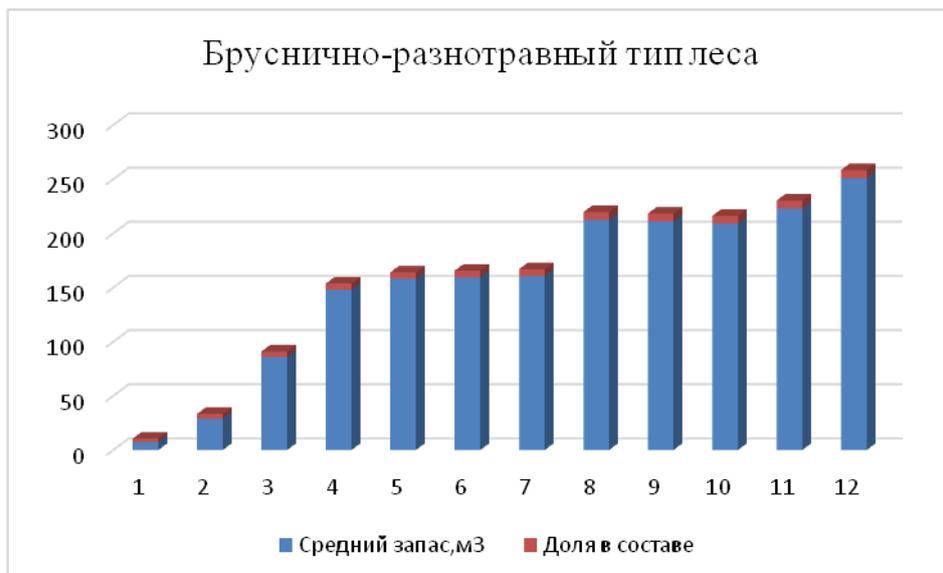


Рисунок 3.13 - Динамика среднего запаса сосны и доли лиственницы в общем составе насаждений по классам возраста

На рисунке 3.14 показана динамика среднего запаса и доли лиственницы в общем составе насаждений по классам возраста.

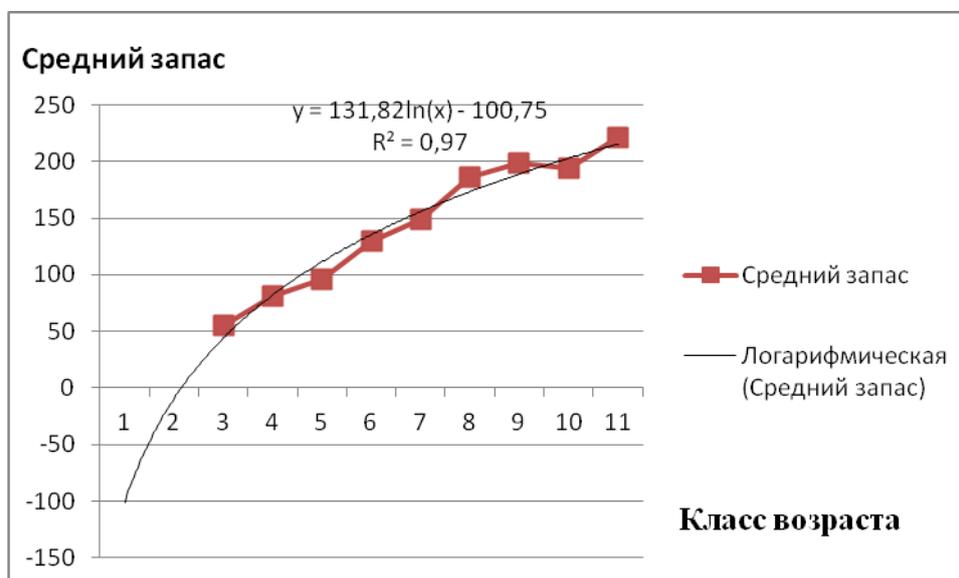


Рисунок 3.14 - Динамика среднего запаса бруснично-разнотравного типа леса древостоев сосны по классам возраста

Как видно из рисунка 3.15 средний запас увеличивается от 29 м³ во 2 классе возраста до 250,8 м³ в 12 классе возраста на 1 гектаре. Данная картина характерна для произрастания древостоев по III классу бонитета.

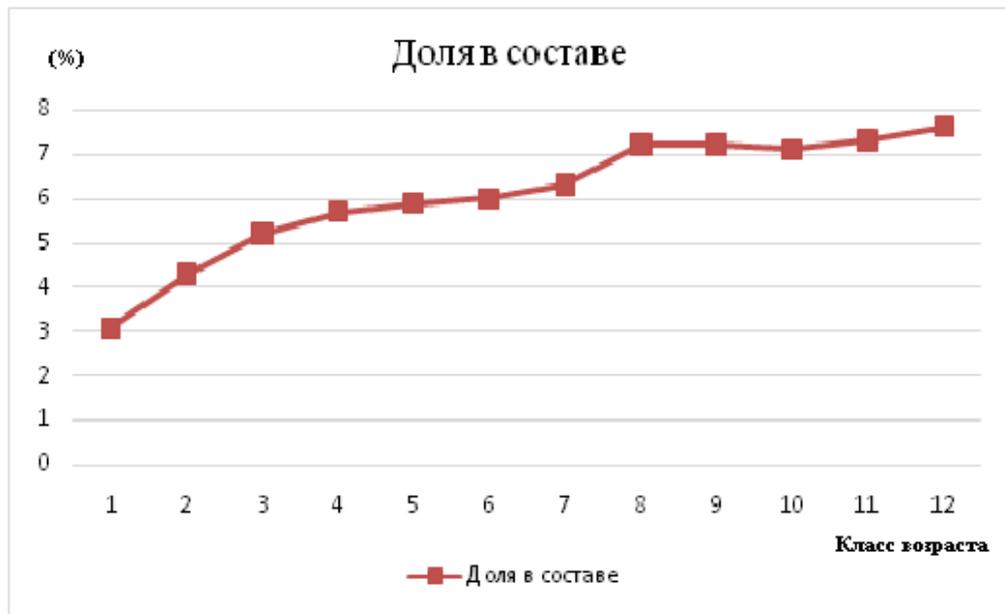


Рисунок 3.15 - Динамика доли лиственницы (%) в составе древостоя бруснично-разнотравного типа леса по классам возраста

Из рисунка 3.15 видно, что процент лиственницы в насаждениях изменяется от 3 до 8%.

Таблица 3.4 - Таксационные показатели сосны ольховникового типа леса

Таксационные показатели	КЛАСС ВОЗРАСТА											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Ольховниковый тип леса												
Средняя высота, м	2,5±0,12	8±0,48	16±0,9	18,1±1	21,1±1,2	21,9±1,5	22,7±1,17	23,2±1,39	23,4±1,4	23,7±1,42	24±1,68	-
Средний диаметр, см	4±0,2	8±0,32	18±1,2	20±1,2	22,8±1,3	23,4±1,4	27,4±1,7	30,9±1,8	32±1,92	33,3±1,9	36±2,1	-
Средний запас, м ³	-	22,5±1,35	55,5±3,88	81,4±5,6	96±4,8	129,3±9	148,4±10,3	185,7±12,9	198,5±13,8	193,5±13,5	220,8±15,4	-
Доля лиственницы в составе	2,8	3,3	3,7	3,9	4,6	5,3	6	6,5	6,9	7,1	7,8	-

Средний диаметр сосны по классам возраста ольховникового типа леса увеличивается от 4 в 1 классе возраста до 36,1 в 11 классе возраста. (Рисунок 3.16)

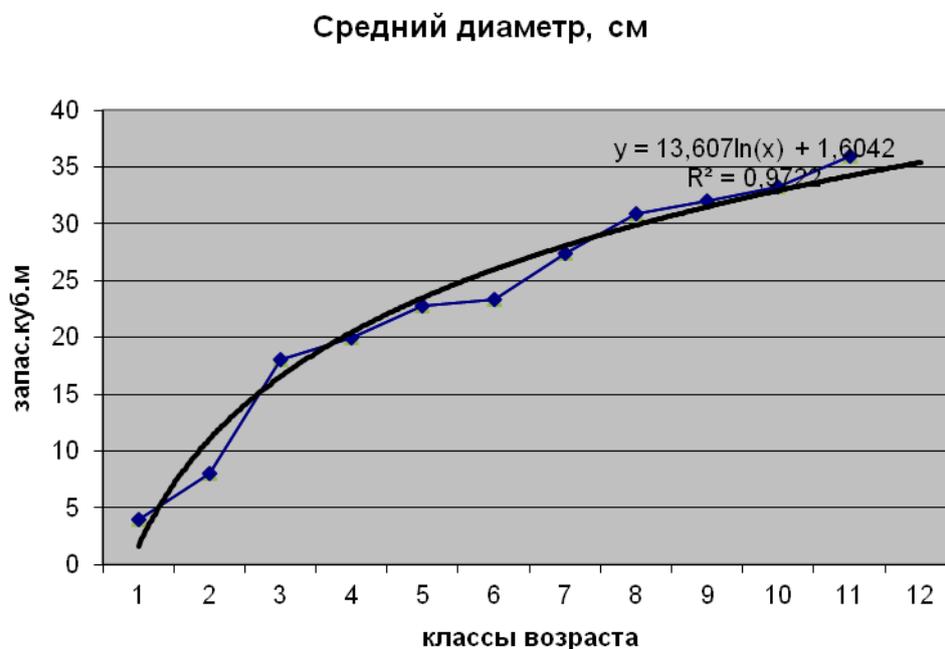


Рисунок 3.16 - Динамика среднего диаметра сосны по классам возраста ольховникового типа леса

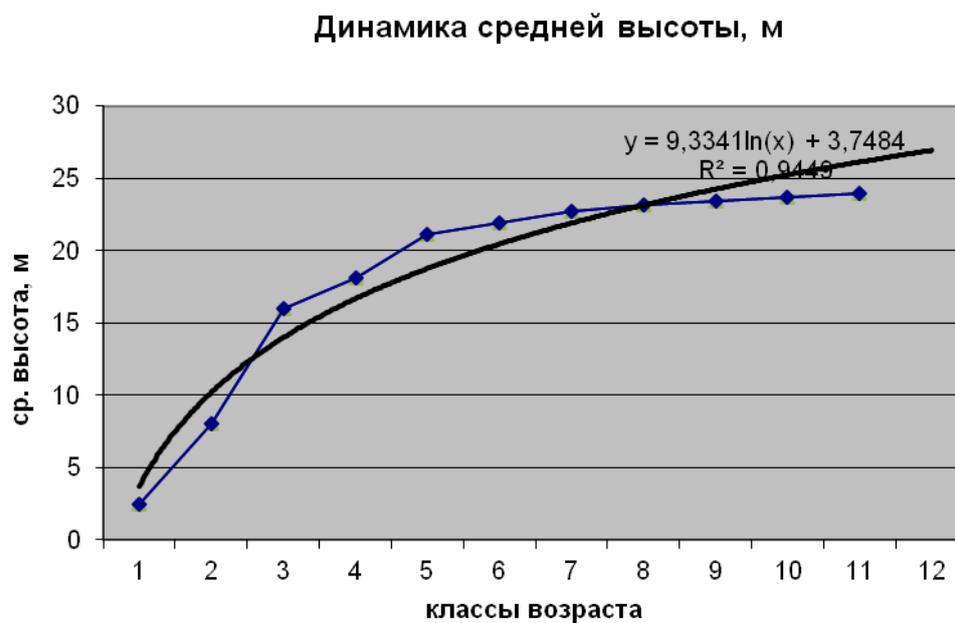


Рисунок 3.17 – Динамика средней высоты сосны по классам возраста ольховникового типа леса

Средняя высота сосны в 1 классе возраста составляет 2,5 м и достигает 24,1 м в 11 классе возраста.

На рисунке 3.18 приведена гистограмма, показывающая зависимость среднего запаса в м³ на гектаре по возрастным группам, а также долю лиственницы в среднем запасы.



Рисунок 3.18 - Динамика среднего запаса сосны и доли лиственницы в общем составе насаждений по классам возраста

Как видно из рис. 3.18, процент лиственницы в запасы в ольховниковом типе леса не превышает 10% (Рисунок 3.18). На рисунке 3.18 показана зависимость среднего запаса сосновых насаждений по классам возраста.

Средний запас

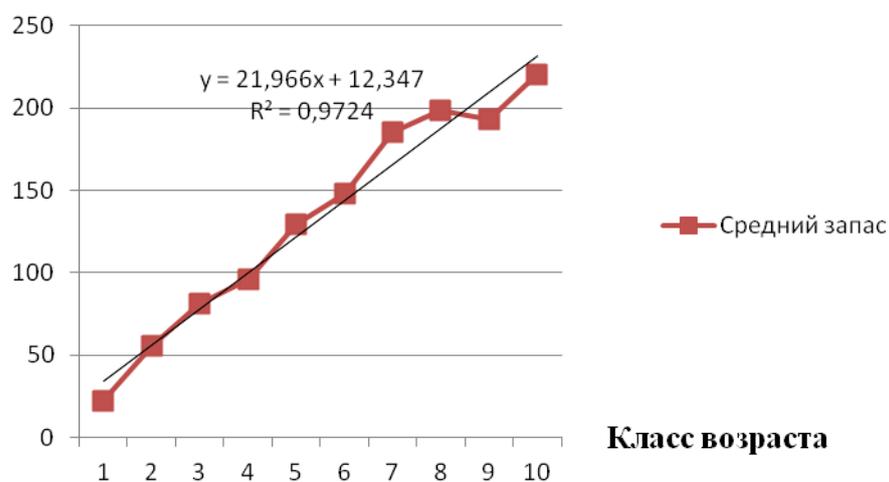


Рисунок 3.19 - Зависимость среднего запаса сосновых насаждений по классам возраста;

Как видно из рисунка 3.20 с возрастом происходит увеличение среднего запаса до 220,8 м³ в 11 классе возраста на 1 гектаре. Данный запас не слишком большой и характерен для III – IV класса бонитета.

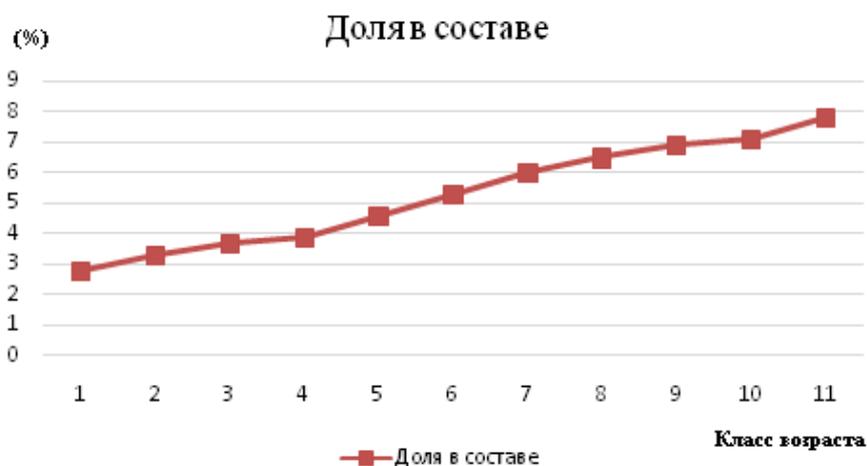


Рисунок 3.20 - Динамика доли лиственницы (%) в составе древостоя ольховникового типа леса по классам возраста

По результатам исследования приводится динамика таксационных показателей сосны и лиственницы. Динамика роста отдельных элементов древостоя составляет в конечном итоге динамику всего сообщества. Как показали исследования, индивидуальный рост отдельных деревьев сосны по диаметру подчиняется логарифмическому распределению с высоким процентом корреляции более 0,9. Плавное увеличение высоты сосны и лиственницы наблюдается лишь после достижения 100-120-летнего возраста. Рост этих пород в толщину продолжается до глубокой старости, а в высоту до 160-180 лет.

Экспериментальные данные свидетельствуют, что все таксационные показатели тесно взаимосвязаны между собой.

Типовая схема восстановительной динамики сосны и лиственницы из-под полога лиственных пород представлена на рисунке. 3.21

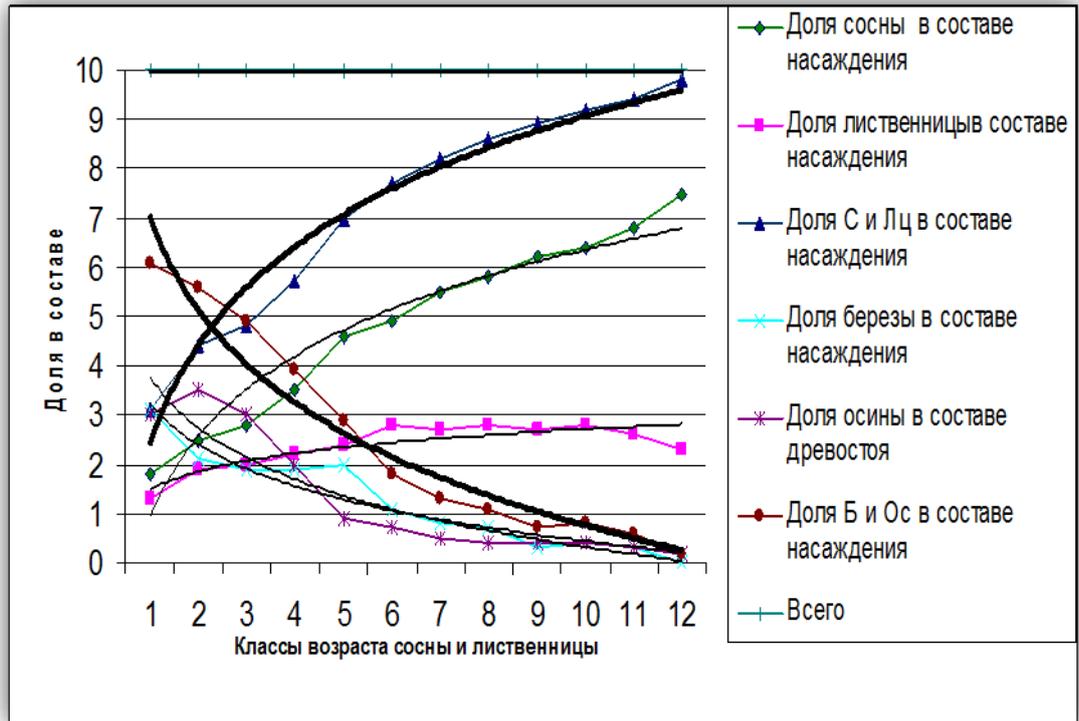


Рисунок 3.21 - Схема формирования сосново-лиственничных насаждений

Стадии развития древостоев приурочены к 20-летним периодам - классам возраста сосны и лиственницы. Эта схема приводится для разнотравной группы типов леса, которая имеет наибольшее хозяйственное значение и удельный вес.

Как показано на рисунке, сосново-лиственничное насаждение проходит 3 фазы: лиственничную (около 10 лет), лиственнично-сосново-лиственничную (врастание сосново-лиственничного яруса в лиственничное, около 40 лет), сосново-лиственничную (распад лиственничного полога, около 120-160 лет).

По составу и строению эти насаждения являются смешанными и разновозрастными, что свидетельствует об их высокой биологической устойчивости и биологическом разнообразии.

Динамика таксационных показателей сосново-лиственничных насаждений Приангарья свидетельствует о повышении доли участия сосны в составе насаждений преобладающей разнотравной группы типов леса.

Это показывает, что сосна занимает преобладающее место в основных типах леса.

График зависимости среднего запаса сосны от классов возраста для разных типов леса представлен на рис. 3.22

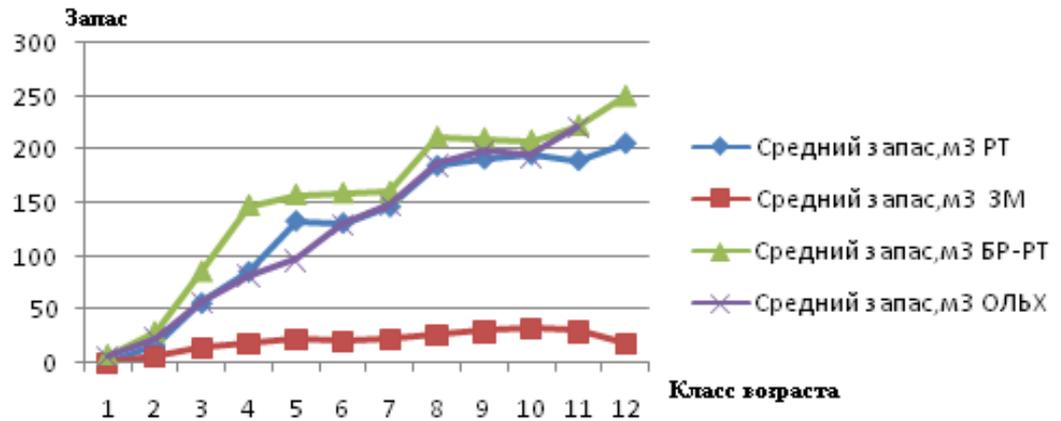


Рисунок 3.22 - График зависимости среднего запаса сосны от классов возраста для разных типов леса

Как видно из рис. 3.22 наибольший запас к возрасту спелости имеет сосна бруснично-разнотравных, разнотравных типов леса, наименьший - в зеленомошных.

График зависимости запаса лиственницы от класса возраста для разных типов леса представлен на рис. 3.23

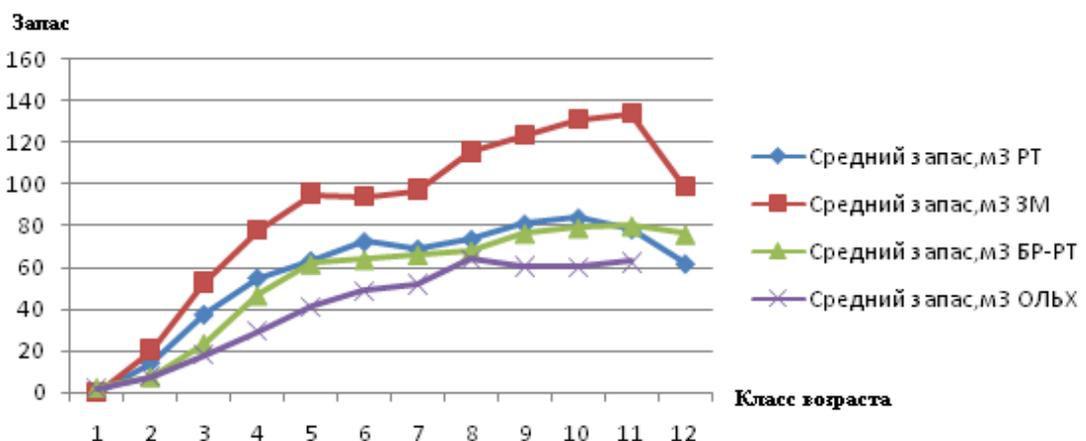


Рис. 3.23 - График зависимости запаса лиственницы от класса возраста для разных типов леса

Лиственница имеет близкие значения запасов в различных типах леса, но наибольший - в зеленомошном типе леса.

График зависимости среднего запаса от класса возраста для сосново-лиственничного насаждения третьего класса бонитета для разных типов леса представлен на рисунке 3.24

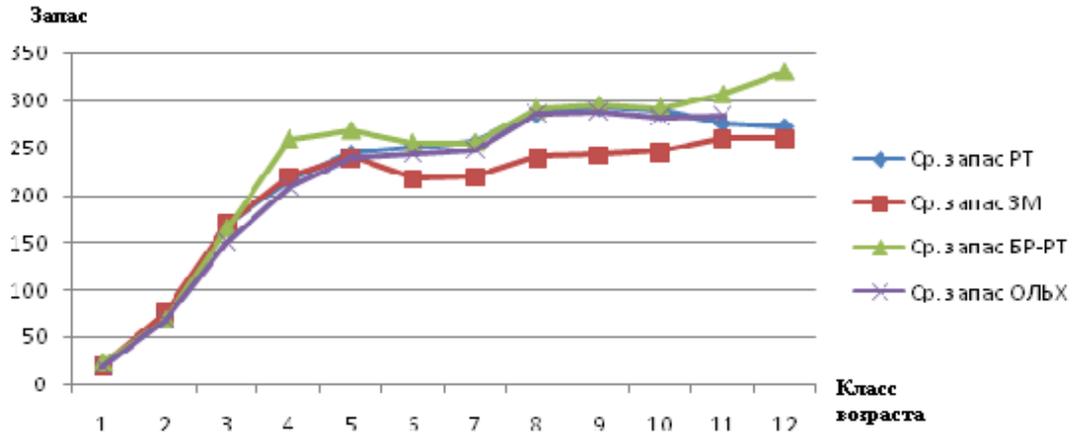


Рисунок 3.24 - График зависимости среднего запаса от класса возраста для сосново-лиственничного насаждения третьего класса бонитета для разных типов леса

Динамика таксационных показателей достаточно хорошо сопоставима с таблицами хода роста основных лесообразующих пород Сибири. [93].

3.2 Выводы по главе

1. Таким образом, можно сделать вывод о том, что наилучшими условиями для произрастания сосново-лиственничных насаждений являются бруснично-разнотравный и разнотравный типы леса, при этом к возрасту рубки запас сосново-лиственничных древостоев достигает до 300 м/га даже для III класса бонитета.

2. Также можно сделать выводы о целесообразности сохранения естественных сосново-лиственничных древостоев, и рекомендовано создание сосново-лиственничных культур для увеличения продуктивности и устойчивости искусственных насаждений в условиях Приангарья.

3. В смешанных сосново-лиственничных насаждениях естественного происхождения с 1 по 12 классы возраста примесь лиственницы незначительная и составляет в среднем 5 – 12% от общего запаса. В зеленомошных типах леса наибольший запас по сравнению с другими исследуемыми типами леса имеет лиственница.

4. По результатам таксационных показателей и материалам визуального осмотра насаждений установлено, что как правило, сосново-лиственничные насаждения проходят три фазы. Лиственная, в которой преобладают береза и осина. Данная фаза продолжается примерно до 10 лет. Вторая фаза – лиственная, сосново-лиственничная, в которой происходит увеличение доли сосны и лиственницы в общем составе. Фаза заканчивается примерно в 40 лет. Третья фаза – сосново-лиственничная, в которой происходит распад лиственного полога. Данная фаза заканчивается в возрасте 120-160 лет.

4. СОСТОЯНИЕ СОСНОВЫХ МОЛОДНЯКОВ ПРИАНГАРЬЯ

4.1 Цели и задачи исследований

Одной из основных задач современного развития наук о лесе является изучение динамики смешанных древостоев с целью выращивания более продуктивных и биологически более устойчивых продуктивных древостоев, что должно способствовать более рациональному использованию природных ресурсов, сохранению биологического разнообразия, стабильности лесопользования и лесопереработки. Смешанные и сложные с сосновые древостои изучали многие авторы [8, 9, 10, 62, 69]. Закономерности строения и роста, формирования и структуры смешанных древостоев Восточно - Сибирской тайги недостаточно полно изучены, особенно для Иркутской области.

Смешанные сосново-лиственничные насаждения часто имеют высокую продуктивность. Для правильного ведения в них хозяйства требуется изучение закономерностей изменения таксационных показателей, в полной мере учитывающих совместное произрастание светолюбивых видов сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) и лиственницы сибирской (*Larix sibirica* Ldb.), их лесоводственных и биологических особенностей.

Для достижения указанной цели поставлены следующие задачи:

- изучить процессы формирования, роста и продуктивности смешанных сосново-лиственничных древостоев в возрасте до 40 лет;
- исследовать динамику отдельных таксационных показателей смешанных древостоев.

Основным методом сбора экспериментальных данных являлось полевое обследование насаждений на постоянных и временных пробных площадях.

4.2 Результаты исследований

На основании обработки собранных экспериментальных материалов получены следующие результаты.

В таблице 4.1. представлены средние таксационные показатели пробных площадей с преобладанием сосны обыкновенной в возрасте от 5 до 40 лет.

Таблица 4.1 - Средние таксационные показатели постоянных и временных пробных площадей по сосне обыкновенной.

Возраст насаждений, лет	Высота, м	Диаметр, см	Бонитет, класс	Полнота относительная, сомкнутость полога	Запас на 1 га	Обследуемая площадь, га
Возраст 5 лет	1,08±0,05	0,25±0,01	-	-	-	21,9
Возраст 6 -10 лет	1,97±0,11	1,88±0,09	-	-	-	30,1
Возраст 11 -20 лет	4,44±0,22	4,11±0,20	2,86±0,14	0,63±0,03	31,35±1,56	19,6
Возраст 21 – 30, лет	4,24±0,21	6,85±0,34	3,05±0,18	0,66±0,03	57,92±2,8	29,2
Возраст 31– 40 лет	9,95±0,49	9,30±0,46	3,20±0,16	0,67±0,04	94,44±4,72	25,4

На рисунке. 4.1. представлена динамика средней высоты сосновых молодняков различных возрастных групп.

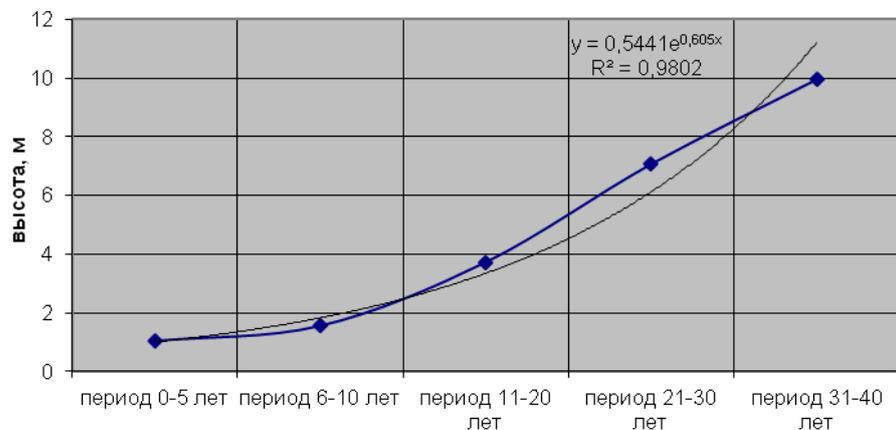


Рисунок 4.1 - Динамика средней высоты сосновых молодняков различных возрастных периодов.

Как видно из рисунка 4.1 с возрастом высота молодняков увеличивается, при этом наиболее интенсивно происходит прирост по высоте в возрастном периоде от 21 до 40 лет. Наибольшая высота сосны в возрасте 40 лет составляет примерно 10 метров, что соответствует III классу бонитета.

На рисунке 4.2 представлена динамика изменения среднего диаметра сосновых молодняков по возрастным периодам.

Из графика на рисунке 4.2. можно проследить динамику возрастания среднего диаметра от 0,37 см до 9,5 см в возрасте 40 лет.

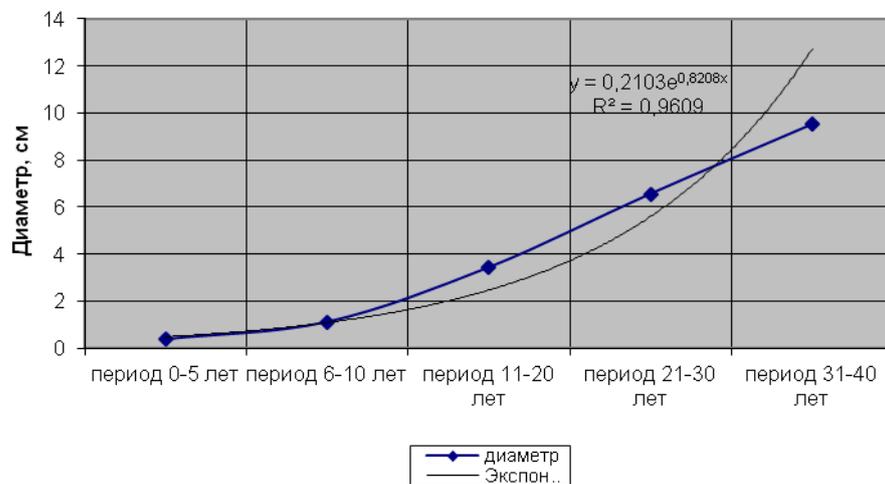


Рисунок 4.2 - Динамика изменения среднего диаметра сосновых молодняков по возрастным периодам

На рисунке 4.3 представлена динамика относительной сомкнутости и полноты сосновых молодняков по возрастным периодам. Интересно, что средняя сомкнутость древостоя в возрасте от 1 до 10 лет сравнительно небольшая (0,5 – 0,55), к возрасту 40 лет полнота достигает значения 0,76. Такие молодняки уже можно отнести к высокополнотным насаждениям.

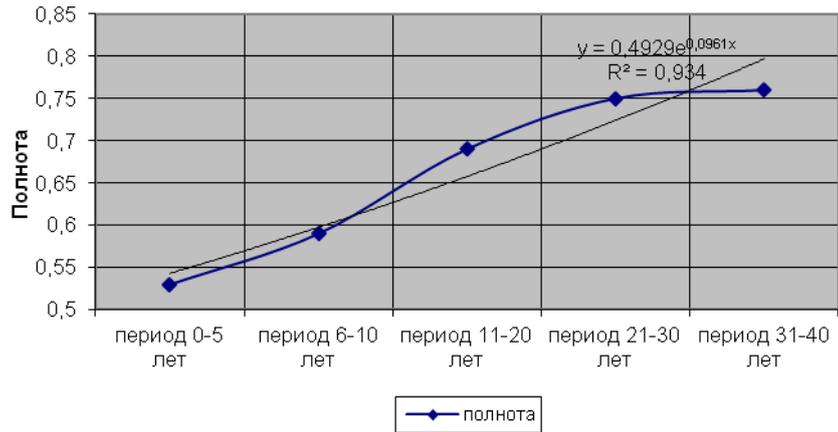


Рисунок 4.3 - Динамика изменения относительной полноты сосновых молодняков по возрастным периодам

На рисунке 4.4 показана динамика изменения запаса на 1 гектаре сосновых молодняков по возрастным периодам. В возрасте до 10 лет определить запас невозможно, так как нет объемных таблиц для столь тонкомерных стволиков. Период от 21 до 40 лет отличается значительным увеличением среднего запаса на 1 гектаре и достигает величины до 115,9 кубических метра на 1 гектаре.

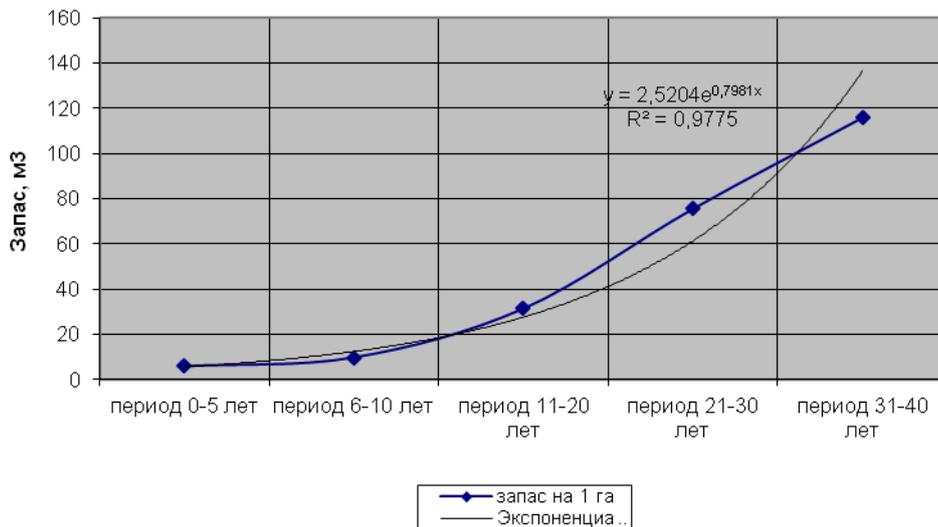


Рисунок 4.4- Динамика изменения запаса на 1 гектаре сосновых молодняков по возрастным периодам

На рисунке 4.5 представлена динамика исследованных площадей, занятых сосновыми молодняками различных возрастных периодов. Наибольшую площадь занимают молодняки от 11 до 30 лет.

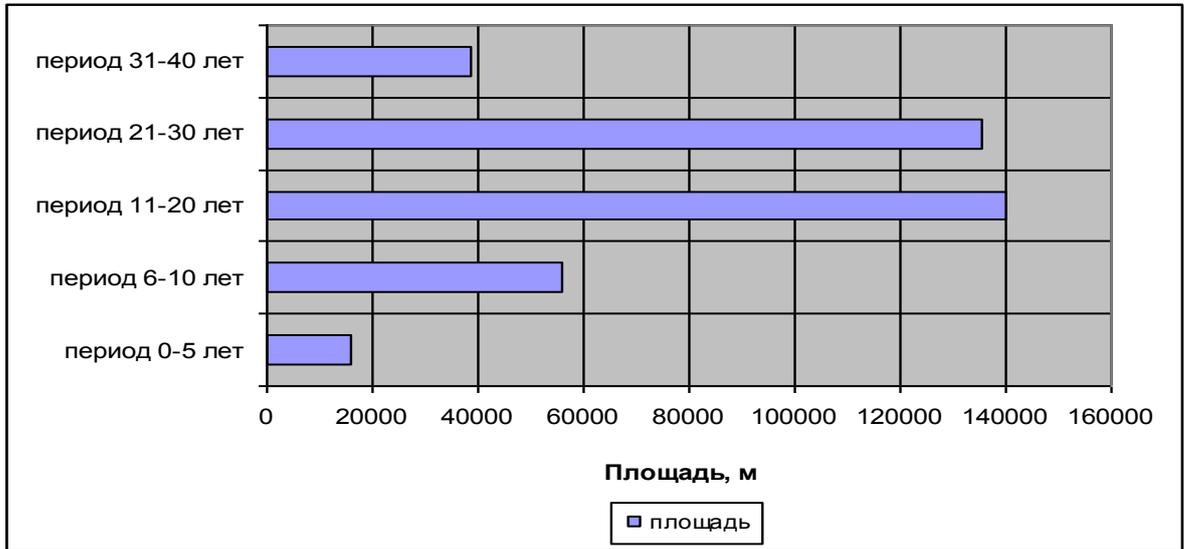


Рисунок 4.5- Динамика площади сосновых молодняков по возрастным периодам

В таблице 4.2 представлены обобщенные результаты исследований по листовенничным молоднякам по различным возрастным периодам. Материалы получены на пробных площадях и в результате обработки таксационных описаний Братского лесничества, статистически обработаны и обобщены.

Таблица 4.2 - Средние таксационные показатели постоянных, временных пробных площадей и материалов таксационного описания Братского лесничества по листовеннице сибирской.

Возраст насаждений, лет	Высота, м	Диаметр, см	Бонитет, класс	Полнота относительная	Запас на 1 га	Обследуемая площадь, га
Возраст 5 лет	1,08±0,05	0,25±0,01	-	-	-	21,9
Возраст 6 -10 лет	1,97±0,11	1,88±0,09	-	-	-	30,1
Возраст 11 -20 лет	4,44±0,22	4,11±0,20	2,86±0,14	0,63±0,03	31,35±1,56	19,6
Возраст 21 – 30, лет	4,24±0,21	6,85±0,34	3,05±0,18	0,66±0,03	57,92±2,8	29,2
Возраст 31– 40 лет	9,95±0,49	9,30±0,46	3,20±0,16	0,67±0,04	94,44±4,72	25,4

Как видно из таблицы 4.2 таксационные показатели несколько отличаются от таксационных показателей сосновых молодняков. Более заметна разница в таксационных показателях на рисунках.

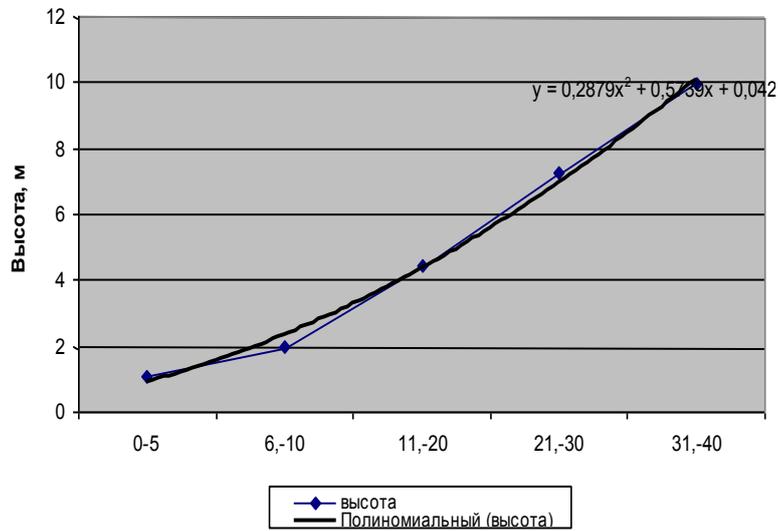


Рисунок 4.6 - Динамика изменения высоты лиственничных молодняков по возрастным периодам

На рисунке 4.7 показана динамика изменения высоты молодняков по возрастным периодам. Изменение высоты можно описать логарифмической кривой в достаточной степени точности (коэффициент корреляции 0,99). Максимальная высота в возрасте 31 – 40 лет достигает 10 метров, что точно соответствует высоте сосны в том же возрасте.

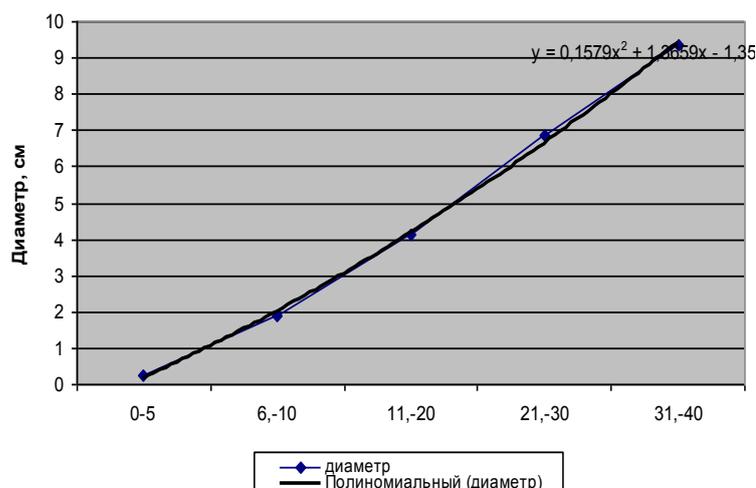


Рисунок 4.7 - Динамика изменения среднего диаметра лиственничных молодняков по возрастным периодам

На рисунке 4.7 видно изменение среднего диаметра лиственничных молодняков по возрастным периодам. Зависимость динамики также описывается полиномиальной кривой, при этом максимальное значение диаметра составляет 9,5 метров, что также соответствует данным по сосне. Такое совпадение свидетельствует о хорошей совместимости сосны и лиственницы как светолюбивых и быстрорастущих древесных пород

На рисунке 4.8 показана динамика изменения относительной полноты лиственничных молодняков по возрастным периодам. Полнота относительно невысокая и колеблется от 0,5 до 0,67, что ниже, чем у сосны обыкновенной.

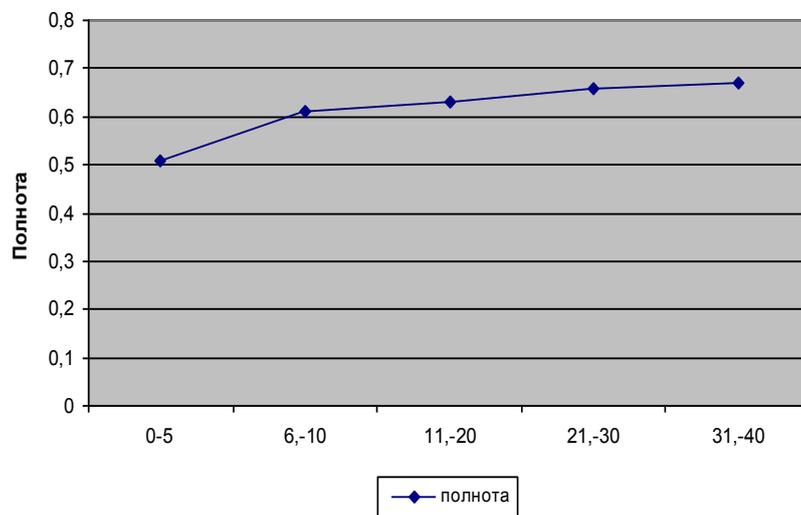


Рисунок 4.8 - Динамика изменения относительной полноты лиственничных молодняков по возрастным периодам

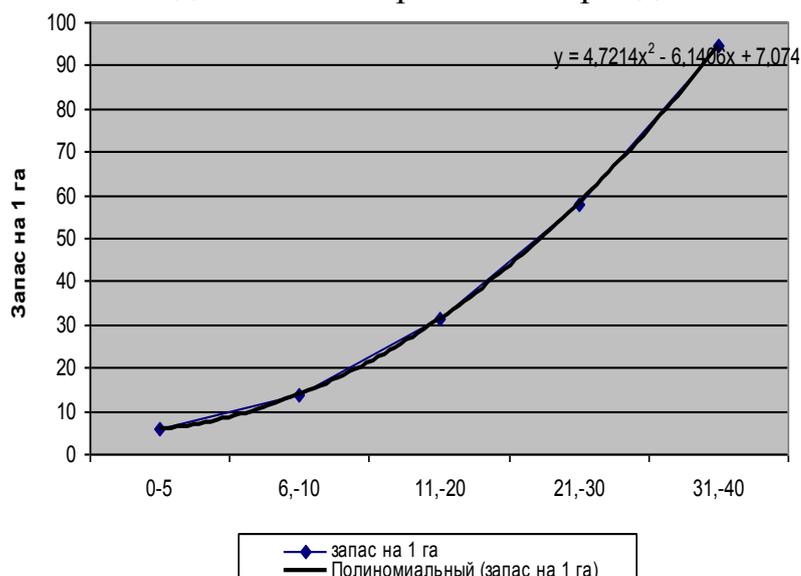


Рисунок 4.9- Динамика изменения запаса на 1 гектаре лиственничных молодняков по возрастным периодам

На рисунке 4.10 представлена динамика изменения запаса на 1 гектаре лиственничных молодняков по возрастным периодам. Данная зависимость сравнительно описывается полиномиальной кривой с высокой степенью точности. Запас на 1 гектаре невелик и достигает 95-100 кубометров на 1 гектаре, что ниже, чем у молодняков сосны обыкновенной.

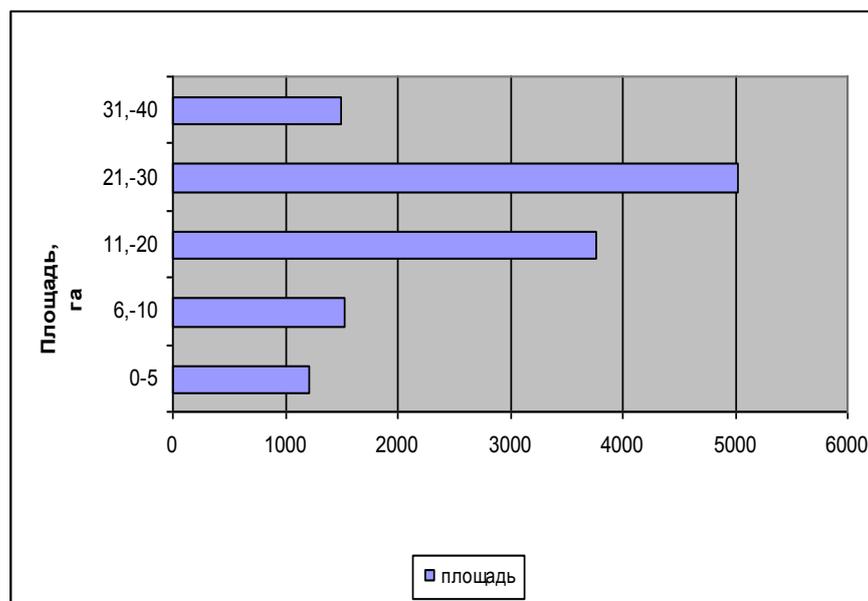


Рисунок 4.10 - Динамика площадей лиственничных молодняков по возрастным периодам

На рисунке 4.11 представлена динамика площадей лиственничных молодняков по возрастным периодам. Как видно из рисунка, наибольшую площадь занимает возрастная группа молодняков лиственницы от 21 до 30 лет.

На рисунке 4.11 показано процентное соотношение типов леса в сосновых и лиственничных молодняках.

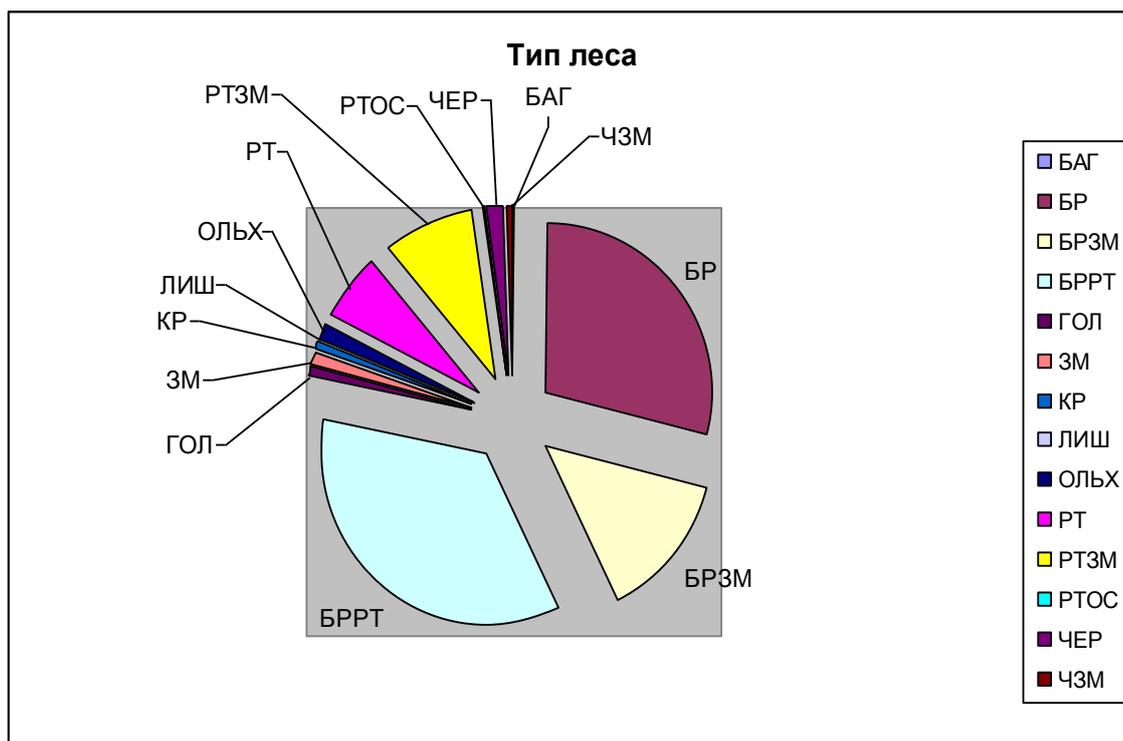


Рисунок 4.11 - Процентное соотношение типов леса в сосновых и лиственничных молодняках

Как видно из этого рисунка, на пробных площадях, заложенных в молодняках в возрасте до 40 лет, преобладают брусничный, бруснично - разнотравный и бруснично - зеленомошные типы леса. Данные типы леса достаточно благоприятны для произрастания сосны обыкновенной и лиственницы сибирской. Следует отметить, что разнотравный тип леса также благоприятен для данных лесобразующих пород, но пробных площадей на этом типе леса было заложено немного. Разнотравный тип леса дает более высокий класс бонитета для роста сосново - лиственничных молодняков до II класса.

На рисунке 4.12. представлена диаграмма распределения площадей сосны и лиственницы по типам лесорастительных условий.

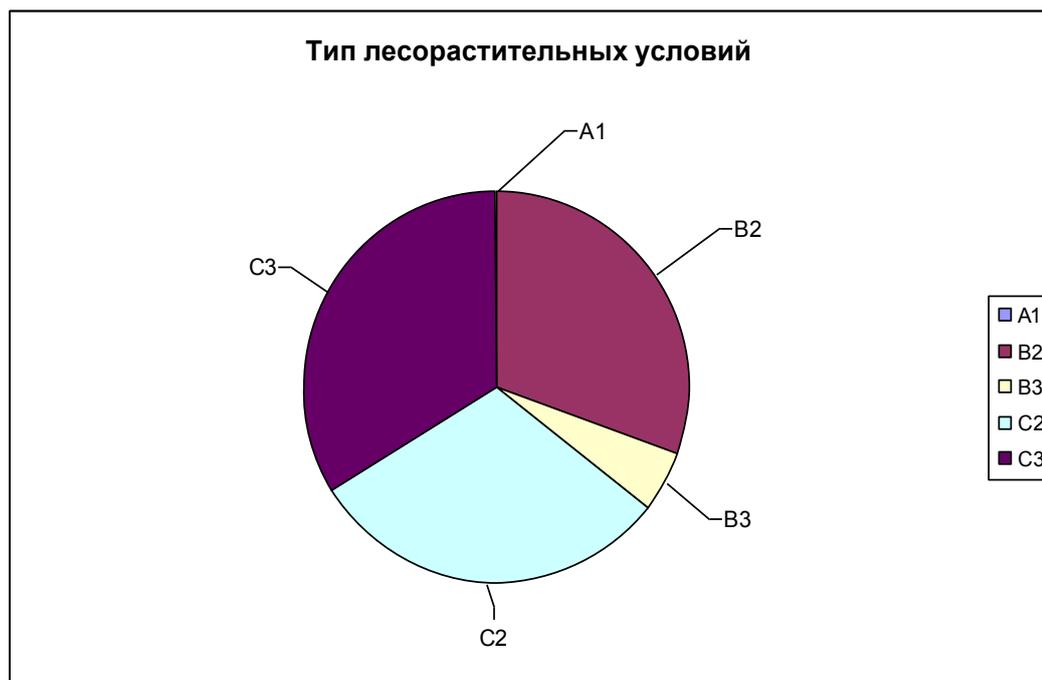


Рисунок 4.12 - . Диаграмма распределения площадей сосны и лиственницы по типам лесорастительных условий.

4.3 Выводы по главе

На основании проведенных исследований по разделу 5 можно сделать следующие выводы

1. Молодняки лиственницы занимают существенно меньшую площадь, чем молодняки сосны обыкновенной;
2. В молодом возрасте в брусничном, бруснично-разнотравном и разнотравном типах леса формируются основные таксационные показатели смешанных сосново – лиственничных насаждений, в том числе и состав насаждений;
3. Молодняки в этих типах леса имеют среднюю продуктивность, которая примерно равна 3 классу бонитета;
4. Смешанные древостои данных типов леса имеют большую практическую и производственную значимость, которая зависит от условий внутреннего и внешнего рынка.

5. СОСТОЯНИЕ СМЕШАННЫХ ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР СОСНЫ И ЛИСТВЕННИЦЫ В ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ

5.1. Технология создания опытных лесных культур

В качестве объекта исследования выбран экспериментальный участок смешанных лесных культур в Куйтунском лесничестве. Лесные культуры созданы на месте гари. Площадь лесных культур 214 гектаров, лесные культуры были созданы посевом в 1997 году. В настоящее время возраст лесных культур составляет 21 год. При создании лесных культур проводилась частичная предпосевная подготовка почвы плугом ПЛП – 135. расстояние между бороздами 2 метра, ширина вспаханной борозды - 1,3 метра. Схема создания лесных культур приведена на рисунке 5.1

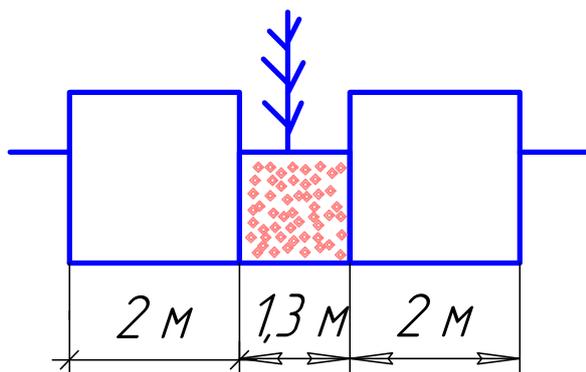


Рисунок 5.1 - Схема создания смешанных лесных культур.

Участок имеет тип лесорастительных условий В₂ – свежие супесчаные почвы, тип леса брусничный. Семена приобретались в республике Тыва (г. Кызыл). Семена сосны и лиственницы 1 класса качества. Посев проводился весной, при посеве семена равномерно перемешивались в пропорции 70% лиственницы, 30% сосны. Посев проводился вручную рядами. Всходы отлично проросли и в настоящее время мы имеем отличный пример создания смешанных лиственнично – сосновых лесных культур.



Рисунок 5.2- Опытные смешанные лесные культуры лиственницы и сосны (состав на настоящее время 7ЛЗС)



Рисунок 5.3 - Состояние лесных культур в ряду.

На рисунке 5.2 и 5.3 представлены фотографии опытных лесных культур лиственницы и сосны. На фото видно, что лиственница в росте превышает сосну. Стволы ровные, полнодревесные. Требуется рубка ухода в рядах, так как в рядах созданы перегущенные лесные культуры (Рисунок 5.3)

5.2 Исследование роста экспериментальных смешанных культур лиственницы и сосны

Для детального исследования в лесных культурах были заложены 4 пробные площади размером 0,5 га. Количество деревьев на пробных площадях составило 1300 – 1400 штук, что достаточно для статистической обработки материалов. Обработка материалов велась отдельно по элементам

леса – лиственница и сосна. Общая характеристика лесных культур на пробных площадях представлена в таблице 5.1

Таблица 5.1- Средние таксационные показатели смешанных лесных культур лиственницы и сосны

Возраст и состав	Тип леса и тип лесорастительных условий	Средняя высота, м	Средний диаметр, см	Средний класс бонитета, класс	Средняя полнота относительная	Средний запас на 1 га	Площадь, га
21 год 7ЛЗС	Брусничный/В ₂	10,1±0,3	8,7±0,32	1,5	0,77±0.22	73,6±3,22	2.0
Лиственница	Брусничный/В ₂	11,3±0,5	9,3±0,41	1	0,56±0.17	51,7±2,11	2.0
Сосна	Брусничный/В ₂	8,9±0,25	8,1±0,34	3	0,21±0,05	21,9±0,95	2.0

Для более полного отражения таксационных показателей приведены суммарные данные по 4 пробным площадям. Общая площадь перечета составила 2,0 гектара. В таблице 5.2 приведены таксационные показатели лиственницы

Таблица 5.2 - Результаты перечета лиственницы на пробных площадях

D1,3	Кол – во деревьев, шт./%	Средняя высота ступени толщи- ны, м	Площадь сечения 1 ствола, м ²	Сумма площадей сечения ступени толщины, м ²	Объем одного ствола, м ³	Объем ступени толщины, м ³
4	337/7,9	5,2±0,2	0,0013	0,4381	0,0037	1,2469
6	1283/30,5	6,8±0,3	0,0028	3,5924	0,0101	12,9583
8	1206/28,5	8,5±0,4	0,0050	6,0300	0,0261	31,4766
10	874/20,7	10,7±0,5	0,0078	6,8172	0,0261	22,8114
12	302/7,2	11,5±0,5	0,0113	3,4126	0,0672	20,2944
14	218/5,2	12,0±0,7	0,0154	3,3572	0,0672	14,2464
Итого на 2,0 га	4220/100,0			23,6475		103,034
Итого на 1 га	2110			11,8275		51,51

Средняя площадь сечения одного дерева составляет $0,0068 \text{ м}^2$, средний диаметр равен $9,3 \text{ см}$, средняя высота $11,3 \text{ м}$, относительная полнота $0,56$; класс бонитета 1, запас на 1 га составляет $51,5 \text{ м}^3$, средний объем дерева составляет $0,0245$ кубометров.

На рис. 5.4 представлена взаимосвязь высоты и диаметров для лиственницы на пробных площадях.

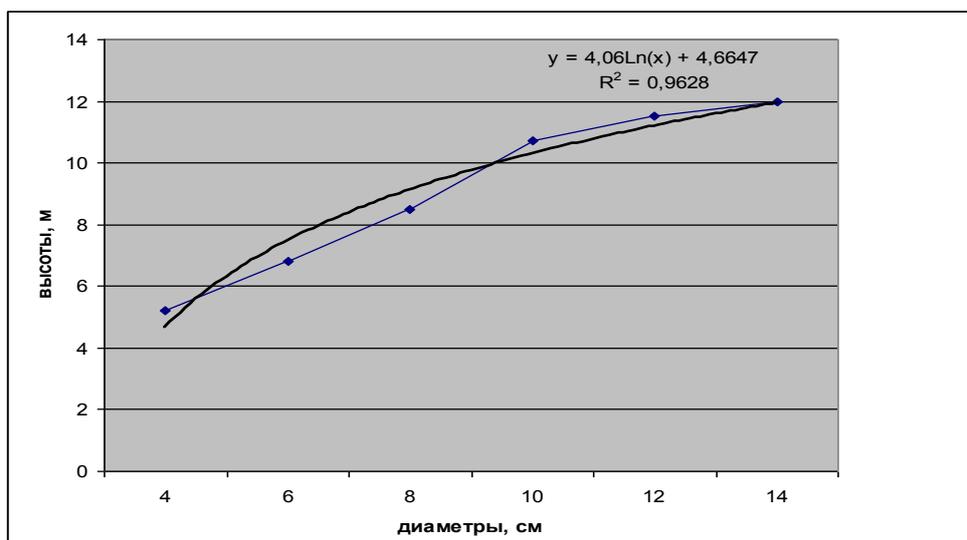


Рисунок 5.4 - Взаимосвязь высоты и диаметра в опытных лесных культурах лиственницы.

Как видно из рисунка 5.4 и таблицы 5.2 высота и диаметр взаимосвязаны. Высота колеблется от 5,2 до 12,0 метров. В качестве примера на рисунке 5.5 представлено распределение количества деревьев по ступеням толщины на пробной площади №2.

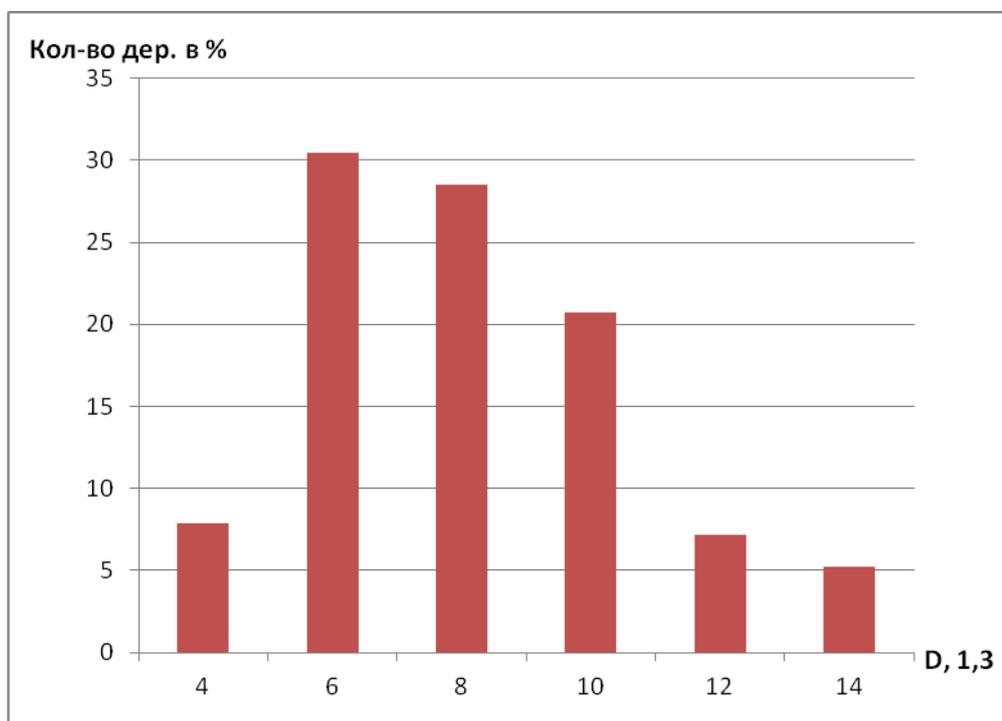


Рисунок 5.5 - Распределение количества деревьев лиственницы по ступеням толщины

Как видно из рисунка 5.5 распределение не подчиняется кривой нормального распределения и преобладают деревья толщины 6 – 10 см. Однако следует отметить, что встречаются деревья с диаметром 12 и даже 14 см.

В табл. 5.3 приведены суммарные данные по 4 пробным площадям по сосне.

Таблица 5.3 - Таксационные показатели сосны на пробных площадях

D1,3, см	Кол – во деревьев, шт.	Средняя высота ступени толщины, м	Площадь сечения 1 ствола, м ²	Сумма площадей сечения ступени толщины, м ²	Объем одного ствола, м ³	Объем ступени толщины, м ³
4	141/7,9	5,8±0,2	0,0013	0,1833	0,0010	0,1410
6	539/30,1	7,0±0,3	0,0028	1,5092	0,0107	5,7673
8	527/29,6	8,1±0,4	0,0050	2,6350	0,0225	11,8575
10	438/24,5	10,9±0,54	0,0078	3,4164	0,0225	9,8550
12	143/7,9	11,7±0,58	0,0113	1,6159	0,0657	9,3951
Итого на 2 га	1788			9,3598		37,0159
Итого на 1 га	894	8,7±0,4	0,006	4,6799	0,00244	18,5079

Средняя площадь сечения одного дерева сосны составляет 0,006 м², Средний диаметр равен 8,1 см, средняя высота 8,7 м, относительная полнота 0,21, класс бонитета 3, запас сосны на 1 га составляет 18,5 м³.

Общий запас на 1 гектаре лиственницы и сосны составляет 70,02.

На рисунке 5.6 представлена взаимосвязь высоты и диаметров для сосны на пробных площадях.

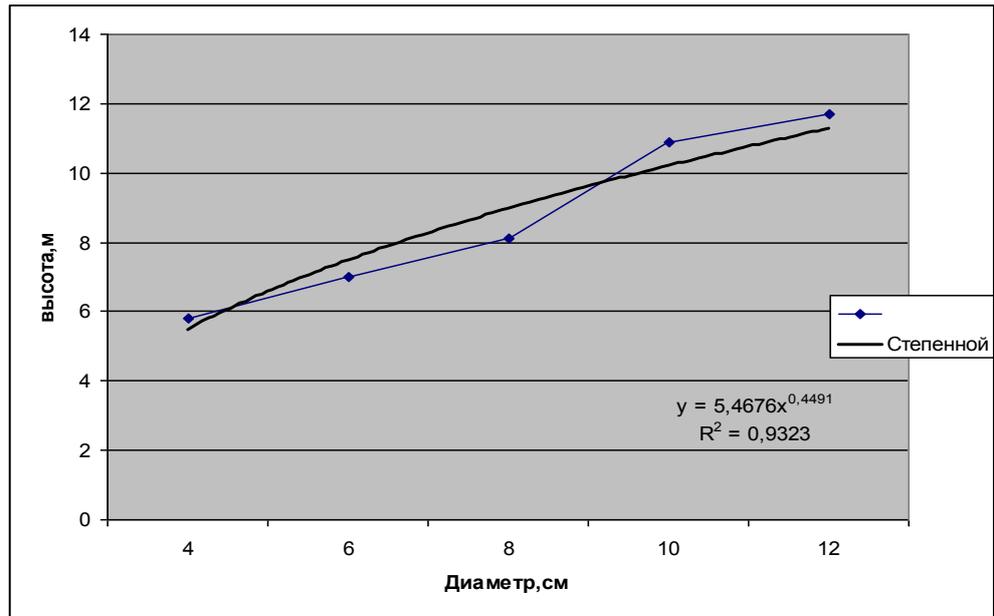


Рисунок 5.6 - Взаимосвязь высоты и диаметра культур сосны.

Как видно из рисунка 5.6 и таблицы 5.3 взаимосвязь высоты и диаметра имеет достаточно высокую степень корреляции $R^2 = 0,9323$, высота сосны колеблется от 5,8 до 11,7 метров. В качестве примера на рис. 5.7 представлено распределение количества деревьев сосны по ступеням толщины на пробной площади №2.

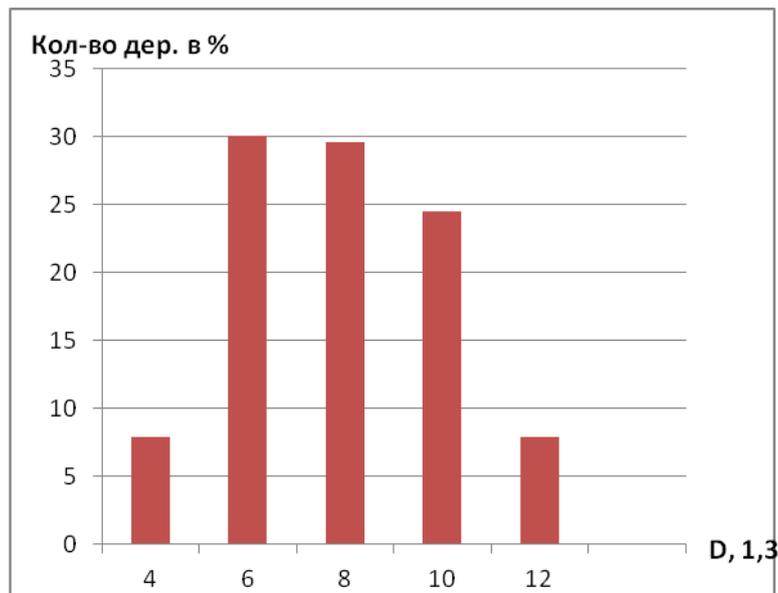


Рисунок 5.7 - Распределение количества деревьев сосны по ступеням
ТОЛЩИНЫ

Как видно из рисунка 5.7 распределение сосны по ступеням толщины приближается к кривой нормального распределения. Наибольшее количество деревьев сосны приходится на толщину 6 – 10 сантиметров. Важно проследить динамику прироста по высоте по сосне и лиственнице. В табл.5.4 приведены данные по ежегодному приросту лиственницы и сосны в 2015 и 2016 году.

Таблица 5.4 - Ежегодный прирост лиственницы по высоте по материалам пробных площадей

Порода	Степень толщины	Прирост по высоте за 2015, м	Прирост по высоте за 2016, м	Средний общий прирост по высоте, м
1	2	3	4	5
лиственница	4	0,28±0,05	0,21±0,05	0,19±0,05
	6	0,38±0,05	0,23±0,05	0,25±0,05
	8	0,38±0,05	0,36±0,05	0,31±0,05
	10	0,61±0,05	0,60±0,05	0,40±0,05
	12	0,63±0,05	0,61±0,05	0,43±0,05
	14	0,63±0,05	0,60±0,05	0,44±0,05
Среднее значение		0,48±0,5	0,44±0,05	0,42±0,05

Как видно из табл. 5.4 лиственница имеет хороший ежегодный прирост по высоте, причем за 2015 и 2016 годы прирост выше, чем средний общий прирост, который в среднем составляет 0,42 метра, а прирост по высоте за последние 2 года по некоторым ступеням толщины достигает 0,61 метра. Средний общий прирост за 21 составляет 0,42 (графа 4). Рассмотрим прирост по высоте деревьев сосны.

Таблица 5.5 - Ежегодный прирост сосны по высоте по материалам пробных площадей

Порода	Степень толщины	Прирост по высоте за 2015, м	Прирост по высоте за 2016, м	Средний общий прирост по высоте
1	2	3	4	5
сосна	4	0,23±0,03	0,21±0,03	0,21±0,03
	6	0,28±0,05	0,20±0,04	0,26±0,05
	8	0,34±0,08	0,34±0,07	0,30±0,06
	10	0,56±0,07	0,56±0,09	0,40±0,07
	12	0,58±0,08	0,60±0,09	0,43±0,09
Среднее значение		0,38±0,062	0,38±0,064	0,33±0,06

Средний общий прирост за 21 составляет 0,33 (графа 4).

Как видно из таблицы 5.5 сосна также имеет хороший ежегодный прирост по высоте, причем за 2015 и 2016 годы прирост выше, чем средний общий прирост, который в среднем составляет 0,0,33 метра, а прирост по высоте за последние 2 года по некоторым ступеням толщины достигает 0,60. В среднем прирост сосны ниже, чем прирост лиственницы

5.3. Особенности формирования древесины в смешанных лесных культурах лиственницы и сосны в Приангарье

Для исследования о свойствах и качестве физико-механических факторов, существуют некоторые особенности древесины главных лесообразующих пород в молодом возрасте. Смешанные насаждения искусственного и естественного происхождения в основном преобладают в таежных лесах Иркутской области, их закономерности роста и строения в формировании смешанных древостоев Сибирской тайги не достаточно изучены.

Планирование лесовосстановительных мероприятий должно ориентироваться на выращивании высокопродуктивных смешанных древостоев, поэтому необходимо знать основные закономерности их формирования, роста и строения. [101, 116]

Цель работы заключается в исследовании особенностей строения годичных слоев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) и лиственницы сибирской (*Larix sibirica* Ledeb.) и качества древесины модельных деревьев в смешанных высокопродуктивных лиственнично-сосновых лесных культурах в условиях Иркутской области. Для достижения указанной цели поставлены следующие задачи: исследовать опытные объекты смешанных лиственнично– сосновых лесных культур и оценить их продуктивность и основные таксационные показатели; оценить качество древесины по следующим показателям: средняя ширина годичного слоя, процент ранней и

поздней древесины, среднее количество годичных слоев в 1 сантиметре, плотность древесины, прочность при сжатии вдоль волокон, а также определение относительных прочностных показателей древесины инструментальным неразрушающим методом с помощью прибора Resistograph 4450.

Данные таксационного описания пробной площади экспериментальных лесных культур приведены в таблице 5.1. Как видно из таблицы 5.1 средний диаметр сосны и лиственницы отличаются друг от друга несущественно, не более, чем на 14,8% по высоте лиственница на 2,4 метра превосходит сосну, что составляет 26,9%, что свидетельствует о большей энергии роста лиственницы по высоте. Результаты измерений структуры годичных слоев сосны и лиственницы по ступеням толщины представлены в таблице 5.6.

Таблица 5.6 - Основные показатели макроструктуры годичных слоев стволов сосны и лиственницы по ступеням толщины.

Ступени толщины	Порода	% ранней древесины	% поздней древесины	Сред. ширина годичного слоя, мм	Число годич- ных слоев в 1см	D среза в коре, см	D среза без коры, см
1	2	3	4	5	6	7	8
6	Сосна	67,40±3,46	32,04±1,54	2,87±0,16	3,48	5,9±0,34	4,6±0,24
	Л-ца	-	-	-	-	-	-
8	Сосна	69,06±4,01	30,98±1,49	3,29±0,21	3,03	8,9±0,59	7,1±0,47
	Л-ца	68,36±3,93	31,64±0,98	2,40±0,18	4,17	8,9±1,06	7,2±0,56
10	Сосна	67,84±4,86	32,16±1,50	1,28±0,09	7,80	10,4±2,01	8,6±0,51
	Л-ца	73,03±4,19	26,98±0,89	3,19±0,17	3,13	9,5±0,99	7,6±0,43
12	Сосна	71,15±5,13	28,85±0,91	3,84±0,45	2,60	11,9±2,34	9,4±0,33
	Л-ца	71,88±4,98	28,12±2,00	3,37±1,20	2,96	12,7±2,54	9,4±0,59
14	Сосна	65,05±3,98	34,95±1,43	3,33±1,07	3,00	15,3±0,87	12,7±0,97
	Л-ца	67,68±4,02	32,33±1,67	2,14±1,00	4,67	13,3±0,69	11,8±1,01

1	2	3	4	5	6	7	8
16	Сосна	68,02±3,96	31,98±2,01	4,10±2,03	2,43	16,3±0,78	13,6±1,23
	Л-ца	80,83±5,43	19,18±0,99	3,56±1,35	2,81	16,3±0,91	15,4±1,12
18	Сосна	66,55±3,12	33,45±1,37	6,08±3,42	1,64	18,1±0,69	15,3±1,05
	Л-ца	-	-	-	-	-	-
Среднее значение	Сосна	67,87±4.07	32,13±1,46	3,54±1,06	3,42	12,40±1,08	10,18±0,68
	Л-ца	72,36±4.51	27,64±1.30	2,93±1,05	3,61	12,14±1,24	10,28±0,74

Как видно из таблицы 5.6, в перегущенных лесных культурах лиственницы и сосны идет интенсивная дифференциация деревьев, о чем свидетельствует диапазон диаметров от 6 до 18 сантиметров на высоте 1,3 метра. При этом, у деревьев различных ступеней толщины средняя ширина годичного слоя практически одинакова. Поскольку возраст лесных культур составляет на момент исследования 21 год, в годичных слоях преобладает ранняя древесина, так среднее значение процента ранней древесины у сосны составляет 67,87%, у лиственницы – 72,36%, что несколько неожиданно, обычно лиственница формирует более высокий процент поздней древесины. Скорее всего, данный факт можно объяснить высокой сомкнутостью лесных культур в рядах и недостатком освещенности отдельных деревьев. В более позднем возрасте процент поздней древесины несколько увеличится (табл.3), от 1,41 у лиственницы и до 4,8 % у сосны. Число годичных слоев в 1 см древесины у сосны и лиственницы примерно одинаково. Стволы хорошо очищены от сучьев, прямые, полнодревесные, что в дальнейшем позволит сформировать высокопродуктивный качественный древостой. Диаметры торцов сосны и лиственницы в этом возрасте сопоставимы, толщина коры сосны и лиственницы также мало отличается друг от друга. Полученные спилы модельных деревьев, взятых из комлевой части стволов имеют торцовую поверхность без признаков пороков, годичные слои хорошо видны

на всех спилах. Спилы отшлифованы для лучшего определения показателей макроструктуры годичных слоев. В работе проведено исследование изменение показателей макроструктуры древесины сосны и лиственницы по пятилетиям. Данные представлены в таблице 5.7.

Таблица 5.7 Динамика изменения показателей макроструктуры древесины сосны и лиственницы от 1 года до 20 лет

Возраст, лет	сосна			лиственница		
	Ранняя древесина, мм	Поздняя древесина, мм	% поздней древесины	Ранняя древесина, мм	Поздняя древесина, мм	% поздней древесины
1-5	2.10±0.16	0.77±0.17	27.38±1.59	1.81±0.09	0.78±0.09	36.96±1.97
6-10	3.47±0.23	1.25±0.12	26.52±1.98	3.15±1.22	1.34±0.04	30.48±1.54
11-15	2.97±0.98	1.22±0.16	29.74±2.01	3.09±1.56	1.23±0.05	38.03±2.03
16-20	2.53±0.22	1.21±0.16	32.18±2.13	1.84±0.99	1.23±0.09	38.37±1.96

Как видно из таблицы 5.8 в исследованных модельных деревьях сосны и лиственницы содержание поздней древесины в годичных слоях сначала увеличивается в направлении от сердцевины к коре, достигает максимума, а затем в слоях, расположенных ближе к коре, уменьшается. При этом заметно, что лиственница формирует более мелкослойную древесину с большим содержанием поздней древесины. Процент поздней древесины у лиственницы в среднем на 10% превышает процент поздней древесины сосны, средняя ширина годичного слоя сосны несколько больше, чем у лиственницы, что соответствует биологическим особенностям данных древесных видов. Однако, изучение только показателей структуры годичных слоев для определения качества формируемой древесины недостаточно, поэтому дополнительно были определены плотность ядровой и заболонной древесины лиственницы (так как ядро и заболонь уже сформированы) и плотность древесины сосны, у которой ядро в этом возрасте еще не

сформировано. Также определена прочность образцов древесины сосны и лиственницы при сжатии вдоль волокон. Были подготовлены по 30 образцов каждой категории древесины. В таблице 4 приведены данные по определению влажности испытанных образцов, которая проводилась методом высушивания после определения предела прочности при сжатии вдоль волокон.

Таблица 5.8 Среднее значение влажности испытанных образцов древесины

Порода	Среднее значение влажности, %	Среднее квадратичное отклонение
Лиственница ядро	7.21 ±0.29	0.81
Лиственница заболонь	8.15±0.41	0.76
Сосна	5.25±0.31	0.67

Влажность древесины соответствует требованиям стандарта и находится в пределах от 5 до 8%. По общепринятым формулам произведен пере счет плотности древесины на значение стандартной влажности. (Боровиков А.М, Уголев Б.Н, 1989). Результаты определения плотности при стандартной влажности 12% приведены в таблице 5.9

Таблица 5.9 Средняя плотность образцов при влажности в момент испытания

Порода	Размер образцов, см	Средняя масса образца, г	Плотность, кг/м ³ ρ _w
Лиственница ядро	2*2*3	8.15	648.65
Лиственница заболонь	2*2*3	7.21	571.48
Сосна	2*2*3	5.25	429.53

Таблица 5.10 Значение плотности древесины при различной влажности

Порода древесины	Влажност ь W, %	Плотность при влажности, отличающейся от нормализованной ρ _w , кг/м ³	Значение пересчетного коэффициента K ₁₂ ^w	Плотность при влажности 12% ρ, кг/м ³
Лиственница ядро	8.15	648.65	0.989	655.86

1	2	3	4	5
Лиственница заболонь	7.21	571.48	0.986	579.59
Сосна	5.25	429.53	0.972	441.90

Поскольку влажность образцов отличается от нормализованной, показатели механических свойств пересчитаны на влажность 12% по формуле [7]:

$$B = B_w \cdot \left[1 + \alpha \cdot (W - 12) \right] \quad (1)$$

где B - показатель данного свойства при влажности 12 %; B_w - показатель свойства при влажности w ; w - влажность древесины в момент испытаний; α - поправочный коэффициент на влажность, показывающий, насколько изменяется показатель данного свойства при изменении влажности на 1 %. В таблице 5.11 приведены полученные результаты испытаний прочности образцов при сжатии вдоль волокон

Таблица 5.11 Значение пределов прочности при различной влажности

Порода и состояние древесины	Среднее значение предела прочности при влажности в момент испытания σ , МПа	Влажность в момент испытания W , %	Поправочный коэффициент на влажность α	Среднее значение предела прочности при влажности 12 %, МПа σ_{12}
Лиственница ядро	67.91	7.21	0.04	54.91
Лиственница заболонь	51.26	8.15	0.04	43.37
Сосна	55.04	5.25	0.04	40.18

В таблице 5.12 приведены средние статистические показатели проведенных расчетов прочности древесины сосны и лиственницы.

Таблица 5.12 Средние статистические показатели механических свойств сосны (*Pinus sylvestris* L.) и лиственницы (*Larix sibirica* Ldb.)

Порода древесины	Количество образцов, шт	Среднее значение предела прочности, МПа	Среднеквадратическое отклонение, S	Средняя ошибка выборочного среднего S_{σ}	Коэффициент вариации V, %	Относительная точность определения выборочного среднего
Лиственница ядро	30	54.91	4.25	0.780	7.74	0.376
Лиственница заболонь	30	43.37	3.77	0.688	8.69	0.354
Сосна	30	40.18	3.58	0.650	8.90	0.345

При проведении механических испытаний образцов сосны и лиственницы выяснилось, что лиственница часто разрушается при сжатии, что не дает получить достоверные результаты. Пришлось дополнительно заготавливать образцы, при осмотре образцов выявлено наличие таких пороков, как глазки, закомелистость, которая проявилась в виде наклона волокон, начальной стадии свилеватости, что стало причиной невысоких прочностных свойств лиственницы в комлевой ее части. На рис 5.8 и рис. 5.9 показаны некоторые наиболее распространенные пороки образцов лиственницы.



Рис. 5.8 Глазки на образцах лиственницы в заболони и в ядре



Рис. 5. 9 Наклон волокон при формировании закомелистости

Таблица 5.13 Сравнение физико-механических свойств исследуемой древесины со стандартными значениями (Боровиков А.М, Уголев Б.Н, 1989)

Показатели физико-механических свойств древесины	Лиственница (<i>Larix sibirica</i> Ldb.)			Сосна (<i>Pinus sylvestris</i> L.)	
	справочные данные по Восточной Сибири	ядро	заболонь	стандартные справочные данные по Восточной Сибири	сосна
Плотность при влажности 12%, кг/м	636	655,86	579,59	465	441,90
Количество годичных слоев в 1 см, шт.	13,5	3,61	3,61	11,2	3,42
Процент поздней древесины, %	29	27,64	27,64	27	32,13
Предел прочности при сжатии вдоль волокон при влажности 12%, МПа	62,7	54,91	43,37	45,7	40,18

Как видно из таблицы 5.13 плотность молодой древесины сосны и лиственницы из смешанных лесных культур, созданных посевом, существенно не отличается от стандартных значений (Боровиков А.М, Уголев Б.Н, 1989), хотя в справочнике приведены данные для спелых деревьев. Несколько ниже, чем по сравнению со справочными данными плотность заболони лиственницы сибирской и древесины сосны

обыкновенной, а плотность ядровой части выше, чем стандартные данные на 3,1%. Число годовых слоев в 1 см в 3,27 – 3,73 раза меньше, чем у взрослых деревьев данных пород. Для молодняков, находящихся в стадии активного роста по высоте и диаметру, такой процент вполне достоверен. Процент поздней древесины недостаточно высок по сравнению со справочными данными для древесины лиственницы сибирской. Процент поздней древесины у сосны обыкновенной даже выше, чем стандартные данные на 19,0%. Как и следовало ожидать, прочностные показатели испытуемых образцов оказались ниже стандартных данных, особенно у лиственницы, за счет пороков, которые были определены при заготовке образцов для проведения испытаний на прочность при сжатии вдоль волокон (рис. 5.8, 5.9). Прочность ядровой части лиственницы меньше стандартных значений на 12,42%, прочность заболони – на 30,08%, прочность сосны обыкновенной ниже на 12,00%. Сравнительно невысокая прочность при сжатии вдоль волокон объясняется довольно широкими годовыми слоями, которые характерны для молодняков хвойных пород и низким процентом поздней древесины, которые также характерны для молодых деревьев.

Дополнительно произведена оценка качества древесины с использованием прибора Resistograph 4450 спилов модельных деревьев сосны и лиственницы (всего 40 деревьев). Резистограммы показали высокие прочностные показатели спилов в комлевой части без признаков понижения твердости древесины (рис. 5.10).

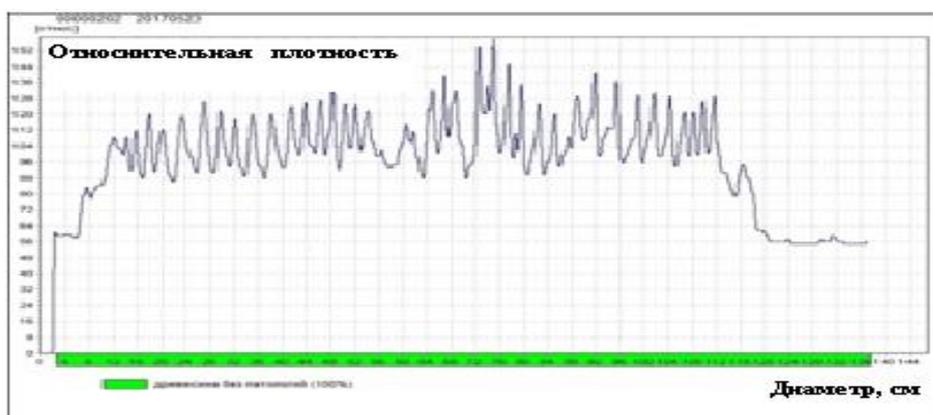


Рис. 5.10 Резистограмма лиственницы сибирской

Из резистограммы (рис. 5.10) можно сделать вывод, что древесина лиственницы сибирской здорова, патологий и существенного снижения прочности, свидетельствующей и наличии гнили не наблюдается. Особенно четко видна разница между относительной плотностью ранней и поздней древесины от 60 у ранней древесины до 162 у поздней древесины. Падение значений относительной плотности в начале и конце резистограммы показывает прохождение через кору исследуемых спилов.

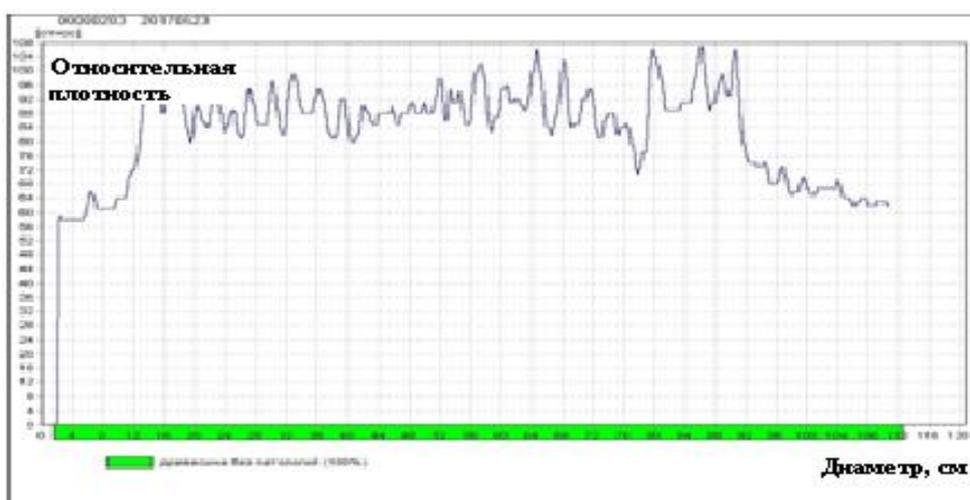


Рис. 5.11 Резистограмма сосны обыкновенной.

Из рис. 5.11 видно, что древесина здорова, без патологий. Разница относительной плотности ранней и поздней древесины меньше, чем у лиственницы и составляет от 60 у ранней древесины до 108 у поздней древесины. На основании сравнения резистограмм можно сделать вывод, что условная плотность поздней древесины у лиственницы сибирской примерно на 50% выше, чем у сосны обыкновенной.

5.4. Выводы по главе

Исследования, проведенные с целью выявления роста и строения древесины опытных смешанных лесных культур позволяют сделать следующие выводы:

1. На основании проведенных исследований можно установить, что расстояние между рядами лесных культур 2 метра является оптимальным,

расстояние между сеянцами в ряду желательно выдерживать 40-50 см. Несмотря на это, опытный участок лесных культур обладает высокой энергией роста, характеризуются хорошими таксационными показателями, характерными для насаждений III класса бонитета. В насаждениях происходит интенсивная дифференциация по диаметру и высоте, у сосны встречаются деревья ступеней толщины от 6 до 18 см, у лиственницы – от 8 до 16 сантиметров.

2. При сравнении полученных экспериментальных результатов со справочными данными для условий Восточной Сибири (А.М. Боровиков, Б.Н. Уголев, 1989), Г.С. Вараксин (2002), установлено, что по сравнению с ними, плотность древесины сосны обыкновенной и лиственницы сибирской в заболонной части спилов ниже стандартных данных соответственно на 4,9-8,9%. Плотность ядровой части спилов лиственницы выше, чем стандартные данные на 3.1%. Число годичных слоев в образцах сосны и лиственницы в 1 см в 3,27 – 3,73 раза меньше, чем у стандартных данных, характерных для взрослых деревьев данных пород. Процент поздней древесины исследуемых пород можно сопоставить со справочными данными, а у сосны обыкновенной этот показатель даже выше, чем стандартные данные на 19 %. Прочность ядровой части образцов лиственницы меньше стандартных значений на 12,42%, прочность заболони лиственницы – на 30,08%. Прочность древесины при сжатии вдоль волокон у сосны обыкновенной ниже на 12 % по сравнению со справочными данными. Сравнительно невысокая прочность при сжатии вдоль волокон объясняется довольно широкими годичными слоями, которые характерны для молодняков хвойных пород и низким процентом поздней древесины, которые также характерны для молодых деревьев.

3. В лесных культурах формируются стройные полнодревесные деревья с относительно хорошими физико-механическими свойствами древесины. Если вовремя провести рубку ухода в молодняках с достаточно высокой степенью изреживания (35-50%), то можно добиться более

равномерного размещения деревьев в рядах, что позволит увеличить прирост по диаметру и высоте, снизить остроту внутри- и межвидовой конкуренции, а также увеличить продуктивность экспериментальных лесных культур. Также рекомендуется в соответствующих лесорастительных условиях практиковать создание смешанных лесных культур сосны и лиственницы посевом или посадкой, тем самым сохраняя лиственницу как преобладающую древесную породу российских лесов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В Иркутской области Приангарья смешанные светло-хвойные насаждения являются преобладающими в лесном фонде, но в последнее время в связи с интенсивной вырубкой сосны и лиственницы примесь лиственницы в составе смешанных насаждений резко сокращается. Молодняки лиственницы в Приангарье занимают существенно меньшую площадь, чем молодняки сосны обыкновенной.

В молодом возрасте в преобладающих типах леса формируются основные лесоводственно - таксационные показатели смешанных сосново – лиственничных насаждений, в том числе и состав насаждений, состав насаждений в значительной степени зависит от типа леса, типа лесорастительных условий и класса возраста. Наиболее продуктивными являются смешанные насаждения брусничных, бруснично-разнотравных и разнотравных типов леса. В молодняках, как правило, примесь лиственницы не превышает 10% от общего запаса насаждений. До 50% от состава естественных насаждений занимают береза и осина.

Смешанные молодняки в возрасте до 40 лет имеют среднюю продуктивность, которая примерно соответствует 2-3 классу бонитета, к 40 годам запас хвойных насаждений достигает 94-116 м³ на га, при средней полноте насаждений 0,5-0,6. При этом высота к 40 годам у сосны и лиственницы отличается незначительно (средняя высота сосны достигает 10 м, а средняя высота лиственницы 11 м).

Автором установлены основные стадии развития смешанных светло-хвойных древостоев в условиях Приангарья, которые приурочены к классам возраста сосны и лиственницы. Сосново-лиственничное насаждение естественного происхождения проходит 3 основные фазы развития: **лиственничную** (около 10 лет), **лиственнично-сосново-лиственничную** (врастание сосново-лиственничного яруса в лиственный, около 40 лет), **сосново-лиственничную** (распад лиственного полога, около 120-160 лет).

Площади и запасы лиственницы в Иркутской области резко сокращаются, в связи с интенсивной вырубкой лиственницы и слабым естественным возобновлением. Смешанные лесные культуры сосны и лиственницы успешно произрастают, но таких объектов крайне мало, так как промышленно семена лиственницы в Иркутской области заготавливают в малых количествах, в лесных питомниках не выращивают сеянцы лиственницы.

Наилучшими условиями для произрастания сосново-лиственничных насаждений являются бруснично-разнотравный и разнотравный типы леса, при этом к возрасту рубки запас сосново-лиственничных древостоев достигает до 300 м/га даже для III класса бонитета.

Целесообразно сохранение естественных сосново-лиственничных древостоев, и рекомендовано создание сосново-лиственничных культур для увеличения продуктивности и устойчивости искусственных насаждений в условиях Приангарья.

В смешанных сосново-лиственничных насаждениях естественного происхождения с 1 по 12 классы возраста примесь лиственницы незначительная и составляет в среднем 5 – 12% от общего запаса. Однако встречаются некоторые насаждения где в составе лиственница занимает 3-4 единицы состава смешанных насаждений, при этом лидирующее положение занимает сосна. Ее доля в составе составляет 6-7 единиц.

Экспериментальные смешанные лесные культуры сосны и лиственницы общей площадью 214 га, заложенные в Куйтунском лесничестве Иркутской области, свидетельствуют, что сосна и лиственница к возрасту 21 имеют хороший рост и развитие. При этом лиственница имеет большую высоту, чем сосна и может произрастать по I классу бонитета.

Смыкание в рядах высокое, в целом на 1 гектаре полнота составляет 0,77, а это значит, что в рядах полнота составляет более 1,0. В данных лесных культурах требуется проведение рубок ухода, что даст дополнительные возможности для роста и развития лесных культур.

Рекомендуется расширять создание смешанных сосново - лиственничных и лиственнично – сосновых лесных культур как посевом, так и посадкой.

Показатели макроструктуры древесины сосны и лиственницы отличаются друг от друга по средней ширине годичного слоя, проценту поздней древесины. В лесных культурах формируются ровные полндревесные стволы с хорошими физико – механическими свойствами древесины.

Перспективы дальнейшего развития исследования следует видеть в дальнейшем исследовании роста и развития светло-хвойных смешанных насаждений в Иркутской области Приангарья, в разработке и построении математической модели динамики светло-хвойных таежных насаждений с целью повышения их биологической устойчивости и продуктивности. А также улучшения качества ствола и кроны и физико-механических свойств древесины сосны и лиственницы, лесоводственными мероприятиями, в частности оптимизации количества посевных и посадочных мест при создании лесных культур и проведении рубок ухода в молодняках с целью улучшения породного состава и качественной характеристики насаждений сосны и лиственницы.

Список использованных источников

1. Алексеев, А.С., Устойчивое управление лесным хозяйством: научные основы и концепции: Учебное пособие/ А.С.Алексеев, С. Келломяки, А.В Любимов и др.; Под общ. ред. А.В. Селиховкина. СПб-Йоэнсуу: СПбГЛТА, 1998. -222с.
2. Анучин, Н.П. Лесная таксация: учебник для вузов. – 6-е изд / Н.П. Анучин//. – М.: ВНИИЛМ, 2004. – 552 с.
3. Анучин, Н.П. Лесоустройство / Н.П. Анучин - М., 2001. – 238 с.
4. Белов, А.А. Структура годичных колец древесины сосны обыкновенной в зоне аварии на чернобыльской АЭС в связи с густотой древостоев / А.А. Белов// Лесоведение. – 2018. - № 4. – С. 285-291.
5. Белов, А.Н. Динамика сбег радиального прироста дуба в нагорных дубравах Поволжья / А.Н. Белов, А.А. Белов//Лесоведение. – 2007. - № 4. – С. 13-17.
6. Белов, С.В. Лесоводство / С.В. Белов. М.: Лесная пром-сть, 1983, - 352 с.
7. Боровиков, А.М. Справочник по древесине / А.М. Боровиков, Б.Н. Уголев. – М.: Лесная промышленность, 1989. – 296 с.
8. Бузыкин, А.И., Пшеничникова Л. С. Формирование сосново-лиственных молодняков. / А.И. Бузыкин, Л.С. Пшеничникова./ - Новосибирск: Наука, 1980. - 168 с.
9. Бузыкин, А.И. Формирование сосново-лиственных молодняков/ А.И. Бузыкин, Л.С. Пшеничникова. - Новосибирск: Наука, 1980.-174с.
- 10.Бузыкин, А.И., Пшеничникова Л.С. Изреживание и продуктивность разногустотных молодняков лиственницы сибирской// Лесное хозяйство.- 2011.- № 3.- с 33-39
- 11.Вараксин, Г.С., Поляков В.И., Инюшкин С.В. Оценка состояния и роста опытных культур сосны и лиственницы в подзоне южной тайги

- Средней Сибири [Текст] / Г.С. Варакин, В.И. Поляков, С.В. Инюшкин. // Лесохозяйственная информация. - 2002. - № 9 - С. 23-28.
12. Варакин, Г.С., Исаева Л. Н. Качество древесины сосны обыкновенной в культурах Красноярского края // Лесоведение. -1987.- №2- с. 93-94.
13. Варакин, Г.С., Ибе А.А. Оптимальные сроки посадки культур сосны обыкновенной в Иркутской области// Лесная таксация и лесоустройство.-2008.- №1 (39).-с. 153-155
14. Ващук, Л.Н. Динамика лесных пространств Иркутской области. / Л.Н. Ващук, А.З. Швиденко// - Иркутск: ОАО «Иркутская областная типография № 1», 2006.- 392 с.- Библиогр.: С. 320-339
15. Верхунов, П.М. Товарная структура разновозрастных сосняков / П.М. Верхунов. - Новосибирск: Наука, 1980. - 208 с.
16. Виппер, В.Н. Влияние подлеска и травяно-кустарничкового покрова на возобновление лиственничных лесов Центральной Якутии /В.Н. Виппер. – М.: Наука, 1973. - 64 с.
17. Воропанов, П.В. Управление ростом и развитием деревьев. /Воропанов П.В./ М.: – Л., Гослесбумиздат, 1954. - 112 с.
18. Гиряев, М.Д. Лесопользование и лесопользование / М.Д. Гиряев, О.А. Харин // Лесное хозяйство- 2002- №10 – С.13-14.
19. Гунар, И.И. Предисловие к русскому изданию книги А. Леопольда «Рост и развитие растений». / И.И. Гунар/ - М.:, «Мир», 1968. – с. 2.
20. Дитрих, В.И. Строение, динамика роста и особенности инвентаризации лиственничных насаждений Иркутской области: Автореферат дис. на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук. (06.561)/ Ленингр. лесотехн. акад. им. С.М. Кирова. – Ленинград: 1970. – 30 с.
21. Длатовский, А.А. Курс лесовозобновления и лесоразведения [Электронный ресурс] / А.А. Длатовский. – СПб.: Министерство государственных имуществ, 1843. – 6, X, 441 с. – Режим доступа: <http://www.forestforum.ru/history.php> – (дата обращения 16. 09.2013 г.).

- 22.Ефремов, С.П., Седельникова Т.С., Пименов А.В. Морфологические особенности шишек лиственницы сибирской в условиях болотной согры и суходола//Хвойные бореальной зоны.- 2006.-№2.- с.223-227
- 23.Жири́н, В.М. Дистанционные методы оценки состояния лесов: автореф. дис. докт. с.-х. наук. /В.М. Жири́н – Брянск, 1998. – 37 с.
- 24.Ключников, М.В. Лесоводственная характеристика лиственничных лесов на юге Западной Сибири./ М.В. Ключников, Е.Г. Парамонов //Хвойные бореальной зоны.- 2008 - т. XXV, № 1-2, С.51-58.
- 25.Козлова, Т.А. Растения леса/ Т.А. Козлова, В.И. Сивоглазов. – Москва, 2005. – 63 с.
- 26.Комин, Г.Е. Возможная реакция лесообразовательного процесса на грядущие изменения климата/ Г.Е. Комин // Лесоведение. - 1996. - № 5. С. 34-41
- 27.Комиссаров, Н.В. Формирование сосняков из сохраненного подроста/ Н.В. Комиссаров, С.П. Комиссаров, Е.И. Успенский // Лесное хозяйство. – 1989. - № 12. – С. 43-45
- 28.Концепция развития лесного хозяйства Российской Федерации на 2003-2010 годы. Одобрена распоряжением Правительства Российской Федерации от 18 января 2003 г. № 69-р. // www.Forest.ru.
- 29.Кравченко, Г.Л. Закономерности роста сосны / Г.Л. Кравченко, -М.: Лесн. пром-сть, 1972. — 168 с.
- 30.Крылов, Г.В. Лесные ресурсы и лесорастительное районирование Сибири и Дальнего Востока /Г.В. Крылов// – Новосибирск: Со АН СССР, 1962. – 240 с.
- 31.Крылов, Г.В. Лесовозобновительные процессы в лесах таежной зоны Западной Сибири / Г.В. Крылов, Н.К. Таланцев, М.И. Куликов и др. // Возобновление леса / под ред. И.С. Мелехова, А.Р. Родина. - М.: Колос, 1975.-С. 252-272.
- 32.Кузьменко, Е.И., Смолоногов Е.П. Лесные экосистемы средней и южной тайги Западно-Сибирской равнины (структура и

- пространственно-временная динамика). Новосибирск: Издательство СО РАН, 2000. -218 с.
- 33.Куликов, Г.М. Основы лесного хозяйства. Учебное пособие / Г. М. Куликов – Екатеринбург, 1998 – 180 с.
- 34.Куприянов, А.И. Восстановление естественной растительности после пожара/ А.И. Куприянов, Я.Н. Ишутин. //Изв. Алтайского гос.ун-та. - Барнаул, 1999,-С. 123-125.
- 35.Лавриненко, Д. Д. Взаимодействие древесных пород в различных типах леса. /Д.Д. Лавриненко/ - М.: «Лесная промышленность», 1965. - 248 с.
- 36.Лашинский, Н.Н. Структура и динамика сосновых лесов Нижнего Приангарья / Н.Н. Лашинский/ – Новосибирск: Наука, 1981. – 272 с.
- 37.Левин, В.И. Сосняки Европейского Севера (строение, рост и таксация древостоев)/ В.И. Левин. - М.: Лесн. пром-сть, 1966. — 152 с.
- 38.Леопольд, А.К. Рост и развитие растений Перевод с английского под редакцией проф. И.И. Гунара. - М., «Мир», 1968. - 495с.
- 39.Лесная энциклопедия: в 2-х кн. / Гл.ред. Г.И. Воробьев; ред. кол.: Н.П. Анучин, В.Г. Атрохин, В.Н. Виноградов и др. М.: Сов. энциклопедия, 1985, 1986.
- 40.Лесной кодекс Российской Федерации. - М.: Маркетинг, 1997.-66 с.
- 41.Лесотаксационный справочник для южно-таежных лесов Средней Сибири/ С.Л. Шевелев, В.В. Кузьмичев, Н.В. Павлов, А.С. Смольянов. Лесотаксационный справочник/ М.: ВНИИЛМ, 2002. – 166 с.
- 42.Лозовой, А.Д. Рубки непрерывного формирования как основа эффективного функционирования системы «непрерывный лес» в ленточных борах Алтая / А.Д. Лозовой. // Лесной журнал. - 1998. - № 2-3. - с. 18-23.
- 43.Луганский, Н.А. Лесоведение: учебн. пособие / Н.А. Луганский, С.В. Залесов, В.Н. Луганский / Урал. гос. лесотехн. ун-т. Екатеринбург, 2010. 432 с. ISBN 978–5–94984–288–1

44. Луганский, Н.А. Лесоводство/ Н.А. Луганский, С.В. Залесов, В.А. Азаренок. Екатеринбург: УГЛА, 2001, - 320 с.
45. Максимов, Н.А. Биологические основы светокультуры растений. / Н.А. Максимов/ Труды института физиологии растений им. К.А. Тимирязева, кн. X., - М., изд-во АН СССР, 1955. –С.7–15.
46. Мартынюк, А.А. Сосновые экосистемы в условиях аэротехногенного загрязнения, их сохранение и реабилитация/ А. А. Мартынюк. – Москва, 2009.
47. Марцинковский, Л.А. Очистка лесосек в сосновых лесах / Л.А. Марцинковский, В.В. Попов. // Труды технологического института, сб. тр. - Красноярск. - 1960. - XXV.- С. 3-39.
48. Матвеев, П.М., Гордина Н.П. Роль подроста предварительного происхождения и тонкомера в восстановлении сосновых вырубок Енисейского Севера / П.М. Матвеев, Н.П. Гордина. //Эколого-экономические проблемы Красноярского края: регион, межвуз. эколог, конф. - Красноярск, 2000. - С.208-210.
49. Мелехов, И. С. Лесоведение: учебник для вузов /И. С Мелехов. – М.: Лесн. Пром-сть, 1980. - 408 с.
50. Мелехов, И.С. Лесоведение/ И.С. Мелехов. - М., МГУЛ, 2002, - 398 с.
51. Мелехов, И.С. Лесоводство / И.С. Мелехов. - М.: Агропромиздат, 1989.-302 с.
52. Мелехов, И.С. Рубки и возобновление леса на Севере / И.С. Мелехов. - Архангельск: Кн. изд-во, 1960. — 201 с.
53. Методика определения расчетной лесосеки по рубкам главного пользования в лесах Государственного значения/ Утверждена 26. 02. 87. - М.: ЦНТИ, 1987. - 24 с.
54. Моисеев, Н.А. Научные и практические проблемы Русского леса / Н.А. Моисеев. // Лесное хозяйство. - 2000. - № 5. - С. 2-6.
55. Мозолевская, Е. Г. Оценка состояния и устойчивости насаждений / Е.Г. Мозолевская - М.: Технология защиты леса, 1991. – С. 234—237.

- 56.Набатов, Н.М., Лесоводство./ Н.М. Набатов. М.: МГУЛ, 2002, - 192 с.
- 57.Немич, В.Н. Суммы площадей сечений нормальных сосновых древостоев Приангарья /В.Н. Немич// Лесная таксация и лесоустройство. - Красноярск, 1996. - С. 110-114.
- 58.Обоснование принципов и критериев устойчивого лесопользования в бореальных лесах Приангарья. Изучение состояния лесов Приангарья в условиях антропогенной деятельности: отчет о НИР (промежуточ.) 09-У-0701 / - Братск: БрГУ рук. Рунова Е.М, - 2007. - 46 с. - Б. ц.
- 59.Парамонов, Е.Г. Основы лесоведения: Учебное пособие / Е.Г. Парамонов, М.В. Ключников/.- Барнаул: АлтГУ, 2010, - 120с.
- 60.Панаскин, В.Ф. О российских лесах/В.Ф. Панаскин // Лесное хозяйство. -2007. - №3. – 12-13 с.
- 61.Писаренко, А.И. Создание искусственных лесов / А.И. Писаренко. – М.: Агропромиздат, 1990. – 269с.
- 62.Писаренко, А.И. Охрана и защита леса /А.И. Писаренко, В.В. Страхов // Лесное хозяйство России: от пользования – к управлению / А.И. Писаренко, В.В. Страхов. – Москва, 2004. – 159 – 171 с.
- 63.Плаксива, И.В., Судачкова Н.Е., Бузыкин А.И. Влияние густоты посадки на ксилогенез и метаболизм сосны обыкновенной и лиственницы сибирской/ И.В. Плаксива, Н.Е. Судачкова, А.И. Бузыкин//Лесоведение. - 2003. - № 4. - С. 47-53.
- 64.Побединский, А.В. Сосновые леса Средней Сибири и Забайкалья. М.: Наука, 1965. - 268 с.
- 65.Побединский, А.В. Изучение лесовосстановительных процессов. М., Наука, 1966. - 64 с.
- 66.Поликарпов, Н.П. Формирование сосновых молодняков на концентрированных вырубках. - М.: Изд-во АН СССР, 1962. 171 с.
- 67.Поляков, А.Н. Основы лесоводства и лесной таксации /А.Н. Поляков, Н.М. Набатов. - М.: Лесная пром-сть, 1983. –223с.

- 68.Поляков, А.Н. Лесоводство и лесная таксация: Учеб. для лесотехн. техникумов.- М.: Экология, 1992.- 335с.
- 69.Полубояринов, О.И. Плотность древесины/: монография/ О.И. Полубояринов. – М.: Лесная пром-ть, 1976. – 160 с.
- 70.Попов, В.Е. Взаимосвязь густоты и продуктивности насаждений// структурно-функциональные взаимосвязи и продуктивность фитоценозов.- Красноярск: ИЛиД СО РАН АН ССС, 1964.-с.63-71
- 71.Рунова, Е.М. Лесоводственно - таксационная оценка сосново-лиственничных древостоев Иркутской области. / Е.М. Рунова, Д.В. Серков./ Актуальные проблемы лесного комплекса. 2014. № 39. С. 33-35.
- 72.Рунова, Е.М. Особенности влияния некоторых физических свойств почвы на формирование естественного возобновления леса./ Рунова Е.М. Савченкова В.А.// Системы. Методы. Технологии. 2014. № 2 (22). С. 169-174.
- 73.Рунова, Е.М. Современное состояние бореальных лесов Восточной Сибири в аспекте естественного возобновления сосны обыкновенной. / Е.М. Рунова, А.А. Маркатюк, И.И. Гаврилин, И.Б. Ведерников // Системы. Методы. Технологии. – 2013. - №1 (17) – с. 163-169.
- 74.Рунова, Е.М. Факторы устойчивости хвойных бореальных лесов Среднего Приангарья к сукцессионным процессам / Е.М. Рунова, И.Б. Ведерников// Лесной вестник. – 2012. - №1(84) – с. 127-131.
- 75.Рунова, Е.М., Серков Д.В., Гарус И.А.Некоторые особенности роста и развития смешанных сосново-лиственничных насаждений Иркутской области// Успехи современного естествознания. -2018. № 2. С. 49-54.
- 76.Рунова, Е.М., Куникеева А.А. Некоторые особенности роста и развития сосново-лиственничных насаждений Приангарья / Е.М. Рунова, А.А. Куникеева// Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник.- 2009. - № 1

77. Рунова, Е.М. Совершенствование технологии лесосечных работ в условиях Среднего Приангарья: монография / Е. М. Рунова, В.А. Савченкова. - Братск: БрГУ, 2007. - 118 с.
78. Сельчуков, В.И. Основные этапы онтогенеза сосны обыкновенной. В.И. Сельчуков/ Рефераты докладов Всесоюзной межвузовской конференции по морфологии растений. Изд-во Московского университета. М., 1968. С .104-108
79. Сеннов, С.Н. Географические особенности лесоводства: Учебное пособие/ С. Н. Сеннов, Е.Н. Кузнецов/. – М.: Лань", 2016. - 128 стр. Сеннов, С.Н. Лесоведение и лесоводство: учебник / С.Н. Сеннов. - Изд. 3-е, перераб. и доп. - СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2011. - 329 с.
80. Сеннов, С.Н. Лесоведение и лесоводство: Учеб. пособие для вузов / С.Н.Сеннов.- М.: Академия, 2005.- 256с. - (Высшее профессиональное образование).
81. Синицин, С. Г. Рациональное лесопользование / С. Г. Синицин - М., 1987- 76 с.
82. Сирин, А.А. Долговременный мониторинг – основа стратегии устойчивого управления лесами в условиях изменяющейся природной среды. / Сирин А.А., Гульбе А.Я., Маслов А.А.// Всероссийская научная конференция «Научные основы устойчивого управления лесами» - М., 21-23 октября 2014. - С.84 ISBN 978-5-9905012-3-2
83. Соколов, В.А. Основы управления лесами Сибири / В.А. Соколов.// – Красноярск: Изд-во СО РАН, 1997. – 309 с.
84. Сортиментные и товарные таблицы для древостоев Западной и Восточной Сибири / Сибирский технологический институт: Фалалеев Э.Н., Павлов Н.В.; Институт леса и древесины им. В.Н. Сукачева СО АН СССР: Семечкин И.В., Попов В.Е. - Красноярск, 1991. - 146 с.
85. Справочное пособие по таксации и устройству лесов Сибири (под ред. Г. П. Мотовилова). - Красноярск: Красноярское книжн. изд-во, 1966. - 379 с.

- 86.Страхов, В.В. Глобализация лесного хозяйства/В.В. Страхов, А.И. Писаренко, В.А. Борисов. – Москва, 2001. – 396 с.
- 87.Суходолов, А.Л. Лесные ресурсы Сибири и эффективность их использования / А.Л. Суходолов.- Наука в Сибири №23(2309) июнь 2001 г.
- 88.Таблицы и модели хода роста и продуктивности насаждений основных лесообразующих пород северной Евразии (нормативно-справочные материалы). /Швиденко А.З. и др./Издание второе, дополненное. - Москва, 2008.
- 89.Терехова, С.А. Лесовосстановительные процессы в пихтовых лесах Горного Алтая: автореф. дис. на соискание ученой степени канд. с.-х. наук: 06.03.03 / С.А. Терехова. - Красноярск, 1998. - 22 с.
- 90.Тимофеев, В.П. Особенности возрастных изменений и выращивания сосны и березы при совместном произрастании./В.П. Тимофеев /Лесное хозяйство, № 5, 1957. - с.33-47.
- 91.Тихонов, А.С. Ерохин А.В. Влияние главных рубок на смену сосны елью / А.С. Тихонов, А.В. Ерохин. // Лесной журнал. - 1997. - №1-2.- с.81-85.
- 92.Фалалеев, Э.Н. Леса Сибири / Э.Н. Фалалеев. - Красноярск: Изд-во Красноярского Ун-та, 1985. - 136 с.
93. Фарбер, С.К. Формирование древостоев Восточной Сибири: С.К. Фарбер; Отв. ред. М.А. Софронов; Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН. - Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2000. - 432 с.: ISBN 5-7692-0323-4: Б. ц.
- 94.Фарбер, С. К. Лесовосстановление вырубок и влияние на них технологии лесозаготовок / С.К. Фарбер, В.А. Соколов. // Лесн. пром. - 1998. -№3 - С. 19-22.
- 95.Ход роста основных лесообразующих пород Сибири: Учеб. пособие/ Фалалеев Э.Н., Беззаботнов Е.Л. и др./М-во высш. и сред. спец. образования РСФСР Сиб. технол. ин-та. Красноярск:, 1975. – 195 с.

96. Цветков, В.Ф. Проблемы лесоведения и лесоводства: Материалы Третьих Мелеховских чтений, посвящённые 100-летию со дня рождения И.С. Мелехова (Архангельск, 15-16 сентября 2005 г.) /отв. ред. В.Ф. Цветков /. – Архангельск: Архангельский государственный технический университет, 2005. - 188 с.
97. Цветков, П.А. Послепожарное возобновление в северотаежных лиственничниках / П.А. Цветков, Г.М. Цветкова. //Лесное хозяйство. - 1995. - №6. - С.44-47.
98. Цветков, П.А. Основы лесной экологии: Учебное пособие для студентов специальности 26.04.00 всех форм обучения / П.А. Цветков.-Красноярск: СибГТУ, 2000. - 156 с.
99. Чжан, С.А. Современное состояние сосновых лесов Приангарья /С.А. Чжан, О.А. Пузанова., Е.М. Рунова// Успехи современного естествознания. 2013. № 7. С. 52-53.
100. Шарый, М.А. Влияние очистки лесосек на состояние вырубок в Приангарье / М.А. Шарый, В.Н. Хлебодаров, В.И. Левинский. / Сборник трудов СибНИИЛП, вып. 20. -М.: Лесная промышленность, 1971. -С. 136-145.
101. Шевелев, С.Л. Таксация леса: Курс лекций для студентов специальностей 260400, 260100, 380800 всех форм обучения / С.Л. Шевелев, В.В. Кузьмичев.- Красноярск: СибГТУ, 2003. — 248с.
102. Шимашок, А. П. Естественное возобновление на концентрированных вырубках / А.П. Шиманкж. - М.: Изд-во АН СССР, 1955.-355 с.
103. Шишков, И.И. Лесоводство с основами лесных культур: учебное пособие для вузов / И.И. Шишков, М.Л. Брановицкий. - М: Лесная промышленность, 1979. - 270 с.
104. Эйтинген, Г.Р. Лесоводство / Г.Р. Эйтиеген. - М.: Государственное издательство сельскохозяйственной литературы, 1949. - 368 с.

105. Ярошенко, А.Ю. Как вырастить лес: метод. пособ. / А.Ю. Ярошенко. – [Изд. 4, перераб. и доп.]. – М.: Гринпис России: Сибирский экологический центр, 2006. – 48 с.
106. Brenton, M. Barr, Kathleen E. Braden. The disappearing Russian forest. A dilemma in Soviet Resource Management. London 1988.
107. Ilvessalo, Y., Ilvessalo M. The forest Types of Finland in the Light of Natural Development and Yield Capacity of Forest Stands Acta Forestalia Fennica, Vol.144. Helsinki, 1975.
108. Kimmins, J.P. Forest Ecology. N.Y. /J.P. Kimmins// - Macmillan, 1987. – 531 p.
109. Lim, Y.W. Distinguishing homokaryons and heterokaryons in *Phellinus sulphurascens* using pairing tests and ITS polymorphisms / Y.W. Lim, et.al. // Antonie van Leeuwenhoek. – 2008. – P. 99-110.
110. Mälkonen, E., Levula T. Impact of prescribed burning on soil fertility and regeneration of Scots pine.//Fire in ecosystems of boreal Eurasia (J.G. Goldammer, V.V. Furyaev, eds.). Dordrecht-Boston-London: Kluwer Academic Publishers, 1996. - P. 453-464.
111. Norris L.A. An overview and synthesis of knowledge concerning natural and prescribed fire in Pacific Northwest forests // Natural and prescribed fire in Pacific Northwest forests (Walstad, J.D., S.R. Radosevich, D.V. Sandberg, eds.). – Corvallis, Oregon: State University Press , 1990. - P. 7-22.
112. Prodan, M. Holzmesslehre. Frankfurt am Main/ 1965.
113. Proceedings of the Sixth World Forestry congress. Vol. I-III, Madrid, 1966.
114. Runova, Elena M., Garus Ivan A., Serkov Denis V. Growth and formation patterns of pine-larch saplings in conditions of Eastern Siberia. Journal of forest science, 64, 2018 (9): p. 387–393

115. Schiitt, P. Lexikon der Baum- und Straucharten I P. Schiitt, H. J. Schuck, B. Stimm. Hamburg: Nikol Verlagsgesellschaft mbH & Co. KG., 2002, - 581 S.
116. Stocker, G Beitrage zur Strukturanalyse naturlicher und forstlich bestimmter Fichten-Okosysteme im Nationalpark Hochharz I G. Stocker II Beitrage fur Forstwirtschaft und Landschaftsokologie. 1/2002. Band 36. 2002, - S. 6-13.
117. Walstad J.D., S.R. Radosevich, D.V. Sandberg, eds. Natural and prescribed fire in Pacific Northwest forests – Corvallis, Oregon: Oregon State University Press, 1990. - 317 p.
118. Walstad J.D., K.W. Siedel. Use and benefits of prescribed fire in reforestation // Natural and prescribed fire in Pacific Northwest forests (Walstad, J.D., S.R. Radosevich, D.V. Sandberg eds.). – Corvallis, Oregon: Oregon State University Press, 1990. - P. 67-79.
119. Wilson, B. F. Differentiation of cambium derivatives: proposed terminology / B. F. Wilson, T.J. Vodskitski, R. Zabner // Forest Sci. - 1966. - V. 12. - N 4. - S. 438-440.

Продолжение приложения 2

Сводная ведомость пробных площадей, смешанных насаждений с преобладанием сосны в возрасте 5 до 10 лет

№№ п/п	Обследо- ванная площадь, га	Состав насажде- ний	Возраст	Высота, м	Диаметр, см	Класс боните- та	Тип леса	Сомкнутость полога	Тип лесорастительных условий
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	2,3	3С1Л6Б	8	1,5	1,6	-	РТ	-	В2
2	4,9	6С1Л1К2Б	7	1,3	1,9	3	БР	0,7	В2
3	0,4	3С2Л1Е1ПЗБ	8	1,2	1,9	3	БРРТ	0,5	С2
4	1,2	3С2Л4Б1ОС	10	3,0	1,6	3	БРРТ	0,7	В2
5	0,3	2С1Л1Е6Б	10	2,0	2,4	3	БРРТ	0,6	В2
6	0,5	4С1Л5Б	10	4,0	4,0	3	РТ	0,6	В2
7	1,2	4С1Л5Б	10	2,0	1,5	3	РТ	0,6	В2
8	1,5	4С1Л5Б	7	1,2	1,8	3	БРРТ	0,5	В2
9	0,7	4С2Л4Б	7	1,1	1,2	3	РТ	0,6	В3
10	0,4	4С2Л4Б	7	1,1	2,0	3	РТ	0,6	В2
11	0,4	4С1Л5Б	10	2,3	2,8	3	БРРТ	0,6	В2
12	0,6	3С1Л5Б1ОС	10	2,5	2,4	3	БРРТ	0,6	В2
13	1,2	4С2Л4Б	8	1,6	2,4	3	РТ	0,6	С3
14	1,0	5С2Л3Б	8	1,5	1,3	3	БРРТ	0,5	В2
15	0,9	6С2Л2Б	9	2,0	2,0	3	БРРТ	0,5	В2
16	0,5	3С2Л1Е1ПЗБ+ОС	10	2,1	1,9	3	РТ	0,6	В3
17	0,5	4С3Е2П1Л+Б+ОС	10	2,0	2,0	3	ОЛЬХ	0,6	С2
18	0,9	5С1Л3Б1ОС	6	1,2	1,2	3	БРРТ	0,6	С2
19	0,6	6С1Л1Е2Б+ОС	10	2,2	2,5	3	ОЛЬХ	0,6	С2
20	0,4	4С1Л3ОС2Б	9	1,9	1,9	3	РТ	0,5	С2
21	0,5	5С2Л2Е1ОС+Б	10	2,0	2,4	3	БРРТ	0,6	В2

Сводная ведомость пробных площадей, смешанных насаждений с преобладанием сосны в возрасте 11-20 лет

№№ п/п	Обследо ванная площадь, га	Состав насаждений	Возраст	Высота,м	Диаметр, см	Класс бонит ета	Тип леса	Сомкнуто сть полога	Тип лесорастительных условий
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1,8	3С1Л6Б	15	2,1	2,3	3	РТ	0,5	В ₂
2	0,6	6С1Л1К2Б	15	2,0	1,6	3	БР	0,7	В ₂
3	1,4	3С2Л1Е1ПЗБ	15	2,1	1,0	3	БРРТ	0,5	С ₂
4	1,2	3С2Л4Б1ОС	15	2,0	1,4	3	БРРТ	0,7	В ₂
5	0,8	2С1Л1Е6Б	20	2,1	2,3	3	БРРТ	0,6	В ₂
6	1,0	4С1Л5Б	15	4,0	4,2	3	РТ	0,6	В ₂
7	0,6	4С1Л5Б	15	2,3	2,0	3	РТ	0,6	В ₂
8	0,5	4С1Л5Б	12	2,2	1,0	3	БРРТ	0,5	В ₂
9	0,7	4С2Л4Б	20	2,4	2,0	3	РТ	0,6	В ₃
10	0,5	4С2Л4Б	15	3,1	2,2	3	РТ	0,6	В ₂
11	1,3	4С1Л5Б	20	2,3	2,1	3	БРРТ	0,6	В ₂
12	0,9	3С1Л5Б1ОС	12	2,0	2,3	3	БРРТ	0,6	В ₂
13	1,0	4С2Л4Б	14	4,2	4,1	3	РТ	0,6	С ₃
14	0,4	3С2Л1Е1ПЗБ+ОС	13	2,2	1,4	3	РТ	0,6	В ₃

Сводная ведомость пробных площадей, смешанных насаждений с преобладанием сосны в возрасте 21-30 лет

№№ п/п	Обследо ванная площадь, га	Состав насаждений	Возра ст	Высота ,м	Диамет р, см	Класс боните та	Тип леса	Полнота относитель ная	Запас на 1 га м ³ хвойных пород	Тип лесорастительн ых условий
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	0,6	4С1Л4Б1ОС	30	8,9	8,9	3	РТ	0,7	90	В2
2	0,5	4С1Л3Б2ОС	30	9,3	9,8	2	РТ	0,9	110	В2
3	0,5	4С1Л4Б1ОС	30	8,1	6,7	2	РТ	0,8	95	В2
4	0,5	4С1Л4Б1ОС	30	7,4	6,9	4	БР	0,7	70	В2
5	0,5	4С1Л4Б1ОС	30	7,0	6,4	4	БР	0,7	70	В2
6	0,6	5С1Л2Б2ОС	30	7,3	6,8	4	БР	0,9	80	В2
7	0,5	3С1Л1Е5Б+К+ОС	30	7,8	6,5	4	БР	0,7	80	В2
8	0,5	4С1Л4ОС1Б	30	6,6	6,4	3	РТОС	0,6	40	С3
9	0,5	3С2Л4Б1ОС	25	7,0	6,9	3	РТ	0,7	70	С3
10	0,4	2С2Л2К1Е1П2Б	25	4,9	2,8	3	ОЛЬХ	0,6	20	В3
11	0,5	4С1Л4Б1ОС+К+Е+П	25	6,3	6,0	3	ОЛЬХ	0,7	60	С3
12	0,5	5С1Л4Б+К+Е+ОС	25	6,5	6,5	3	БР	0,7	60	В2
13	0,5	6С1Л3Б	25	6,3	6,9	3	БРРТ	0,7	60	В2
14	0,5	4С1Л5Б	25	5,9	4,2	4	БРРТ	0,7	60	В2
15	0,4	3С2Л5Б	25	6,1	6,4	3	РТ	0,6	50	С3
16	0,6	4С1Л5Б+К+Е	30	8,2	8,7	3	РТ	0,6	80	С3
17	0,5	4С1Л5Б+К+Е	25	6,7	6,1	3	ОЛЬХ	0,7	60	В2
18	0,4	4С1Л1Е4Б+К	25	6,1	6,0	3	РТ	0,6	50	В2
19	0,5	4С1Л5Б+Е+К+ОС	30	8,2	8,6	3	РТ	0,6	80	В2
20	0,5	3С1Л1Е4Б1ОС	25	6,3	8,7	3	ОЛЬХ	0,8	70	В3

Продолжение приложения 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
21	0,5	4С1Л5Б+ОС	25	6,1	6,9	3	БРРТ	0,7	60	В2
22	0,5	5С1Л4Б+Е+К	25	6,1	6,4	3	РТ	0,7	60	В2
23	0,4	3С1Е1Л5Б+К+П	25	6,2	6,0	3	РТ	0,6	50	В3
24	0,5	2С2Л1Е4Б1ОС	25	6,2	6,2	3	БРРТ	0,7	60	В2
25	0,4	3С2Л5Б+С+Л+Б	30	8,4	8,3	3	БРРТ	0,5	60	В2
26	0,5	4С1Л5Б+С+Л+Б	30	8,6	8,7	3	БРРТ	0,6	80	В2
27	0,4	4С1Л5Б	25	6,3	6,1	3	РТ	0,5	50	В2
27	0,5	2С1Л2Е3Б2ОС+К+П	30	8,9	10,4	3	БР	0,7	90	В3
29	0,4	2С1Л1Е1П3Б2ОС	30	8,8	10,9	3	РТ	0,7	90	В3
30	0,6	4С2Л4Б	30	6,4	6,3	4	БР	0,7	60	В2
31	0,5	2С2Л2Е4Б+П+К+ОС	30	6,1	6,4	4	РТ	0,6	50	В3
32	0,6	4С1Л5Б	30	8,5	8,1	3	БРРТ	0,7	80	В2
33	0,5	4С1Л5Б+С	30	8,7	8,1	3	РТ	0,7	90	В2
34	0,5	5С3Л2Б	30	8,8	8,5	3	БРРТ	0,7	80	В2
35	0,5	3С1Л1Е5Б	25	6,1	6,4	3	БРРТ	0,7	60	В2
36	0,5	4С1Л5Б	30	8,3	8,3	3	БРРТ	0,7	90	В3
37	0,4	3С1Л6Б	25	6,1	6,2	3	РТ	0,6	50	В2
38	0,6	2С1Л1К6Б+Е	30	6,0	6,0	4	РТ	0,6	50	В2
39	0,5	3С1Л6Б	30	8,2	8,5	3	БРРТ	0,7	90	В2
40	0,6	5С1Л4Б	25	6,0	6,5	3	БРРТ	0,8	70	В2
41	0,5	4С1Л5Б+ОС	25	6,3	6,0	3	БРРТ	0,8	70	В2
42	0,5	4С1Л5Б+ОС	25	6,1	6,1	3	БРРТ	0,8	70	В3
43	0,5	3С2Л1Е4Б	25	6,2	6,3	3	БРРТ	0,6	50	В2
44	0,4	4С1Л3ОС2Б	30	8,6	8,8	3	РТ	0,7	90	В3
45	0,4	2С2Л2Е4Б+К	30	8,4	10,5	3	РТ	0,5	60	В2
46	0,5	3С2Л3Б2ОС	25	6,1	6,1	3	БРРТ	0,6	50	В2

Сводная ведомость пробных площадей, смешанных насаждений с преобладанием сосны в возрасте 31-40 лет

№№ п/п	Обследо ванная площадь, га	Состав насаждений	Возраст, лет	Высота ,м	Диаметр , см	Класс бонитет а	Тип леса	Полнота относитель ная	Запас на 1 га м ³	Тип лесорастительн ых условий
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	0,5	5С1Л3Б1ОС	35	8,9	9,6	4	БР	0,8	100	В2
2	0,4	6С2Л2Б+ОС	35	8,8	8,6	4	БР	0,8	90	В2
3	0,5	5С1Л3Б1ОС	35	10,7	8,8	3	БР	0,8	120	В2
4	0,5	5С1Л4Б	35	9,9	9,8	3	БР	0,7	90	В2
5	0,5	5С1Л4Б	35	9,6	10,8	3	БР	0,7	90	В2
6	0,4	5С1Л4Б+ОС	35	9,5	8,8	3	БР	0,7	90	В2
7	0,5	5С1Л3Б1ОС	40	13,4	12,4	2	РТ	0,7	150	В2
8	0,4	3С1Л6ОС	35	8,6	6,9	4	БР	0,7	80	В2
9	0,5	3С1Л6ОС	35	8,4	6,8	4	БР	0,7	80	В2
10	0,5	4С1Л5Б	35	8,9	6,9	4	БР	0,7	80	В2
11	0,5	3С2Л3Б2ОС	35	9,8	9,6	4	ОЛЬХ	0,8	90	В2
12	0,4	3С1Л4Б2ОС	35	9,8	8,6	4	БР	0,8	90	В2
13	0,5	5С1Л2Б2ОС	35	9,5	7,8	3	РТ	0,8	110	В2
14	0,5	5С1Л2Б2ОС	35	9,9	7,8	3	БР	0,9	120	В2
15	0,5	5С1Л2Б2ОС	35	9,4	8,9	3	РТ	0,9	120	В2
16	0,4	5С1Л2Б2ОС	35	9,3	8,9	3	РТ	0,8	110	В2
17	0,4	4С1Л3Б2ОС	35	9,5	8,8	3	ОЛЬХ	0,9	120	В2
18	0,5	4С1Л5Б	35	9,7	8,4	3	РТ	0,7	90	В2

Сводная ведомость пробных площадей, смешанных насаждений с преобладанием лиственницы в возрасте 11 до 20 лет

№№ п/п	Обследо- ванная площадь, га	Состав насажде- ний	Возраст	Высота, м	Диаметр, см	Класс боните- та	Тип леса	Сомкнутость полога	Тип лесорастительных условий
1	1,2	4Л2Е4Б	20	5,1±0,09	4,7±0,05	3	БР	0,7	В2
1	0,9	4Л1Е5Б	20	5,5±0,08	4,0±0,07	3	БР	0,6	В2
2	0,6	4Л2С4Б	20	5,9±0,05	4,7±0,09	3	БРРТ	0,8	С2
3	2,1	4Л1С1Е4Б	20	5,4±0,06	4,1±0,04	3	ОЛЬХ	0,9	В2
4	1,2	4Л1С1Е4Б	20	5,3±0,09	5,2±0,11	3	РТ	0,8	В2
5	1,5	4Л1С1Е4Б	20	6,0±0,10	4,9±0,08	3	РТ	0,8	В2
6	0,3	4Л1С1Е4Б	20	5,3±0,03	4,6±0,03	3	РТ	0,6	В2
7	0,7	4Л1С1Е4Б	20	5,8±0,06	4,6±0,06	3	БР	0,5	В2
8	0,4	4Л1С1Е4Б	20	5,3±0,04	4,1±0,05	3	БРРТ	0,5	С2
9	0,6	2Л1С1Е1К5Б	20	5,0±0,07	4,4±0,09	3	БР	0,7	В2
10	0,9	4Л2Е4Б	20	5,1±0,09	4,7±0,05	3	БР	0,4	В2
11	1,3	5Л5Б	15	3,3±0,05	2,4±0,03	3	РТ	0,8	В2

Продолжение приложения 7

12	0,5	4Л1К1Е4Б	15	3,2±0,02	2,3±0,02	3	РТ	0,7	В2
13	0,8	4Л2С4Б	15	3,8±0,04	2,6±0,03	3	БРРТ	0,6	В2
14	0,6	5Л2С1Е2Б	15	3,1±0,03	2,1±0,03	3	БРРТ	0,6	В2
ИТО ГО	13,6								

Сводная ведомость пробных площадей, смешанных насаждений с преобладанием лиственницы в возрасте 21-30 лет

№№ п/п	Обле- дован- ная пло- щадь, га	Состав насажде- ний	Воз- раст	Высота,м	Диаметр, см	Класс бони- тета	Тип леса	Полнота относи- тельная	Запас на 1 га м ³ хвойных пород	Тип лесораститель- ный условий
1	1,5	3Л2С1Е4Б	30	8,2±0,11	10,7±0,13	3	БР	0,7	50	В2
2	1,3	3Л2С1Е4Б	30	8,9±0,09	13,1±0,16	3	БРРТ	0,6	50	В2
3	1,0	2Л1С1П1Е1К4Б	30	8,6±0,08	12,6±0,08	3	БРРТ	0,5	60	В2
4	0,9	4Л3С3Б+ОС	30	9,4±0,12	10,7±0,14	3	БР	0,8	70	В2
5	0,6	4Л1С5Б	30	8,4±0,02	8,5±0,07	3	РТ	0,6	80	В2
6	0,6	5Л1С2Б2ОС	30	7,0±0,04	8,9±0,05	3	БР	0,9	80	В2
7	0,5	3Л1С1Е5Б+К+О С	30	8,2±0,06	9,8±0,14	3	БР	0,7	80	В2
8	0,5	6Л1С3Б	25	8,4±0,05	11,7±0,10	3	БРРТ	0,7	60	В2
9	0,5	4Л1С5Б	25	9,3±0,06	12,1±0,07	3	БРРТ	0,7	60	В2
10	0,5	3Л1С1Е4Б1ОС	25	9,4±0,03	10,5±0,09	3	ОЛЬХ	0,8	70	В3
11	0,4	4Л4С2Б	25	8,7±0,04	12,0±0,13	3	РТ	0,5	50	В2
12	0,5	2Л1С2Е3Б2ОС+ К+П	30	8,1±0,03	10,8±0,09	3	БР	0,7	90	В3

Сводная ведомость пробных площадей, смешанных насаждений с преобладанием лиственницы в возрасте 31-40 лет

№№ п/п	Обле дованная площадь, га	Состав насаждений	Возраст, лет	Высота, м	Диаметр, см	Класс бонитета	Тип леса	Полнота относительная	Запас на 1 га м ³	Тип лесорастительный условий
1	1,3	3Л2С1К4Б	40	12,7±0,11	12,9±0,13	3	БР	0,6	80	В2
2	0,9	6Л2С2Б	40	12,9±0,12	13,6±0,12	3	БРРТ	0,5	70	В2
3	0,5	4ЛЗБЗОС+П	40	11,6±0,08	14,1±0,14	3	РТ	0,7	80	В2
4	0,4	4ЛЗБЗОС	40	13,2±0,11	10,8±0,08	3	БР	0,9	100	В2
5	1,5	3Л1С4Б2ОС	40	11,9±0,09	12,5±0,07	3	РТ	0,8	110	В2
6	0,5	3Л2С4Б1ОС	35	10,2±0,08	12,4±0,11	3	БР	0,8	120	В2
7	0,5	5Л1С4Б	35	11,3±0,09	13,0±0,09	3	БР	0,7	90	В2
8	0,5	3Л2С3Б2ОС	35	12,0±0,11	14,2±0,15	3	ОЛЬХ	0,8	90	С3
9	0,4	3Л1С4Б2ОС	35	9,9±0,09	12,9±0,09	3	БР	0,8	90	В2
10	0,5	3Л2С5Б	35	10,9±0,11	13,4±0,11	3	РТ	0,7	90	В2
11	0,4	4ЛЗСЗБ	35	11,9±0,13	14,2±0,12	3	РТ	0,7	100	В2
12	0,4	4Л1СЗБ2ОС+Б+ОС	35	12,1±0,12	12,9±0,07	3	РТ	0,5	90	В2
13	0,5	4ЛЗСЗБ+ОС	40	11,9±0,09	12,6±0,12	3	БРРТ	0,7	120	В2

