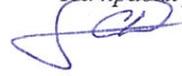


На правах рукописи



Серков Денис Вадимович

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

06.03.02 – Лесоведение, лесоводство, лесоустройство и лесная таксация

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Красноярск -2019

Работа выполнена в ФГБОУ ВО «Братский государственный университет» на кафедре воспроизводства и переработки лесных ресурсов.

Научный доктор сельскохозяйственных наук, профессор
руководитель **Рунова Елена Михайловна**

Официальные **Выводцев Николай Васильевич**
оппоненты: доктор сельскохозяйственных наук, профессор,
заведующий кафедрой лесного и
лесопаркового хозяйства ФГБОУ ВО
«Тихоокеанский государственный Университет»

Зленко Людмила Викторовна,
кандидат сельскохозяйственных
наук, старший научный сотрудник
лаборатории пирологии Филиала
ФБУ ВНИИЛМ "Центр лесной
пирологии" (г. Красноярск).

Ведущая Мытищинский филиал ФГБОУ ВО «Московский
организация: государственный технический университет имени
Н.Э. Баумана (национальный исследовательский
университет)»

Защита диссертации состоится «19_» декабря 2019 года в 15 часов на заседании диссертационного совета Д 212.249.06 при ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева», по адресу: 660049, г. Красноярск, пр. Мира, 82.

Факс 8 (391) 266-03-90

E-mail: nvn@sibstu.kts.ru

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева», на сайте СибГУ им. М.Ф. Решетнева www.sibsau.ru.

Автореферат разослан 18 октября 2019 г.

Учёный секретарь

диссертационного совета,

кандидат с.-х. наук, доцент

Репях Марина Вадимовна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

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. Вашук, 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 2018г.

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 12 статей, в том числе 4 в ведущих рецензируемых журналах ВАК Минобрнауки России, одна в журнале входящих в базу цитирования Scopus, 5 статей входящих 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 118 страниц, 19 таблиц, 56 рисунков, 118 источников литературы.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы диссертационной работы, цели и задачи, определены положения исследования, выносимые на защиту.

В первой главе

Приведен краткий обзор состояния отечественных и некоторых зарубежных авторов по изучению биологических особенностей сосны

обыкновенной и лиственницы сибирской. В смешанных насаждениях лиственницы и сосны до 35-40 лет идет упорная внутри- и межвидовая конкуренция; при этом лиственница незначительно превосходит сосну по высоте и диаметру. Только после 40 лет лиственница за счет сохранившихся деревьев 1-2 классов роста перегоняет сосну и начинает вытеснять ее. В сосново-лиственничных насаждениях лиственница с первых лет обгоняет сосну по высоте и диаметру, задерживает ее рост, оставляя ее во втором ярусе. Проведено распределение 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 субурь. В возрастных группах 11-15 лет; 16 лет и старше преобладает тип С3 – влажная сложная субурь. (рисунки 1.4, 1.5, 1.6, 1.7).

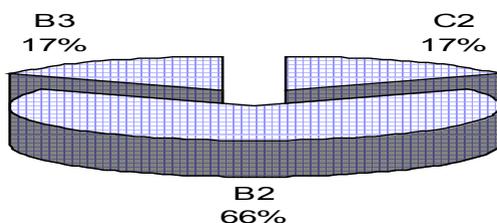


Рисунок 1.– Процентное соотношение типов лесорастительных условий лесных культур в возрасте до 5 лет

На рисунке 1. наглядно представлено, что 66% от общего количества типов лесорастительных условий занимает свежая субурь. По 17% занимают такие типы лесорастительных условий, как влажные субури и свежие сложные субури.

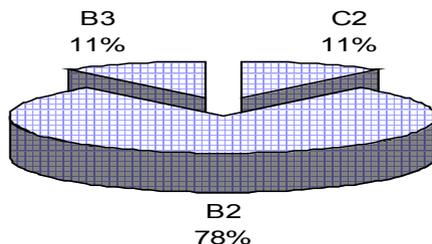


Рисунок 2 – Процентное соотношение типов лесорастительных условий лесных культур в возрасте от 6 до 10 лет

Из рисунка 2 следует, что в лесных культурах (возраст от 6 до 10 лет) преобладает свежая субурь – 78%. Влажная и свежая сложная субурь

составляют по 11% от общего количества типов лесорастительных условий исследуемого объекта.

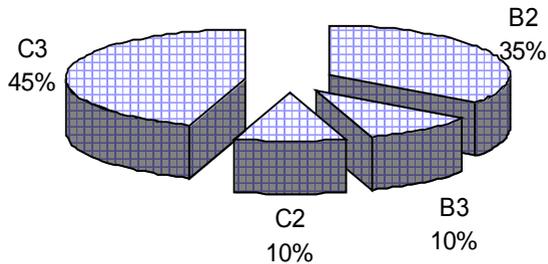


Рисунок 3 – Процентное соотношение типов лесорастительных условий лесных культур в возрасте 16 лет и старше

Из рисунка 3 видно, что 56% от общего количества типов лесорастительных условий занимает влажная сложная субурь. Влажная и свежая субурь составляют по 22% от общего количества.

Во второй главе

Была представлена программа исследований, которая заключалась в сравнительной оценке роста и развития молодняков сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) и лиственницы сибирской (*Larix sibirica* Ldb.) и возможности создания смешанных сосново – лиственничных насаждений 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.

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, в результате чего была создана база данных в компьютерной программе Excel и произведена статистическая обработка основных показателей.

Исследования проводились на постоянных и временных пробных площадях на территории Иркутской области (Братское, Падунское, Куйтунское, Северное лесничество) 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 деревьев, это обеспечило определение среднего диаметра и других таксационных показателей с точностью до $\pm 2-3\%$.

Было заложено 12 постоянных и 45 временных площадей общей площадью 14,25 га.

Проведен анализ таксационного описания на площади 128 га, исследованию подлежали сосновые и лиственничные молодняки в возрасте от 10 до 40 лет, при этом исследовались молодняки естественного и искусственного происхождения.

По таксационному описанию 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.

В опытных лесных культурах сосны и лиственницы 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.

В третьей главе

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.

На рисунке 4 приведена гистограмма, показывающая зависимость среднего запаса в м^3 на гектаре по возрастным группам, а также долю лиственницы в среднем запасе.



Рисунок 4 - Средний запас в м³ на гектаре по возрастным группам, а также доля лиственницы в среднем запасе.

Как видно из рис.4, процент лиственницы в запасе не превышает 10%, что свидетельствует о сокращении доли лиственницы в общем запасе исследуемых насаждений.

На рисунке 5 показана зависимость среднего запаса сосновых насаждений по классам возраста.

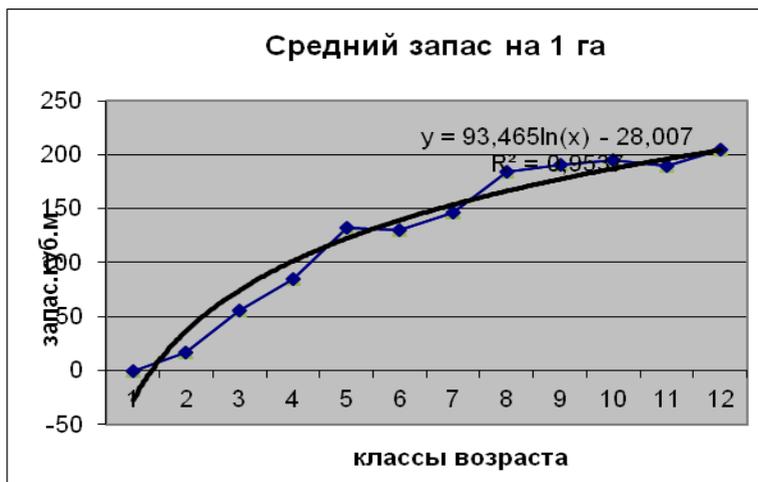


Рисунок 5 - Зависимость среднего запаса сосновых насаждений по классам возраста

Как видно из рисунка 5 с возрастом происходит увеличение среднего запаса до 200 м³ на 1 гектаре. Данный запас не отличается большими значениями и характерен для III – IV класса бонитета, хотя разнотравный тип леса отличается хорошим плодородием почв.

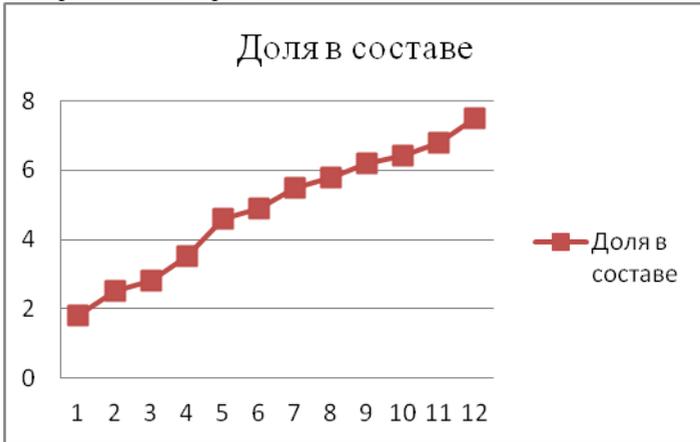


Рисунок 6 - Изменение доли лиственницы (%) в составе по классам возраста

Как видно из рисунка 6 с возрастом увеличивается процентное содержание лиственницы в общем запасе.

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 по диаметру и в высоту подчиняется параболическому закону. 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. 6

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 лиственничный, около 40 лет), сосново-лиственничную (распад лиственничного полога, около 120-160 лет).

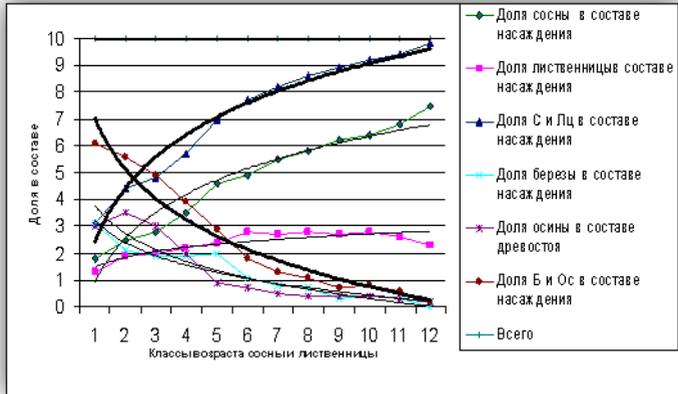


Рисунок 7- Схема формирования сосново-лиственничных насаждений

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 преобладающую роль в основных типах леса.

График зависимости среднего запаса сосны от классов возраста для разных типов леса представлен на рис. 8

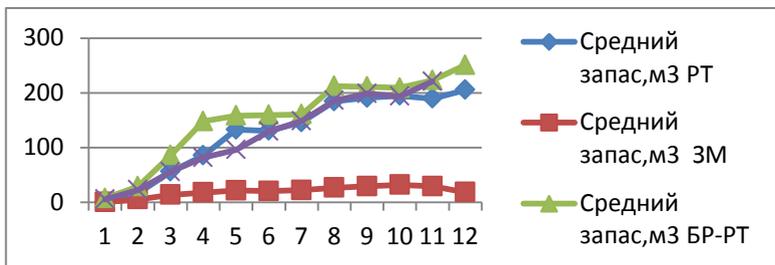


Рисунок 8 - График зависимости среднего запаса сосны от классов возраста для разных типов леса

Как видно из рис.8 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. 9

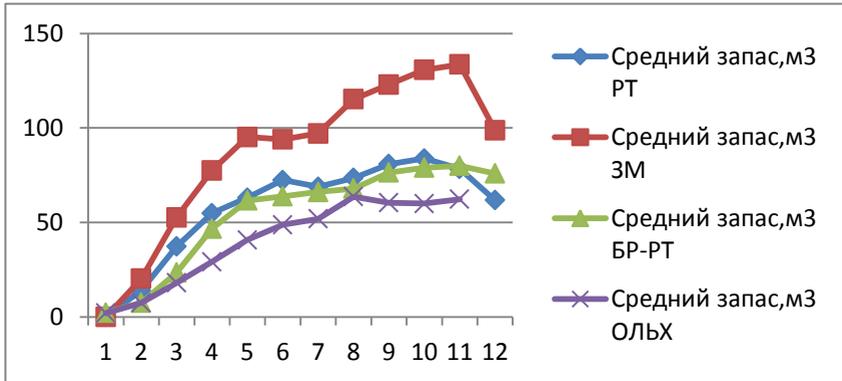


Рисунок 9 - График зависимости запаса лиственницы от класса возраста для разных типов леса

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 10.

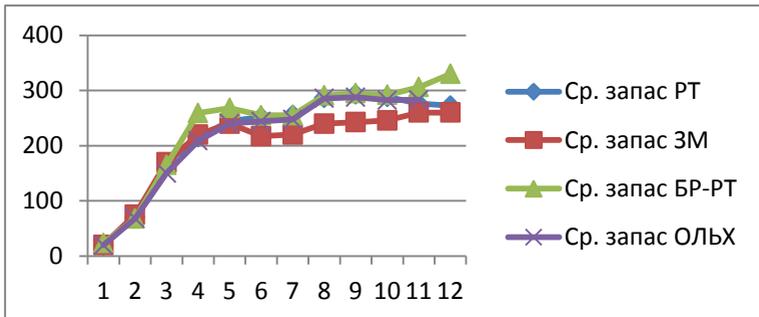


Рисунок 10 - График зависимости среднего запаса от класса возраста для сосново-лиственничного насаждения третьего класса бонитета для разных типов леса.

В четвертой главе

На основании обработки собранных экспериментальных материалов получены следующие результаты. В таблице 1 представлены средние таксационные показатели пробных площадей сосны обыкновенной и лиственницы сибирской в возрасте от 5 до 30 лет.

Таблица 1- Средние таксационные показатели постоянных и временных пробных площадей по сосне обыкновенной.

Возраст насаждений, лет	Высота, м	Диаметр, см	Бонитет, класс	Полнота относительная	Запас на 1 га	Обследуемая площадь, га
Возраст 5 лет	1,03±0,05	0,37±0,01	-	-	-	21,9
Возраст 6 -10 лет	1,55±0,07	1,12±0,05	-	-	-	30,1
Возраст 11 -20 лет	3,75±0,22	3,44±0,17	3,07±0,18	0,69±0,03	31,45±1,88	19,6
Возраст 21 – 30 лет	7,06±0,42	6,56±0,39	3,04±0,15	0,75±0,03	75,57±4,53	29,2
Возраст 31– 40 лет	9,94±0,59	9,51±0,57	3,07±0,16	0,76±0,03	115,92±8,1	25,4
ИТОГО:						126,2

На рисунке 11 представлена динамика средней высоты сосновых молодяков различных возрастных групп.

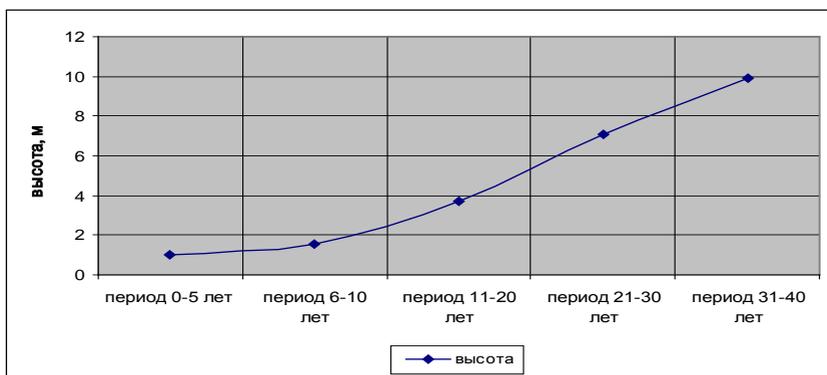


Рисунок 11- Динамика средней высоты сосновых молодяков различных возрастных периодов.

Как видно из рисунка 11 с возрастом высота молодяков 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 12 представлена динамика изменения среднего диаметра ствола сосновых молодняков по возрастным периодам. Из графика на рисунке 11 можно проследить динамику возрастания среднего диаметра до 9,6 см в возрасте 40 лет.

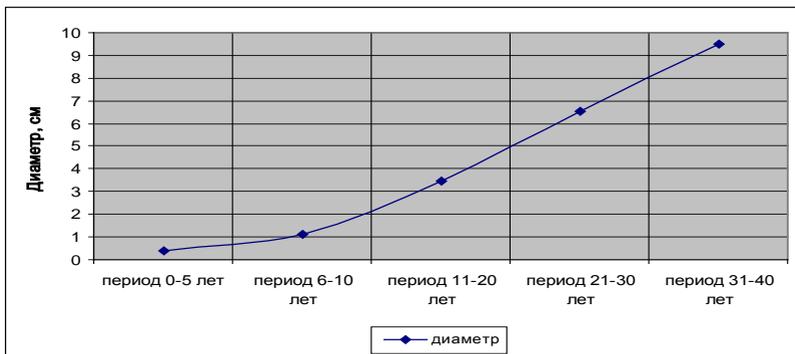


Рисунок 12 - Динамика изменения среднего диаметра ствола сосновых молодняков по возрастным периодам

В таблице 2 представлены обобщенные результаты исследований по лиственничным молоднякам по различным возрастным периодам. Материалы получены на пробных площадях и по обработке таксационных описаний, статистически обработаны и обобщены.

Таблица 1- Средние таксационные показатели постоянных и временных пробных площадей по лиственнице сибирской.

Возраст насаждения, лет	Высота, м	Диаметр, см	Бонитет, класс	Полнота относительная, сомкнутость полога	Запас на 1 га	Обслуживаемая 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 13 показано процентное соотношение типов леса в сосновых и лиственничных молодняках.

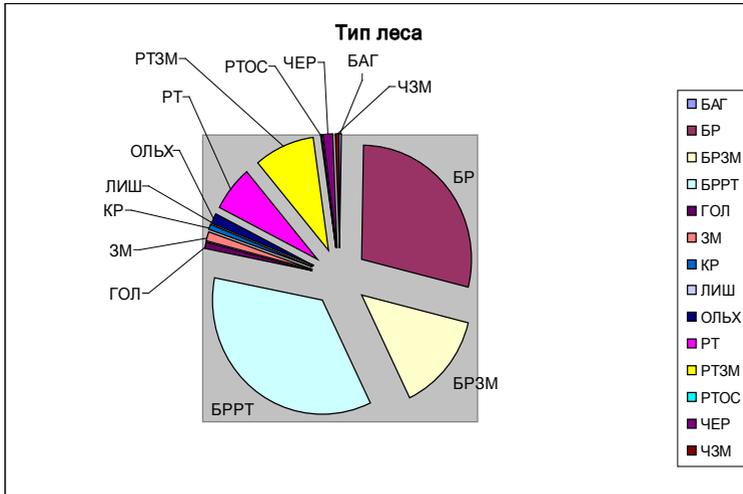


Рисунок 13 - Процентное соотношение типов леса в сосновых и лиственничных молодняках

Как видно из этого рисунка, на пробных площадях 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 лесообразующих пород, он дает более высокий класс бонитета для роста сосново - лиственничных молодняков до II класса.

В пятой главе

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 лентных культур составляет 21 год. При создании лесных культур проводилась частичная предпосевная подготовка почвы плугом ПЛП – 135. расстояние между бороздами 2 метра, ширина вспаханной борозды - 1,35 метра.

Участок имеет тип лесорастительных условий B_2 – свежие супесчаные почвы, тип леса разнотравно-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. 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 3

Таблица 3 - 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
21 год 7ЛЗС	Брусничный/В ₂	10,1±0,3	8,7±0,32	1,5	0,77±0,22	73,6±3,22
лиственница	Брусничный/В ₂	11,3±0,5	9,3±0,41	1	0,56±0,17	51,7±2,11
сосна	Брусничный/В ₂	8,9±0,25	8,1±0,34	3	0,21±0,05	21,9±0,95

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

Таблица 4. - Результаты перечета лиственницы на пробных площадях

D1,3	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	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 1га	2110			11,8275		51,51

Средняя площадь сечения одного дерева составляет 0,0068 м², средний диаметр равен 9,3 см, средняя высота 11,3 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. 14 представлена зависимость высоты от диаметров для лиственницы на пробных площадях.

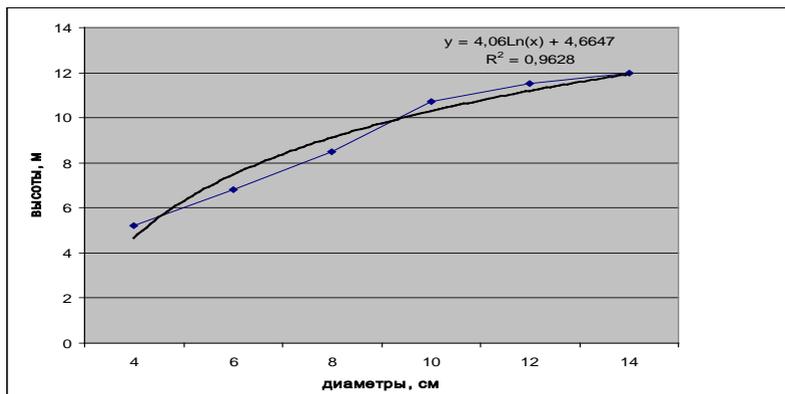


Рисунок 14 - Зависимость высоты культур лиственницы от степени толщины

Как видно из рисунка 15, высота зависит от диаметра ствола деревьев, и максимальная высота достигает 12 метров. В качестве примера на рисунке 15 представлено распределение количества деревьев по ступеням толщины на пробной площади №2.

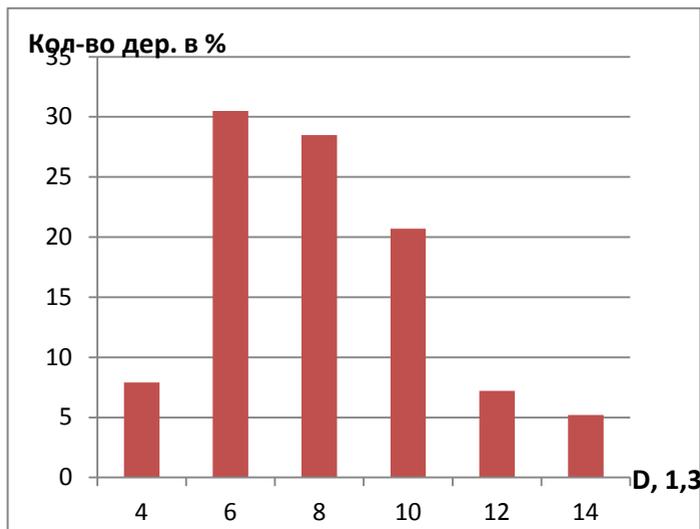


Рисунок 15 - Распределение количества деревьев лиственницы по ступеням толщины

Как видно из рисунка 15, преобладают деревья диаметром 6 – 10 см. Однако следует отметить, что встречаются деревья с диаметром 12 и даже 14 см. Поскольку возраст лесных культур составляет 21 год на момент исследования, в годичных слоях преобладает ранняя древесина от 66 до 80%, поздняя древесина у молодых деревьев занимает 19-34%. В более позднем возрасте процент поздней древесины существенно увеличится. Стволы хорошо очищены от сучьев, прямые, полнодревесные, что в дальнейшем позволит сформировать высокопродуктивный качественный древостой. В работе проведено исследование изменение показателей макроструктуры древесины сосны и лиственницы по пятилетиям. Данные представлены в таблице. 5.

Таблица 5. - Динамика изменения некоторых 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±0,08	0,77±0,08	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±0,92	1,34±0,04	30,48±1,54
11-15	2,97±0,98	1,22±0,11	29,74±2,01	3,09±0,56	1,23±0,05	38,03±2,03
16-20	2,53±0,22	1,21±0,12	32,18±2,13	1,84±0,10	1,23±0,09	38,37±1,96

Как видно из табл. 5 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. Дополнительно произведена оценка качества древесины с использованием прибора Resistograph 4450 модельных деревьев сосны и лиственницы (всего 40 деревьев).

Резистограммы показали хорошее качество ствола без признаков понижения твердости древесины (рисунок 16)

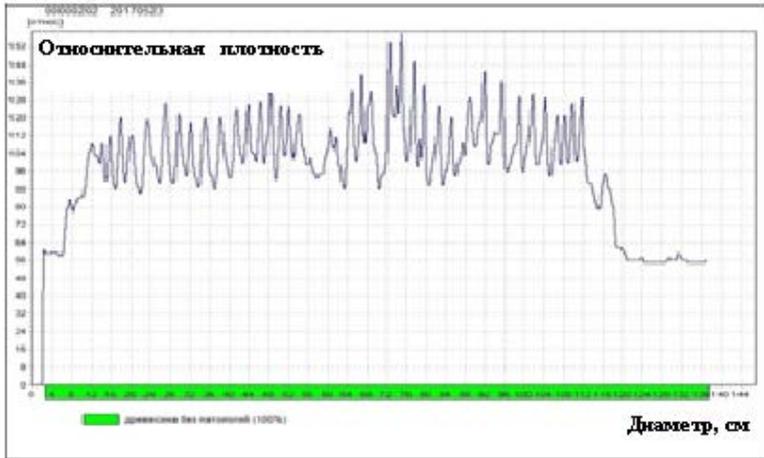


Рисунок 16- Резистограмма лиственницы сибирской. Древесина здорова, без патологий.

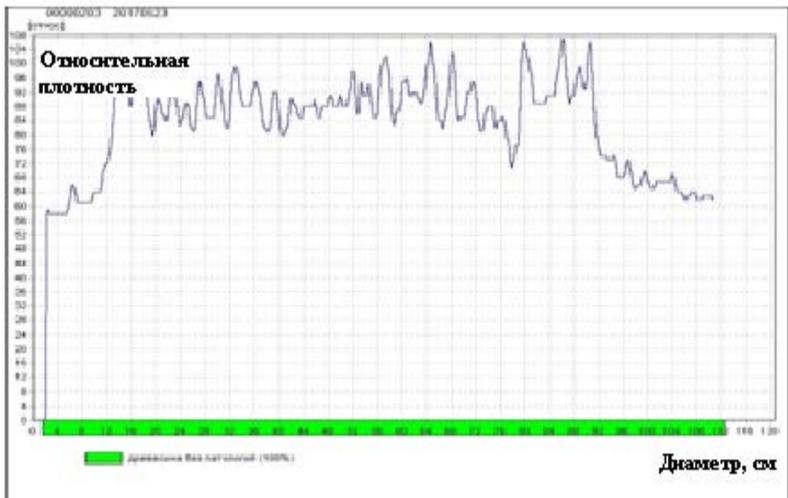


Рисунок 17. - Резистограмма сосны обыкновенной. Древесина здорова, без патологий.

При сравнении резистограмм видно, что древесина лиственницы дает более выраженные отличия в условной плотности ранней и поздней древесины по сравнению с сосной. На основании проведенных исследований можно сделать выводы, что смешанные лесные культуры являются перегушенными в рядах. Обладают достаточно высокой энергией роста, характеризуются высокими таксационными показателями. В насаждениях происходит

интенсивная дифференциация по диаметру и высоте. Показатели макроструктуры древесины сосны и лиственницы отличаются друг от друга по средней ширине годичного слоя, проценту поздней древесины. В лесных культурах формируются ровные полнодревесные стволы с относительно хорошими физико – механическими свойствами древесины. Рекомендуется вовремя провести рубки ухода по низовому методу, с вырубкой отстающих и отставших в росте деревьев в рядах, что позволит увеличить прирост по диаметру и высоте и увеличить продуктивность экспериментальных лесных культур. Также лесохозяйственным организациям 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.

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.

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 светлохвойных древостоев в условиях Приангарья, которые приурочены к классам возраста сосны и лиственницы. Сосново-лиственничное насаждение естественного происхождения проходит 3 основные фазы развития: **лиственную** (около 10 лет), **лиственно-сосново-лиственничную** (вращание 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 I по II 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.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ АВТОРОМ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

В изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки России

1. Рунова Е.М., **Серков Д.В.** Перспективы создания смешанных лиственнично – сосновых культур в Иркутской области. Нива Поволжья, 2017, №4 стр. 126-132 (ВАК, Agris)
2. 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.
3. Рунова Е.М., Гарус И.А. **Серков Д.В.**, Динамика роста смешанных сосново-лиственничных насаждений в условиях Приангарья. Успехи современного естествознания. 2019. № 2. С. 35-40.
4. Д.В. Серков, Е.М. Рунова, И.А. Гарус, Н.П. Плотников Исследование состояния и эффективности лесных культур сосны обыкновенной (*Pinus silvestris* L.) в условиях Братского района Иркутской области. Хвойные бореальной зоны. - 2019.-Т.XXXII, № 3-4.-С.235-241.

В изданиях, входящих в базу Scopus

4. Elena M. Runova, Ivan A. Garus, **Denis V. Serkov** Growth and formation patterns of pine-larch saplings in conditions of Eastern Siberia. Journal of forest science, 64, 2018 (9): p. 387–393

В других изданиях и материалах конференций

5. Рунова Е.М. , **Серков Д.В.** Сравнительный анализ естественного возобновления сосны и лиственницы в условиях Братского лесничества. Естественные и инженерные науки – развитию регионов Сибири: материалы XV (XXXVII) Всероссийской научно-технической конференции. - Братск: Изд-во БрГУ, 2016. – 128 с.
6. Рунова Е.М. **Серков Д.В.** Некоторые особенности формирования древесины в смешанных лесных культурах лиственницы и сосны в Приангарье. Строение, свойства и качество древесины – 2018: Материалы международного симпозиума имени Б.Н. Уголева, посвященного 50-летию Регионального Координационного совета по современным проблемам лесоведения (Красноярск, 10-16 сентября 2018 г.) – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2018, с. 174-177
7. Рунова Е.М., **Серков Д.В.** Лесоводственно-таксационная оценка сосново-лиственничных древостоев Иркутской области. Актуальные проблемы лесного комплекса/ под общей редакцией Е.А. Памфилова. Сборник научных трудов. Выпуск 39. – Брянск: БГИТА, 2014 – 147 с.

8. **Серков Д.В.** Исследование продуктивности смешанных сосново-лиственничных насаждений. «Наука образование ON-LINE» Ноябрь, 2018. URL:<https://docs.google.com/viewerng/viewer?url=https://student.eee-science.ru/wp-content/uploads/2018/11/vologda.docx&hl=ru>

9. Рунова Е.М. **Гарус И.А.** Серков Д.В. Состояние смешанных лесных культур сосны и лиственницы в Иркутской области. XV Международная научно-техническая конференция «Актуальные проблемы развития лесного комплекса», декабрь 2018

10. **Серков Д.В.** Особенности лесных культур сосны в Приангарье Z 40 Zbior raportw naukowych. «Inzynieria I technologia. Problemy, osiagniecia, innowacyjnosc, praktyki, teoria» (29.12.2018-30.12.2018) - Warszawa:Wydawca: Sp.z o.o. «Diamond trading tour», 2018. - 56 str.

11. **Серков Д.В.** Особенности формирования смешанных насаждений Z 40 Zbior raportw naukowych. «Inzynieria I technologia. Problemy, osiagniecia, innowacyjnosc, praktyki, teoria» (29.12.2018-30.12.2018) - Warszawa:Wydawca: Sp.z o.o. «Diamond trading tour», 2018. - 56 str.

Отзывы на автореферат в 2-х экземплярах, заверенные печатью учреждения, просим направлять по адресу: 660049, г. Красноярск, проспект Мира, 82, ученому секретарю диссертационного совета Д 212.249.06.

В отзыве просим указать почтовый адрес организации, телефон и электронную почту лица, представившего отзыв.

Факс: (391) 266-03-90

E-mail:nvn@sibstu.kts.ru