

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего образования

«Сибирский государственный университет науки и технологий

имени академика М.Ф. Решетнева»



На правах рукописи

Усов Сергей Витальевич

ДИНАМИКА И ОСОБЕННОСТИ ТАКСАЦИИ СМЕШАННЫХ
ЛИСТВЕННЫХ ДРЕВОСТОЕВ В КАНСКОЙ ЛЕСОСТЕПИ

4.1.6. Лесоведение, лесоводство, лесные культуры, агролесомелиорация,
озеленение, лесная пирология и таксация

Диссертация на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Научный руководитель:

доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Шевелев С.Л.

Красноярск, 2024

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1 СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА.....	8
2 ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЯ.....	22
2.1.1 Рельеф.....	23
2.1.2 Гидрография.....	24
2.1.3 Климат.....	25
2.1.4 Почвенный покров и растительность.....	26
3 МЕТОДИКА СБОРА ДАННЫХ И ОБЪЕМ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО МАТЕРИАЛА.....	28
4 ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ СМЕШАННЫХ ЛИСТВЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ.....	32
4.1 Объект исследования.....	32
4.2 Возрастная структура.....	34
4.3 Динамика состава древостоев.....	37
4.3.1 Динамика состава древостоев с преобладанием осины.....	37
4.3.2 Динамика состава древостоев с преобладанием березы.....	39
4.3 Полнота смешанных лиственных древостоев.....	42
4.4 Производительность смешанных лиственных древостоев.....	45
4.5 Таблица динамики таксационных показателей смешанных древостоев.....	47
4.5.1 Таблица динамики древостоев с преобладанием осины.....	47
4.5.2 Таблица динамики древостоев с преобладанием березы.....	53
5 ФОРМИРОВАНИЕ СТВОЛОВ ОСИНЫ.....	62
5.1 Особенности роста стволов осины.....	62
5.2 Полнодревесность и форма стволов осины.....	64

5.3 Связь показателей полнодревесности и формы стволов.....	66
5.4 Видовые высоты.....	68
5.5 Видовые диаметры.....	71
5.6 Видовые площади сечения и их применение при определении объемов стволов.....	73
5.7 Влияние коры на форму стволов осины.....	78
6 ФИТОМАССА СТВОЛОВ И ОСОБЕННОСТИ ДЕПОНИРОВАНИЯ УГЛЕРОДА.....	84
6.1 Особенности депонирования углерода.....	87
ЗАКЛЮЧЕНИЕ И ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ.....	95
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	97
Приложение А - Аппроксимация уравнений и полученные графики динамики основных таксационных показателей, главного и сопутствующего элементов леса в осиново-березовых древостоях.....	118
Приложение Б - Аппроксимация уравнений и полученные графики динамики основных таксационных показателей, главного и сопутствующего элементов леса в березово-осиновых древостоях	128
Приложение В - Объемные таблицы стволов осины в коре и без коры.....	138
Приложение Г - Масса стволов и коры осины.....	156

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. В островных лесостепях Средней Сибири лиственные древостои, представлены чистыми и смешанными осинниками и березняками с участием сосны и лиственницы. Они являются преобладающими древесными растительными сообществами, рост, развитие и формирование которых обусловлены возрастающими антропогенными и техногенными воздействиями. Организация хозяйства в них требует четкого представления об особенностях динамики, характера возрастной структуры и качественного состояния. Безусловно, эти леса выполняют, прежде всего, экологические функции (водорегулирующие, почвозащитные и т.п.), однако это не снижает их ценность как источника древесной продукции, в том числе и экспортной.

Формирование и динамика отдельных элементов леса в составе смешанных древостоев подчинены несколько иным закономерностям, по сравнению с закономерностями формирования чистых древостоев. В более сложных лесных формациях, которыми являются смешанные древостои, на процессы роста и развития оказывают влияние межвидовая конкуренция, генетические особенности отдельных пород, степень устойчивости к воздействию природных и антропогенных факторов и т.д.

В конечном итоге ведение хозяйства в смешанных древостоях требует применения специфических приемов оценки и адаптированных таксационных нормативов, отражающих их особенности.

Все это обеспечит не только повышение точности оценки этих сложных лесных объектов, но и позволит разрабатывать более рациональные формы ведения хозяйства, дающие возможность увеличения выхода лесной продукции и стабилизирующие экологическую устойчивость территорий, обеспечивающих сохранение природного биологического разнообразия.

Степень разработанности темы исследования. Несмотря на то, что имеется достаточно обширный ряд исследований, посвященных изучению

древостоев островных лесостепей (Антипова, 2012; Спицина, 2014; Ефремова, 2018; и др.), вопросам исследования роста, развития и формирования смешанных древостоев, включающих в состав основные лесобразующие породы региона, не было уделено достаточного внимания.

Смешанные древостои являлись объектом изучения в других регионах России. Поэтому для достижения цели настоящей работы и решения ряда поставленных задач использованы положения, которые были изложены в работах К.К. Высоцкого (1962), И.С. Мелехова (1985), И.И. Гусева, С.В. Третьякова (1992), О.А. Неволина (1991, 2001), Г.В. Брылевой (2007), Г.А. Чибисова (2010), С.В. Третьякова (2011) и др.

Однако, следует признать, что большая часть этих исследований была посвящена хвойным древостоям. Ограничен ряд сведений о таксационных особенностях формирования древостоев с участием осины (Данилин, 1966) в зоне островных лесостепей, отсутствует ряд лесотаксационных нормативов.

Цель и задачи исследования. Данная работа была ориентирована на изучение особенностей формирования смешанных лиственных древостоев Канской лесостепи, выявление особенностей формирования стволов, определение характера взаимосвязей между таксационными показателями, генерирование таксационных нормативов для района исследования.

В процессе ее достижения решались следующие задачи:

- установление особенностей динамики таксационных показателей смешанных лиственных древостоев, отражающих структурную организацию биогеоценозов;
- изучение зависимостей между таксационными показателями в смешанных древостоях, опосредованных особенностями межвидовых отношений;
- исследование особенностей изменений показателей формы стволов осины в смешанных древостоях;
- получение данных, которые могут быть использованы при оценке и менеджменте углерододепонирующих функций лесных экосистем;
- построение математических моделей и региональных нормативов.

Научная новизна. Впервые для зоны Канской лесостепи:

- установлены особенности динамики таксационных показателей в смешанных лиственных древостоях;
- на основе исследования показателей формы стволов в регионе исследования разработаны объемные таблицы, таблицы массы древесных стволов и накопления углерода из стволовой фитомассы.

Теоретическая и практическая значимость работы. Исследование имеет теоретическую значимость, так как в результате его выполнения удалось сформировать положения и получить выводы, позволяющие применять более рациональные приемы ведения лесного хозяйства в зоне островных лесостепей.

Практическая значимость обусловлена разработкой таксационных нормативов, повышающих точность таксации смешанных лиственных древостоев.

Методология и методы исследования. В основу работы положены методологические приемы отечественных и зарубежных исследователей, позволяющие изучить структурные особенности смешанных лиственных древостоев, установить закономерность в формировании стволов.

Методика сбора полевых данных основана на методе пробных площадей. Обработка материалов данных велась с использованием пакетов программ Excel, Curve Expert 1.4, SPSS.

Основные положения, выносимые на защиту:

- особенности динамики смешанных лиственных древостоев в зоне островных лесостепей;
- особенности формирования стволов осины в смешанных лиственных древостоях;
- региональные таксационные нормативы и математические модели, позволяющие повысить точность таксации древостоев.

Степень достоверности и апробации результатов. Уровень достоверности полученных результатов в рамках данного исследования в валидность выводов усилены убедительным объемом собранных полевых данных, которые были обработаны актуальными современными методами обработки.

Результаты проведенных исследований доложены автором и получили одобрение на следующих конференциях:

- Всероссийской научно-практической конференции «Лесной и химический комплексы – проблемы и решения», г. Красноярск, 18-19 сентября 2020 г.;

- Всероссийской научно-практической конференции «Лесной и химический комплексы – проблемы и решения», секция – Мониторинг и оценка лесных ресурсов, г. Красноярск, 29 октября 2021 г.;

- Всероссийской научно-практической конференции «Лесной и химический комплексы – проблемы и решения», секция – Мониторинг и оценка лесных ресурсов, г. Красноярск, 21 октября 2022 г.;

- IX Всероссийской научно-технической конференции «Леса России»: политика, промышленность, наука, образование», г. Санкт-Петербург, 22-24 мая 2024 г.

Личный вклад. Автор лично участвовал в сборе экспериментальных данных, проводил последующую обработку и анализ. Автором была выполнена статистическая обработка, построены математические модели, написан текст диссертации. Все выводы и заключения, изложенные в работе, были определены автором самостоятельно.

Объем и структура работы. Диссертация изложена на 180 страницах, состоит из введения, 6 разделов, заключения и библиографического списка. Текст диссертации включает 41 таблиц, 30 рисунков, 4 приложения. Библиографический список включает в себя 208 источников, среди которых 16 на иностранных языках.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 9 статей, в том числе 4 в изданиях, рекомендованных ВАК Министерства науки и высшего образования РФ; 1 в базе цитирования Web of Science.

1 СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА

В островных лесостепях Средней Сибири лиственные древостои, представлены чистыми и смешанными осинниками и березняками с участием сосны, пихты и лиственницы. Они являются преобладающими древесными растительными сообществами, рост, развитие и формирование которых обусловлены возрастающими антропогенными и техногенными воздействиями.

Следует подчеркнуть, что исследования растительного покрова островных лесостепей Средней Сибири проводятся на протяжении значительного времени. Д.Г. Мессершмидтом (1713), И.Г. Гмелиным (1751), П.С. Палассом (1768, 1782), были сделаны первоначальные исследования в этой области. Следующим этапом в исследованиях растительного покрова вышеуказанных лесостепей, явились работы В.В. Ревердатто (1931), Л.М. Черепнина (1956), Е.М. Антиповой (2003, 2008, 2012).

По данным Е.М. Антиповой (2003), в районе исследования лесная растительность представлена двумя классами (лиственные и хвойные леса), тремя группами (мелколиственные, светлохвойные и темнохвойные) и шестью формациями, преобладающими из которых являются березовые (*Betula pendula Roth.*), осиновые (*Populus tremula L.*) и смешанными, состоящими из этих же пород насаждениями. Эти породы встречаются на склонах сопок и на сельскохозяйственных землях в форме колок, а главное они образуют целые массивы. Сосновые (*Pinus sylvestris L.*) и лиственничные леса (*Larix sibirica L.*) располагаются преимущественно на границах островных лесостепей и в значительной степени расстроены (Шевелев, Усов, Романова, 2024).

В свою очередь, по результатам работы Е.М. Антиповой (2003, 2008), степи в данном районе исследований образуют 3 класса формаций (луговые, настоящие, опустыненные), 7 групп (разнотравно-злаковые и кустарниковые луговые, крупнодерновинные, солонцеватые, крупнодерновинно-корневищные, мелкодерновинные, каменистые, кустарничково-злаковые, опустыненные) и 22 формации. Степи распространены ограниченно, сохранившись небольшими

фрагментами по достаточно крутым южным и юго-восточным склонам и вершинам водоразделов, если последние непригодны для сельскохозяйственной обработки.

По результатам работы по проведению инвентаризации флоры района исследования Е.М. Антиповой (2008) были собраны сведения о 1566 видах. Распределение числа видов по отдельным островам лесостепей чрезвычайно неравномерно: 88% флоры включает Красноярская лесостепь, наиболее бедная – Ачинская (53,1%), Канская лесостепь (79,1%) по видовому богатству приближается к Красноярской.

По разным источникам отмечено 385 видов, нуждающихся в охране растений на территории лесостепей, что составляет около трети всей ее флоры (27,9%), включенных в Красную книгу Красноярского края (2005) – 76, что составляет 37,4% от всех красно-книжных видов края, 5,5% от общего числа видов лесостепей (Антипова, 2003, 2008).

Основной структурной единицей в настоящем исследовании явился лесной массив. Лесной массив состоит из многих древостоев - таксационных выделов.

Лесные массивы, как объект изучения, привлекли внимание исследователей уже достаточно давно, но их показатели рассмотрены далеко не полностью.

В настоящей работе под термином «лесной массив» понимается сложная биологическая система, отдельные компоненты которой взаимообусловлены и их внутренняя динамика подчинена определенным закономерностям (Красиков, Шевелев, 2009).

В то же время он является минимальной по объему хозяйственной единицей, в масштабах которой возможна организация устойчивого лесного хозяйства на принципах постоянства пользования. Поэтому закономерности структуры лесных массивов, особенности изменчивости таксационных характеристик слагающих их древостоев имеют как теоретическое, так и практическое значение.

Границы лесных массивов могут быть естественными — водоёмы, элементы рельефа, участки других типов растительности, или возникшими в

результате человеческой деятельности — сельскохозяйственными угодьями, населёнными пунктами и др. Край леса шириной до 150 м — это опушка леса, остальное — внутренняя часть. Внутри лесного массива могут встречаться участки, не покрытые лесом: сплошные лесосеки, прогалины, поляны, пустыри, усадьбы, а также небольшие водоёмы и сельскохозяйственные угодья. Лесной массив может иметь древостой разного происхождения, состава, строения, возраста, полноты и продуктивности (Мелехов, 1985).

Лесной массив может занимать территорию от нескольких сотен до нескольких тысяч гектаров. Размеры лесных массивов лесостепной зоны обычно относительно небольшие, однако среди них есть одни из крупнейших, например, Бузулукский бор (общая площадь более 110 тыс. га, расположен в Самарской и Оренбургской областях), Борисоглебский лесной массив (площадь около 60 тыс. га, Воронежская область), Шипов лес (площадь около 40 тыс. га, Воронежская область) (Анучин, 1985). Проведенные исследования сопряжены с анализом структуры (строения) лесных массивов.

Структура (лат. *Struktura* «строение») – неотъемлемый атрибут систем, отражающий все их индивидуальные качества, позволяющий идентифицировать и классифицировать объекты, характеризующий степень упорядоченности элементов в системе и определяющий их внутренние и внешние связи, а, следовательно, и закономерности функционирования (Веденов, 1966).

Преобразование или разрушение структуры ведет к существенной перестройке или гибели системы – пока сохраняется структура, сохраняется и система в целом. Структурность – всеобщее фундаментальное свойство материи (Овчинников, 1966; Свидерский, 1962). Познание структуры – есть способ познания системы (Фролов, 1981).

Взаимообусловленность отдельных частей любой системы позволяет выявить закономерности, обеспечивающие не только понимание особенностей её формирования, но и позволяет разрабатывать методы оценки отдельных элементов, а также системы в целом, и осуществлять прогноз её динамики.

Отдельные закономерности структуры лесных массивов в различных природно-исторических условиях рассмотрены в трудах Н. Grossman (1959, 1963), А.С. Матвеева-Мотина (1958, 1960, 1962), С.В. Белова (1962), А.Н. Федосимова (1967, 1971), П.М. Верхунова (1968, 1979), Н.М. Глазова (1976), А.Г. Мошкалева (1982), Р.А. Зиганшина (1986, 1993), В.А. Соколова (2006), Л.Н. Ващука (2006), С.Л. Шевелева (2008, 2016, 2017) и др.

Во многих из них говорится о наличии математического единства в строении ненарушенных массивов леса, однородных относительно средних значений таксационных признаков древесных пород.

Изучению развития, закономерностей роста, сортиментной и товарной структуры лиственных лесов, стало темой для работ у многих ученых.

Первые масштабные исследования по сбегу и по объемам стволов лиственных пород для лесов Европейской части России, были проведены в начале XX века лесничим А.А. Крюденером в 1913 году.

Особенностями этих нормативов являлось то, что А.А. Крюденер (1913) различал для осины и березы три формы деревьев – I, IIa, IIб.

Форма I характеризуется кроной, занимающей не более $1/3$ длины ствола; форма IIa характеризуется кроной, занимающей $1/2$ длины ствола; форма IIб характеризуется кроной спускающейся ниже половины ствола.

Деревья осины формы I далее делились на деревья, выросшие в чистых насаждениях и деревья, выросшие в смешанных насаждениях.

Для деревьев чистых насаждений было установлено видовое число (f) равное 0,530, для деревьев смешанных насаждений 0,501. Соответственно вторые коэффициенты формы (q_2) были исчислены как 0,724 и 0,695.

Для березы А.А. Крюндер (1913) не выполнял деления деревьев в зависимости от состава древостоев, а применял деление для всех форм на области произрастания – северную и южную. Для деревьев первой группы северных областей России был использован второй коэффициент формы (q_2) равный 0,690 для южных областей 0,665.

В целом при построении нормативов были использованы средние коэффициенты формы в пределах от 0,600 до 0,690.

Построенные А.А. Крюндером (1913) таблицы, отличались высокой точностью, но были трудно применимы в силу своей громоздкости и сложности.

Одним из ключевых шагов в изучении различных закономерностей, касающихся изменения формы стволов деревьев, стала разработка Массовых таблиц Союзлеспрома в 1931 году.

Научные исследования по выявлению особенностей формирования стволов осины и березы были выполнены А.В. Тюриным в 1931 году. Управление лесами РСФСР в 1929 г. для этих целей, через лесоустроительные партии собрало в нескольких губерниях Центральной России и областях, данные по обмерам древесных стволов.

Для построения нормативов для осины были использованы 496 модельных деревьев. Модели осины были представлены насаждениями от V до IX классов возраста и от I до IV бонитета. Модели осины были отобраны в основном в смешанных насаждениях.

В результате было установлено, что среднее значение второго коэффициента формы (q_2) равно 0,695, при нормальном распределении признака.

Для березы на основе данных 998 модельных деревьев был установлен средний коэффициент формы (q_2) равный 0,664.

Эти усредненные показатели были использованы А.В. Тюриным (1931) при построении объемных таблиц, которые и вошли в сборник таксационных таблиц, получивших название «Массовые таблицы для сосны, ели, дуба, березы и осины по классам бонитета».

Следующие исследования смешанных лиственных древостоев охватывают значительные по площади регионы. В результате исследования структуры березовых насаждений Западной Сибири, проведенного Л.М. Морозовым (1978) были составлены объемные таблицы по разрядам высот.

Э.К. Соколов, Г.К. Субочев в 1980 году при составлении сортиментно-сортных, товарных и объемных таблиц, пришли к выводу, о том, что в березняках

Сибири, расположенных в Красноярском крае можно выделить пять разрядов высот. Диаметры и высоты, а именно их связь по разрядам высот описываются с применением уравнений параболы как второго, так и третьего порядка.

В.Л. Черных, А.Г. Мошкалев и Ю.И. Агапитов (1982) разработали сортиментные и товарные таблицы для березовых насаждений Мурманской области. В.Ф. Коновалов и А.С. Магафуров (2003) разработали сортиментные и товарные таблицы для березовых древостоев, расположенных в равнинных лесах Башкирского Предуралья. А.Ф. Гуров (1965), проводя исследование березовых древостоев в Костромской области, выявил, что полнодревесность березовых стволов изменяется в довольно узком диапазоне в зависимости от возраста дерева.

Для Западной и Восточной Сибири Э.Н. Фалалеевым (1974), Л.М. Морозовым (1978), Э.К. Соколовым и др. (1979), а также В.Е. Поповым и В.И. Поляковым (2005) были составлены объемные, сортиментные и товарные таблицы для таксации древостоев березы. Объемные таблицы по разрядам высот, которые предназначены для определения объемов стволов березы и запасов в чистых производных березовых лесах, расположенных в Архангельской области, разработал С.А. Демиденко (2011). В.И. Галиновский в 1938 году разработал таблицы хода роста для березовых насаждений с однотипными условиями произрастания, характерными для Западно-Сибирской низменности. Аналогичные таблицы были разработаны А.Н. Бобко в 1969 году для Курганской области.

Ф.В. Кишенков (1964) впервые выявил, что «...в березово-еловых древостоях кисличной серии типов леса максимальный фактический общий текущий прирост превышает в 1,5-2 раза таковой для чистых березовых и еловых насаждений».

В справочнике, редакторами которого в 1967 году явились В.В. Козловский, В.М. Павлов, представлены таблицы хода роста для нормальных березовых насаждений Среднего Урала, подготовленные Д.А. Миловановичем в 1928 году. Помимо этого, В.Д. Волков в 1968 году были сформированы таблицы вычисления текущего прироста для насаждений, состоящих из березовых насаждений I класса

бонитета, который был выражен в кубических метрах на одном гектаре в коре, а также в процентном соотношении. Исследования были проведены в центральной части Европейской части СССР. Список работ по изучению роста и продуктивности естественных березовых насаждений в лесостепях, на основании которых были разработаны соответствующие таблицы хода роста, опубликованные В.К. Поповым (1975).

В 1975 году Э.Н. Фалалеев разработал таблицы хода роста для определенных лесорастительных зон Сибири, в основном сосредоточившись на типичных березовых насаждениях. Большая часть таких таблиц была построена на бонитетной основе. В.В. Кузьмичев и Л.М. Морозов в 1977 году разработали ряды распределения деревьев по ступеням толщины в березовых древостоях Обь-Иртышского междуречья, основываясь на среднем диаметре древостоев.

Исследования, посвященные биологической продуктивности березовых лесов, представлены в работах Г. В. Андреева (2016) и В. А. Усольцева (2016).

Если березовые древостои региона достаточно изучены (Попов, 1975; Спицина, 1996, 2014; Ефремова, 2018), то вопросам методов оценки древостоев осины, а также их экологической роли в этой зоне не было уделено достаточного внимания.

Исследованию осиновых древостоев посвящены работы М.А. Данилина (1966), В.С. Чернявского (1999), В.Н. Фокина (2002), В.В. Корнилиной (2013) и др.

В крупном исследовании, проведенном В.С. Чернявским (1999) рассмотрены географические аспекты закономерностей роста и таксации осиновых древостоев.

Работы В.И. Чернова (2014) посвящены формированию хозяйственно ценных насаждений из осины в лесах республики Татарстан.

М.А. Данилиным (1966) проведены основные исследования по лесоводственным и таксационным аспектам, характеризующим осиновые древостои Средней Сибири. Им рассмотрены различные аспекты строения и роста древостоев осины в Сибири. Большое внимание автором уделено вопросам

составления различных таксационных нормативов – таблиц хода роста, объемных, сортиментных и товарных. Эти таблицы широко используются в практике лесопромышленного комплекса Сибири и входят во многие лесотаксационные справочники.

Формирование стволов осины обыкновенной подвержено влиянию различных природных факторов, включающих как особенности условий местопроизрастания древостоев, так и биологические особенности вида.

Так, М.А. Данилиным (1966) выделяется две формы осины – серокорая и зеленокорая и указывается на наличие различий в таксационных характеристиках и ходе роста древостоев, состоящих из деревьев, принадлежащих к той или другой форме. Однако в работах других исследователей в области таксации - это направление развития не получило.

Формирование чистых и смешанных древостоев обусловлено рядом природных факторов, включающих климат, почву, рельеф, гидрографию и т.д.

Древесная порода может формировать чистые древостои только тогда, когда она по своим эколого-биологическим свойствам соответствует определенным условиям произрастания, при чем должна соответствовать в большей степени, чем другой лесообразователь, способный создать ей конкуренцию.

Победа в межвидовой борьбе за жизненное пространство, а также внутривидовая конкуренция за свет и минеральные вещества позволяют формировать чистые древостои, состоящие из наиболее сильных экземпляров, хорошо адаптировавшихся на данном жизненном пространстве.

Возникновение и формирование смешанного древостоя обуславливается не только способностью отдельных пород существовать и развиваться в конкретных лесорастительных условиях, но и биологической совместимостью этих видов. Очень часто смешанные древостои формируются в оптимальных лесорастительных условиях, на плодородных почвах.

Закономерностям формирования смешанных древостоев посвящен относительно небольшой ряд исследований, посвященных в основном хвойным древостоям. Это можно объяснить тем, что смешанные древостои являются

достаточно сложным объектом для изучения, и процессы, идущие в них не всегда однозначны и требуют более глубокого осмысления и интерпретации.

Одной из значимых работ этого направления является монография К.К. Высоцкого «Закономерности строения смешанных древостоев» (1962). Отмечая важность метода оценки смешанных лиственных древостоев в Центральной части России, автор доказал возможность использования «массового лесоустроительного материала для выявления общих закономерностей расселения лесообразующих пород». Для установления закономерностей в строении смешанных древостоев были использованы редуцированные числа, при этом древостой элемента леса рассматривались как самостоятельные, но составляющие часть смешанного древостоя. По мнению автора, смешанный древостой – биологическая совокупность древостоев элементов леса.

Рассматривая межвидовые взаимоотношения пород в смешанном древостое К.К. Высоцкий (1962) разработал и предложил показатель «напряженность роста древесных пород», нашедший достаточно широкое использование в различных направлениях лесного дела и экологии, в том числе он применял при оценке интенсивности роста древесных пород и в настоящей работе.

Установленная динамика элементов леса позволила разработать и предложить метод определения достоверности различий по показателям их роста и развития.

Исследования А.В. Тюрина (1930, 1931) посвящены установлению особенностей динамики формирования и продуктивности смешанных сосновых древостоев средней подзоны тайги европейского севера России.

В работе на ряду с особенностями формирования смешанных древостоев рассмотрены вопросы оценки текущего прироста древесины стволов и запасов наличного древостоя в естественно-развивающихся древостоях и насаждениях, подвергшихся хозяйственному воздействию, динамика и продуктивность смешанных и сложных сосновых древостоев, и особенности их строения. Даны рекомендации по организации хозяйства в смешанных сосновых древостоях средней подзоны тайги.

Исследование Д.А. Данилова (2017) на тему: «Особенности формирования смешанных древостоев, товарная структура и плотность древесины сосны и ели» было проведено в лесах Ленинградской области. Стационарные объекты, которые наблюдались больше 85 лет были выбраны для проведения экспериментальных работ. В них проводились разные варианты опытов, закладывались временные пробные площади и производственные объекты.

В работе приводится характеристика распределения смешанных древостоев по территории района исследования, анализируется влияние состава древостоев на таксационные показатели и товарную структуру, осуществлена оценка конкурентных взаимоотношений в смешанных древостоях. Значительная часть исследования посвящена оценке влияния состава древостоев на анатомическое строение древесины. Также вопросам пространственного размещения смешанных древостоев сосны и ели (на примере северо-востока Ленинградской области) посвящена совместная работа Д.А. Данилова и А.А. Яковлева (2021).

Значительный интерес в области разработки методических приемов изучения динамики смешанных насаждений представляют результаты исследований, изложенные в работе В.К. Хлюстова, М.М. Елекшеевой, Ж.Н. Токтасынова (2017).

В работе выполнено моделирование закономерностей хода роста по средней высоте и среднему диаметру. Графическая интерпретация линий регрессии роста всей совокупности элементов дендроценоза показала на наличие различий как между древесными породами, так и по уровням отображающими амплитуду их средних диаметров. Авторы считают, что приведенное описание научно-методического решения задач будет полезно составителям современных таблиц хода роста совокупности древостоев элементов леса в смешанных насаждениях.

Формирование структуры лесных массивов происходит под влиянием ряда факторов, регламентирующих лесообразовательный процесс и включающих климатические, орографические факторы, богатство и влажность условий местопроизрастания древостоев, характер смешения пород и их биологические особенности. Кроме того, к важным факторам структуры лесных массивов

являются темпы распада перестойных древостоев, особенности формирования молодняков, особенности смены лиственных пород хвойными, частоту и характер возникновения экзогенных явлений и т.д.

Прогноз динамики лесного фонда должен базироваться на фактических данных о ней за максимально доступный предыдущий период с выявлением естественных и антропогенных причин произошедших изменений. Методические принципы ее исследования были изложены в работах В.А. Соколова (2006), А.А. Онучина (2012), О.П. Втюриной (2014).

Основная цель такого исследования – построение прогноза динамики лесного фонда на основе анализа долговременной динамики лесов, организации и ведения лесного хозяйства, лесопользования и лесоустroительного проектирования, оценки стратегий и результатов лесоуправления на федеральном, региональном и местном уровнях.

Необходимость и актуальность его заключаются в использовании результатов исследований в дальнейшей разработке стратегии устойчивого лесоуправления с целью устранения негативных тенденций в лесах края.

О.П. Втюриной (2014) был проведен анализ динамики лесов, где были использованы материалы учета лесного фонда, начиная с 1961 года – года первого единовременного учета сибирских лесов, когда они были приведены в известность методами инвентаризации разной точности: по III–IV разрядам лесоустройства и методом авиаобследования (более половины площади).

В 2017 году проведя такое исследование В.А. Соколов (2017) с группой ученых пришли к выводу, что прогноз динамики лесного фонда до 2061 года при сохранении существующей системы лесоуправления в Красноярском крае показывает существенное уменьшение площади хвойных при увеличении площади лиственных насаждений.

Это свидетельствует о необходимости перехода от экстенсивного к интенсивному лесному хозяйству, и этот переход нельзя откладывать на неопределенное время. Эти работы подтвердили острую необходимость внесения важнейших изменений в системе управления лесами России.

В свою очередь в данной работе делается попытка определения особенностей пространственной и структурной динамики лиственных древостоев, особенностей динамики таксационных показателей и взаимосвязей между ними, построить на основе полученных данных нормативы таксации и попытка разработать рекомендации по ведению хозяйства в лиственных древостоях зоны островных лесостепей.

Обращение к изучению растительного покрова островных лесостепей Средней Сибири не случайно. Эти лесостепи наиболее значимы в хозяйственном плане среди других регионов Сибири. Они Густонаселены и довольно таки полно освоены. Но кроме этого они и сильно пострадали от действий человека – большая часть растительного покрова уже уничтожена в результате вырубок и пожаров, пахоты земель, действий и строительства различных объектов промышленности. Оставшаяся растительность используется под сенокосы и пастбища. Углубленные флористические и геоботанические исследования способствуют выявлению основных тенденций трансформации важнейшего блока биоты Земли и созданию базы для проведения биологического мониторинга, позволяющего наметить пути улучшения экологических параметров окружающей среды, а сам процесс изменений сделать более прогнозируемым и контролируемым (Антипова, 2008).

Обострение экологической обстановки диктует необходимость знания региональной специфики растительного покрова в природоохранных целях. При этом необходимо усилить внимание и к проблемам рационального природопользования, сохранив оптимальную площадь природных комплексов, выполняющих стабилизирующую функцию в природной среде.

В целом, формирование лиственных насаждений в зоне островных лесостепей протекает достаточно успешно, в относительно короткий период проходят процессы формирования и восстановления древостоев.

Существенными способностями к накоплению CO_2 из атмосферы, обладают исследуемые биологические системы.

Важно отметить, что на сегодняшний день нет целостной общепризнанной методики для подсчета эффективности процесса депонирования CO_2 . Это было озвучено на 26 конференции ООН в г. Глазго в 2021 году. Помимо этого, данный факт был упомянут в работах ряда исследователей (Замолодчиков, 1998; Уткин, Честных, 2003).

На сегодняшний день развернуты научные обследования и анализ, которые включают в себя наблюдение за изменениями депонирования углерода в разнообразных лесных массивах, секвестрационных возможностей различных древесных пород, быстроты увеличения морфологических признаков (Шевелев, Усов, Романова, 2024).

В то же время, следует отметить, что к настоящему моменту уже накоплен значительный объем данных для различных лесорастительных зон, как в России, так и за рубежом. Хотя, нельзя умолчать о том, что данные собраны по разным методикам (Бобкова, 2015; Ваганов, 2005; Замолодчиков, 2016, 2017, 2018; Усольцев, 2004; Kiviste, 1997; Matthews, 1993; Neumann, 2016; Penner, 1997).

Однако уже сейчас специалистами Рослесинфорга сформирован рейтинг древесных пород по способности к поглощению углерода и в нем первое место занимает осина, второе – береза. Ориентировочно один гектар осинового древостоя поглощает до 3,6 тонн CO_2 в год, а березового до 3,3 тонн CO_2 в год (<https://roslesinforg.ru>, 2021).

Из этого следует, что осиново-березовые насаждения островных лесостепей имеют большое значение в борьбе с парниковым эффектом, (Шевелев, Усов, Романова, 2024).

По данным Д.Г. Замолодчикова, В.И. Грабовского, О.В. Честных (2018) средний запас углерода в наземной и подземной фитомассе древостоев Российской Федерации составляет 42,6 тонн С/га. А по данным В.А. Усольцева (2004) для лесов Уральского федерального округа – 43 тонны С/га, по данным Рослесинфорга (<https://roslesinforg.ru>, 2021) – 42,9 С/га.

Для решения этой задачи использованы методические положения Д.Г. Замолодчикова, А.И. Уткина, Г.Н. Коровина (1998), Д.Г. Замолодчикова, А.И.

Уткина, О.В. Честных (2003) в области разработки и совершенствования конверсионно-объемного метода определения запасов углерода в лесных насаждениях.

Авторами рассчитаны регрессионные уравнения, связывающие фракционную структуру фитомассы древостоев с их запасом и возрастом. Также получены конверсионные коэффициенты, позволяющие устанавливать запас депонированного углерода для древостоев основных лесообразующих пород в зависимости от их возраста.

В заключение можно констатировать, что смешанные лиственные древостои являлись объектом изучения многих исследователей, но ряд вопросов остается до сих пор открытым и требует решения.

В соответствующих разделах диссертации представлены краткие литературные обзоры различных литературных источников, которые затрагивают вопросы, относящиеся к теме данной работы.

2 ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЯ

Лесостепи в Центральной Сибири, такие как Ачинская, Красноярская и Канская, представляют собой островные экосистемы, которые находятся в изоляции среди масштабных лесных массивов.

В пределах Красноярского края зона, где сформированы вышеуказанные лесостепи, занимает такие рельефы как прогибы и котловины между горами. Ачинская лесостепь находится на западной части Красноярского края. Она отделяет Красноярскую лесостепь от Канской.

В границах лесостепной зоны и соседствующих с ней подтаежных массивов находится Центрально-Красноярский экономический район. На западе регион омывается р. Чулым, в то время как на востоке его граница проходит вдоль р. Кан. Река Енисей соединяет этот район с югом и севером края (Кириллов, 1970).

Территория островных лесостепей представляет собой один из наиболее хозяйственно освоенных регионов. Это привело к формированию уникальных форм растительного покрова (Антипова, 2012).

Лесная растительность островных лесостепей имеет ряд особенностей и выполняет важнейшие средообразующие и частично эксплуатационные функции. Знания таких региональных особенностей формирования лесной флоры и её динамики могут помочь в решении ряда вопросов рационального природопользования. Это необходимо для сохранения объемов природных комплексов, а также для обеспечения устойчивости биологических лесных систем характерных для этих природных территорий.

Самой большой лесостепью Красноярского края является Канская лесостепь. Общая площадь лесостепи составляет более 1,5 млн.га. На территории лесостепи, которая является объектом данного исследования, размещаются такие административные районы, как: Абанский, Держинский, Иланский, Ирбейский, Канский, Манский, Нижне-Ингашский, Партизанский, Саянский, Рыбинский, Тасеевский, Уярский. Часть этих территорий расположена в предгорно-горных зонах, а также и на подтаежно-таежных равнинах.

2.1.1 Рельеф

Канская лесостепь находится в пределах Канско-Рыбинской котловины. На южной и юго-восточной стороне её окружают предгорья Восточного Саяна, в то время как с запада и северо-запада она ограничена Енисейским кряжем, который отделяет её от Красноярской лесостепи. На севере и на северо-востоке Канская лесостепь постепенно переходит в Средне-Сибирское плоскогорье (Безруких, 2009). В свою очередь на юге и юго-востоке Канская лесостепь граничит с Восточным Саяном.

Вся территория Канской лесостепи представляет собой холмисто-увалистую равнину с высотами, которые достигают в северной части равнины – 250-470 м, а в южной части около 420-500 м, что предопределяет концентрическую зональность природных зон и подзон. С севера на юг структура рельефа становится менее расчлененной. Резко выражена его асимметричность. Среди всех микроэлементов рельефа отчетливо выделяется уникальный бугристо-впадинный рельеф, формирование которого связано с мерзлотными и суффозионными процессами. Стекающие с гор реки, при выходе на равнину образуют широкие дельты с террасами на них (Пашко, 1974).

Современные формы рельефа Канской и других характерных островных лесостепей, являются следствием таких дифференцированных движений, которые приводят к ускоренной эрозии поднимающихся участков поверхности, а также к накоплению разрушения в низинах лесостепей (Безруких, 2009).

Северная часть лесостепи представлена в основном водораздельным пространством рек Кана и Усолки. Абсолютная высота водораздела лежит в границах от 300 до 450 м. Южная часть Канской лесостепи представляет собой водораздельное пространство таких рек как р. Кан и р. Есауловка. Это пространство разделяется р. Рыбной (приток р. Кан) на два междуречья. Междуречье р. Рыбной и р. Есауловки – это приподнятая часть Канской лесостепи. Водораздел его достигает 600 м.

2.1.2 Гидрография

Территорию подтайги пересекают крупные реки: Кан, Усолка, Пойма, Мана, Агул, Тина. Река Кан – крупный правый приток Енисея, она течет через необъятные горно-таежные, лесостепные просторы Канской котловины и впадает в Енисей в 108 км севернее города Красноярск. Истоки его находятся в Канском Белогорье, на высоте 2000 м, впадает в реку Енисей ниже с. Атаманово (Полещук, 2017).

В пределах лесостепной территории Кан по морфологическим особенностям - типично равнинная река с меандрами (изгибами) в широкой долине, хорошо выраженной поймой. Ширина русла в среднем около 150 м, а во время максимального половодья – более 200 м. Наибольшая скорость достигается во время половодья, а наименьшая в предвесенний период.

Кан отличается значительной многоводностью. Средний годовой расход его для створа г. Канска составляет 249 куб. м/сек, при среднем годовом модуле стока 10,4 л/сек/кв. км (Сергеев, 1971).

В весенний период река питается в основном талыми водами и частично дождевыми осадками. Подъем уровня воды начинается в конце апреля и достигает наивысшего уровня в третьей декаде мая.

Ранние и поздние сроки весеннего половодья наблюдались исследователями в середине апреля и в конце июня. Средняя высота уровня воды во время половодья составляет 206 см, а максимальная 300 см над меженью. Половодье продолжается до начала июля. В течение всего июня бывают значительные подъемы воды, обусловленные таянием снега в Восточном Саяне, где находятся истоки реки. В целом, весеннее половодье на реке Кан продолжается более двух месяцев. Летом питание реки формируется в основном за счет выпадения атмосферных осадков и грунтовых вод. В июле формируется летняя межень, которая длится до начала льдообразования (Полещук, 2017). Озер достаточно мало. Обнаружить их можно по водоразделам на севере лесостепи, а на юге только лишь в виде старейших озер, долинах рек.

2.1.3 Климат

Климат в регионе Канской лесостепи больше континентальный чем, климат в лесостепи восточной границы Западно-Сибирской низменности. Здесь сформированы сухие лесостепи. С юга на север и с запада на восток заметны изменения климата (Спицина, 2014).

Среднегодовая температура варьируется от $-0,3^{\circ}\text{C}$ до $-0,7^{\circ}\text{C}$. Январская средняя температура воздуха составляет $-9,6^{\circ}\text{C}$, в то время как в июле она достигает $+19,3^{\circ}\text{C}$. Абсолютный минимум температуры воздуха может опускаться до -52°C . Безморозный период длится от 83 до 145 дней, а период с температурой выше 10°C сохраняется в течении 105-111 дней. В течении года наблюдается около 325 мм осадков, а в предгорных и северных районах этот показатель достигает 452 мм., из которых 65% выпадает в теплый сезон (апрель-октябрь). Летом дни ясные, ночи холодные и в целом лето характеризуется высокой температурой. Летние дожди обычно ливневые. Зимы отличаются малым количеством снега и суровыми морозами. Погода, как правило, ясная и спокойная (Кириллов, 1970). По различию климатических факторов Канская лесостепь может быть сравнена лишь с Южно-Минусинской.

Из местных факторов существенное влияние на климат Канской лесостепи оказывают горные системы, простирающиеся вдоль ее южной границы, а также в субмеридиональном направлении, перпендикулярном пути господствующих западных воздушных течений. Поэтому здесь наблюдаются наиболее высокие термические показатели и засушливость (Полещук, 2017).

Канская лесостепь отличается преобладанием западных и юго-западных ветров в течение всего года, с наибольшими показателями, приходящимися на весенние месяцы. Средняя скорость ветров составляет 3,5 м/с (Спицина, 2014).

По тепловому состоянию Канская лесостепь характеризуется как полузасушливой регион с умеренно-теплым климатом.

2.1.4 Почвенный покров и растительность

В лесостепной зоне Канского района почва состоит почти наполовину из чернозема (почти 50% от общей площади), среди которых преобладают выщелоченные слои (37%). Почти треть территории (32,5%) занята серыми лесными почвами, в числе которых находятся темно-серые почвы (более 20%). Дерново-подзолистых почв немного (немного больше 2%). Такие формы рельефа как мелкие бугры и различные южные склоны представлены степью с таким типом почвы как, обыкновенный чернозем. Нужно отметить, что в лесостепной зоне структура почвенного покрова крайне неоднородная.

Границы лесостепи представлены подтайгой с серыми лесными почвами, которые в большинстве случаев имеют второй гумусовый горизонт. Около середины лесостепи, чаще можно встретить луга и степи с почвой в виде оподзоленных выщелоченных черноземов. Центр лесостепи, которая является объектом данного исследования, образован степями. Но как в настоящей степи, так и в луговой, встречаются березовые перелески и колки (Кириллов, 1970).

В Канской лесостепи, по структуре почвенного покрова, четко выделяется три подзоны – северная (35,2% от всей площади Канской лесостепи), типичная (60,0%) и южная (4,8%) лесостепи (Алхименко, 2015). Более половины лесопокрываемой площади занято березовыми и осиновыми древостоями 116 154 га (Спицина, 2014).

Осиново-березовые древостои, березово-осиновые древостои с примесью различных древесных пород в составе обычно растут на высоких элементах рельефа, а также на северных склонах, там, где преобладают серые лесные почвы или оподзоленные черноземы (Кириллов, 1970).

В северной лесостепи преобладают серые лесные (43% от всей площади), темно-серые (33 %). На склонах с северной экспозицией, наиболее развиты дерново-подзолистые почвы, в основном на легких породах. Черноземы составляют более 35 процентов территории всей подзоны. Доля выщелоченных черноземов составляет 27,3%. Такими почвами преимущественно заняты

открытые участки на пологих склонах, чаще на южной экспозиции, а также и плоские открытые водоразделы. Оподзоленные черноземы (8,1%) в основном расположены на открытых склонах с северной экспозицией.

В южной подзоне Канской лесостепи интразональных почв меньше, чем в северной, в основном это связано с уменьшением степени заболоченности. Солонцеватые почвы составляют 0,4%, чаще их можно встретить на понижениях различных элементов микрорельефа.

Наибольшее значение среди интразональных почв занимают торфяные и торфяно-болотные почвы (2,6%), также лугово-черноземные (2,5%). В северной зоне лесостепи совсем немного пойменных почв (0,6%), солонцеватые почвы тут отсутствуют.

Территория южной лесостепи почти на 2/3 занята черноземами (64%), с преобладанием обыкновенных черноземов (49,7%). На северных склонах представлены выщелоченные черноземы (11,3%), также их можно обнаружить в составе с обыкновенными черноземами, при этом они расположены в небольших микропонижениях. В данной подзоне оподзоленных черноземов достаточно мало (около 2%), они залегают под редкими березняками, в микропонижениях и на северных склонах. Всего 4,4% от всей площади территории занимают серые лесные почвы.

Южную лесостепь составляет достаточно большой объем интразональных почв (31,7%), среди которых преобладают как пойменные почвы, так и лугово-черноземные. Они располагаются около пойм таких рек, как Рыбная, Уря, Кан, Усолка, Уря. Значимость заболоченных почв значительно меньше, чем в других подзонах. В основном такие почвы занимают место на надпойменных террасах и в понижениях. Солонцеватые почвы здесь занимают значительную площадь.

3 МЕТОДИКА СБОРА ДАННЫХ И ОБЪЕМ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО МАТЕРИАЛА

В данной работе полевые исследования проводились с использованием метода пробных площадей. В соответствии с указаниями установленного отраслевого стандарта (ОСТ 56-69-83 «Площади пробные лесоустроительные. Методы закладки», 1982) проводилась закладка пробных площадей.

Пробные площади закладывались с учетом основных требований отраслевого стандарта:

- для отграничения пробных площадей использовались визиры;
- минимальное расстояние от пробных площадей до вырубок, дорог, кварталных просек и других площадей, не покрытых лесом, составляло не менее 30 метров;
- выбор мест для закладки пробных площадей проводился таким образом, чтобы они располагались в характерных местах объекта исследования;
- на углах пробных площадей устанавливались столбы или фиксировались кольями.

На закладываемых пробных площадях проводились: сплошной пересчет деревьев по ступеням толщины, замеры высот исследуемых деревьев, описание подроста на пробных площадях, подлеска и напочвенного покрова. Помимо этого, проводилась глазомерная таксация.

После проведения вышеуказанных работ производился отбор, а также рубка модельных деревьев. Обмер моделей, а также их разметка велись по секциям равным 2 м. Размер пробной площади был опосредован наличием на ней не менее 200 стволов главного элемента леса.

Всего было заложено 4 пробные площади, с рубкой и обмером 127 модельных деревьев. Модельные деревья были обработаны общим порядком. Результаты обработки характеризуют объемы, полндревесность и форму стволов.

В таблице 3.1 показана характеристика исследуемых древостоев на пробных площадях.

Таблица 3.1 – Таксационная характеристика древостоев пробных площадей

№ п/п	Состав	Средние значения главного элемента леса		Σg , м ² /га	Полнота	Запас, м ³ /га	Бонитет	Тип леса
		высота, м	диаметр, см					
1	8Ос2Б+С	14,4	18,1	21,4	0,90	158	II	Ос рд
2	6Ос4Б	17,4	23,6	19,5	0,72	150	II	Ос рд
3	9Б1Ос	17	16,6	14,7	0,64	126	I	Б рд
4	7Б3Ос	18,5	20,7	16,9	0,69	148	II	Б рд

В таблице 3.2 приведен фрагмент сводной ведомости модельных деревьев.

Таблица 3.2 – Фрагмент ведомости модельных деревьев

№ мод.дер.	D _{1,3} , см		H, м	V, м ³		q ₀	q ₁	q ₂	q ₃	Н нач. кроны, м	Площадь сечения на D _{1,3} , см ²	
	в коре	без коры		в коре	без коры						в коре	без коры
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	19,2	18,6	14,8	0,2184	0,2024	1,08	0,91	0,75	0,39	6	289	271
2	37,5	33,5	22,6	1,002	0,890	1,07	0,91	0,71	0,37	3	1104	881
3	29,6	28,2	20,9	0,634	0,590	1,37	0,83	0,67	0,43	2	688	624
4	32,6	30,6	22,2	0,7087	0,6781	1,33	0,87	0,65	0,43	3	834	735
5	9,0	8,4	9,5	0,0294	0,0253	1,15	0,91	0,71	0,53	2	63	55
6	9,3	8,1	12,5	0,0397	0,0301	1,35	0,93	0,74	0,49	2	67	51
7	8,7	8,1	9,9	0,0270	0,0229	1,08	0,88	0,85	0,54	1	59	51
8	7,0	6,4	7,6	0,0151	0,0122	1,25	0,99	0,87	0,76	2	38	32
9	6,0	5,6	7,6	0,0109	0,0087	1,23	0,99	0,87	0,75	1	28	24
10	6,2	5,6	7,3	0,0144	0,0121	1,26	0,99	0,94	0,89	3	30	24

Помимо данных собранных на пробных площадях в работе использованы материалы лесоустройства, выполненного филиалом «Востсиблеспроект» ФГУП «Рослесинфорг» на территории КГБУ «Уярское лесничество».

Всего были использованы данные натурной таксации 548 выделов, которые были протаксированы методом глазомерно-измерительной таксации. Из этих материалов была сформирована база данных, фрагмент которой показан в таблице 3.3.

Таблица 3.3 – Фрагмент базы данных по материалам лесоустройства

Квартал	Высел	Площадь, га	Состав	Возраст, лет	Средние показатели		Бонитет	Тип леса	Полнота общ.	Общий запас на 1 га, м ³
					Высота, м	Диаметр, см				
3	7	2,2	60С2Б2П	30	16	16	1	КТ	0,7	130
3	16	1,6	100С	30	17	14	1	РТ	1	210
3	22	3,7	70С3ИВ	25	12	10	2	КТ	1	150
26	27	3,8	50С1Б2ИВ2П	30	12	10	3	КТ	0,3	30
27	1	5	50С1Б1ИВ2П1С	30	14	16	2	РТ	0,7	100
27	6	3,4	40С2Б2ИВ1П1С	25	10	12	3	КТ	0,6	60
27	8	2,2	50С1Б1ИВ3П+С	30	13	14	2	РТ	0,6	80
27	12	2,8	50С2Б2ИВ1С	30	12	12	3	РТ	0,6	70
27	22	2,5	50С2Б2ИВ1П+С	30	12	14	3	РТ	0,6	70

На рисунке 3.2 показан смешанный осиново-березовый древостой, с участием сосны. Фрагмент плана лесонасаждений с места где закладывались пробные площади изображен на рисунке 3.3.



Рисунок 3.2 – Смешанный осиново-березовый древостой, с участием сосны (Уярское лесничество)

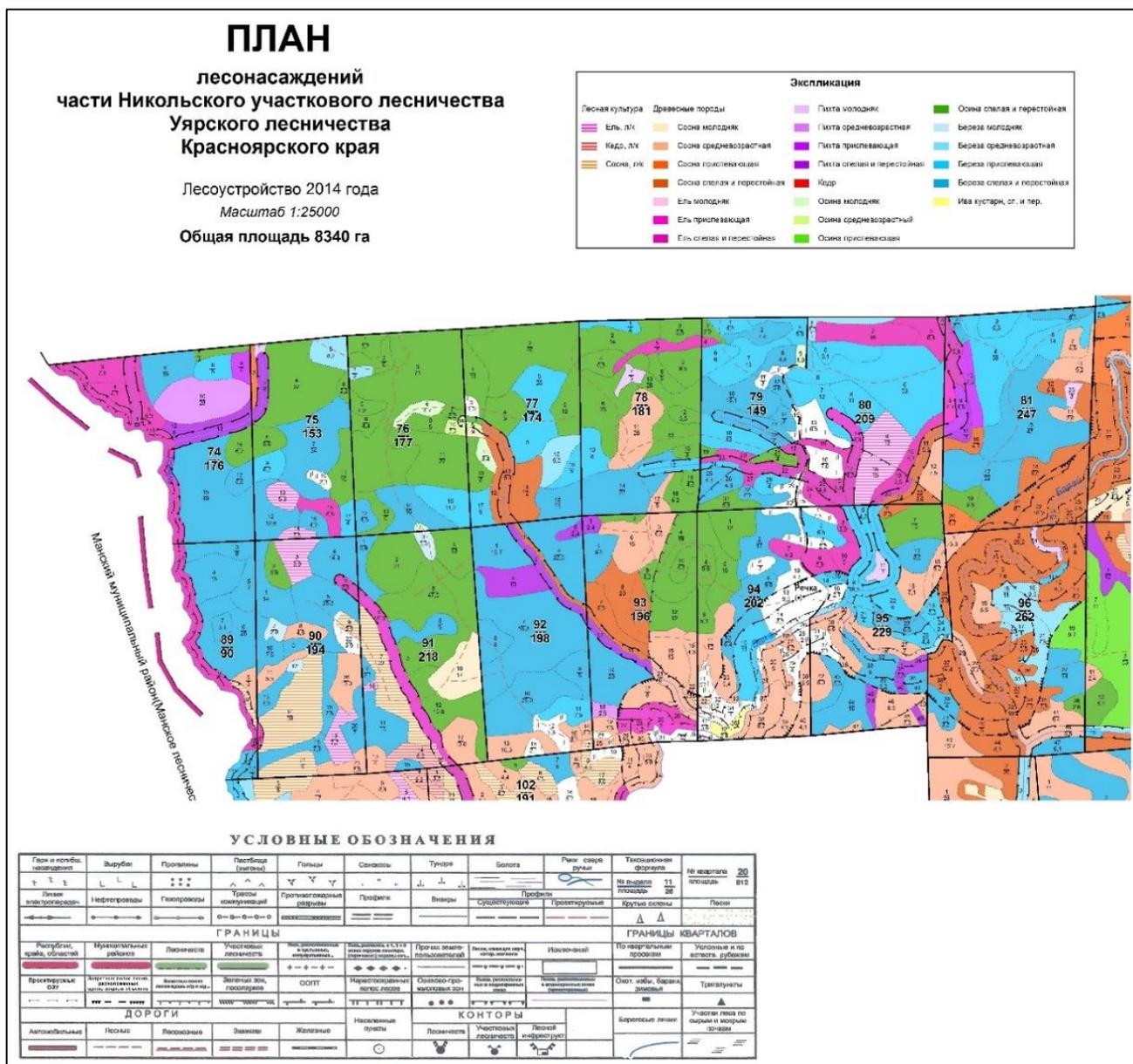


Рисунок 3.3 – План лесонасаждений лесного массива

4 ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ СМЕШАННЫХ ЛИСТВЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ

4.1 Объект исследования

Сопоставляя особенности формирования чистых и смешанных насаждений Г.Ф. Морозов (1930) указывал на наличие ряда преимуществ смешанных насаждений перед чистыми. Это выражается в большей экологической устойчивости этих биологических систем, лучшей адаптацией к условиям местопроизрастания, климату, почвам и в отдельных случаях в большей производительности. Однако, в то же время Г.Ф. Морозов (1930) указывает на более сложный характер растительных взаимоотношений внутри смешанных насаждений. Знание особенностей формирования смешанных насаждений необходимо для разработки методов ведения лесного хозяйства в них, повышения продуктивности, сохранения ресурсного потенциала и биологического разнообразия.

В работе И.Н. Жежкуна (2004) посвященной разработке методических подходов к изучению формирования смешанных насаждений, на постоянных пробных площадях отмечается, что «исследование процесса формирования смешанных насаждений необходимо для установления структурно-функциональной организации лесных биогеоценозов, изучения динамики регулирования взаимоотношений между деревьями при выращивании насаждений целевого назначения, предотвращения нежелательной сукцессии лесных биогеоценозов».

Являясь хозяйственно-освоенным регионом Средней Сибири Канская лесостепь остается территорией обладающей большим разнообразием растительных формаций имеющих различную реакцию на достаточно интенсивное антропогенное воздействие.

В настоящее время ключевое значение для экологической стабильности данной лесорастительной зоны имеют лиственные насаждения, как смешанные,

так и чистые, которые включают в состав березу и осину, иногда с примесью различных хвойных пород.

Д.И. Назимова, В.Г. Царегородцев, Н.М. Андреева (2010) отмечают что изменения природных экосистем, рассмотренные с позиции ландшафтоведения, а также межвидовых взаимоотношений главных пород лесообразователей обусловлены во многом изменением климата: «...если для возобновления светлохвойных пород важна минерализация почвы, поскольку травяной покров препятствует прорастанию семян, то для березы и осины, обладающих активной способностью к вегетативному возобновлению наряду с семенным, нет препятствия к поселению и доминированию даже в травяных сериях типов леса, господствующих в подтайге и лесостепи. В то же время в результате антропогенного воздействия произошли фрагментации лесных массивов, увеличилась доля мелколиственных формаций за счет темнохвойных и светлохвойных».

Крупный лесной массив, сформированный смешанными древостоями, где главными породами в составе являются осина или береза, явились объектом исследования данной работы.

Лесной массив, как важная структурная единица леса, стал объектом исследования многих исследователей (Антанайтис, Репшис, 1973; Зиганшин, Качаев, 2014; Ващук, Швиденко, 2006; Шевелев, Красиков, 2008). Тем не менее, можно отметить, что особенности строения и изменчивость элементов этой обширной биологической системы до настоящего времени изучены недостаточно полно (Шевелев, Усов, Романова, 2024).

И.С. Мелехов (1985) в своем исследовании утверждает: «...лесной массив нельзя принимать за элементарную таксономическую категорию леса, так как он неоднороден и представляет собой совокупность элементарных участков – насаждений (лесных фитоценозов), а последние – еще более мелких, уже структурных подразделений» (Шевелев, Усов, Романова, 2024).

Трактуя понятие «лесной массив» таким образом, И.С. Мелехов (1985) приближает его к понятию «лес» в более узком смысле.

Обеспечение реальности данных характеризующих лесную структуру крупных лесных объектов должно осуществляться на основе системного подхода к совокупности биогеоценозов с учетом особенностей их дифференциации на ландшафтной основе.

В данной работе, согласно определению, данного С.Л. Шевелевым и И.И. Красиковым (2008), термин «лесной массив» трактуется как «...биологическая лесная система, сформировавшаяся в определенных географических условиях, соответствующая отдельным элементам ландшафта, занимающая целостную территорию с естественными границами, которой присущи опосредованные орографическими, почвенными, погодно-климатическими и другими факторами структуры биоценозов» (Шевелев, Красиков, 2008).

4.2 Возрастная структура

В рамках исследования был проанализирован лесной массив, который включает смешанные лиственные древостои, представленный 548 таксационными выделами. Из них 264 выдела (48,2%) относятся к древостоям с преобладанием осины и 284 выдела (51,8%) к древостоям с преобладанием березы. Древостои, которые подверглись данному исследованию, принадлежат к формации лесостепных травяных лесов в абсолютном господстве к разнотравной группе типов леса.

Деление древостоев на возрастные группы приведено на рисунках 4.1-4.4.

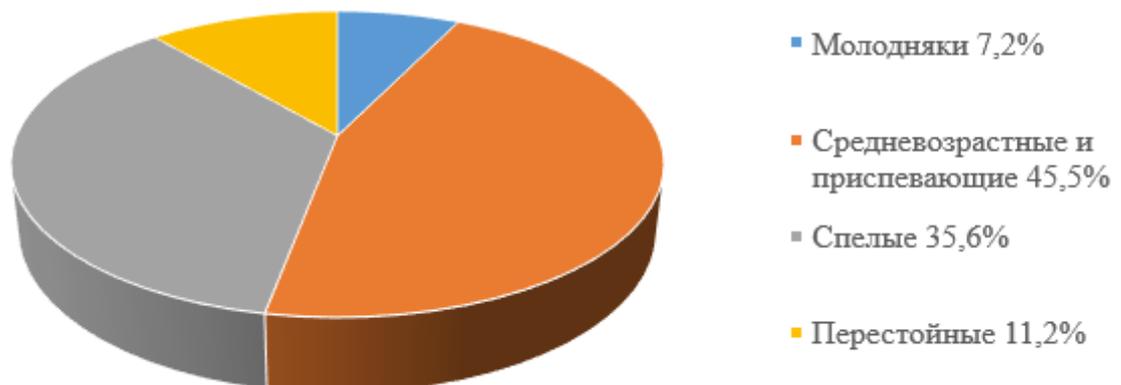


Рисунок 4.1 - Распределение смешанных лиственных древостоев с преобладанием осины по группам возраста (количество выделов)

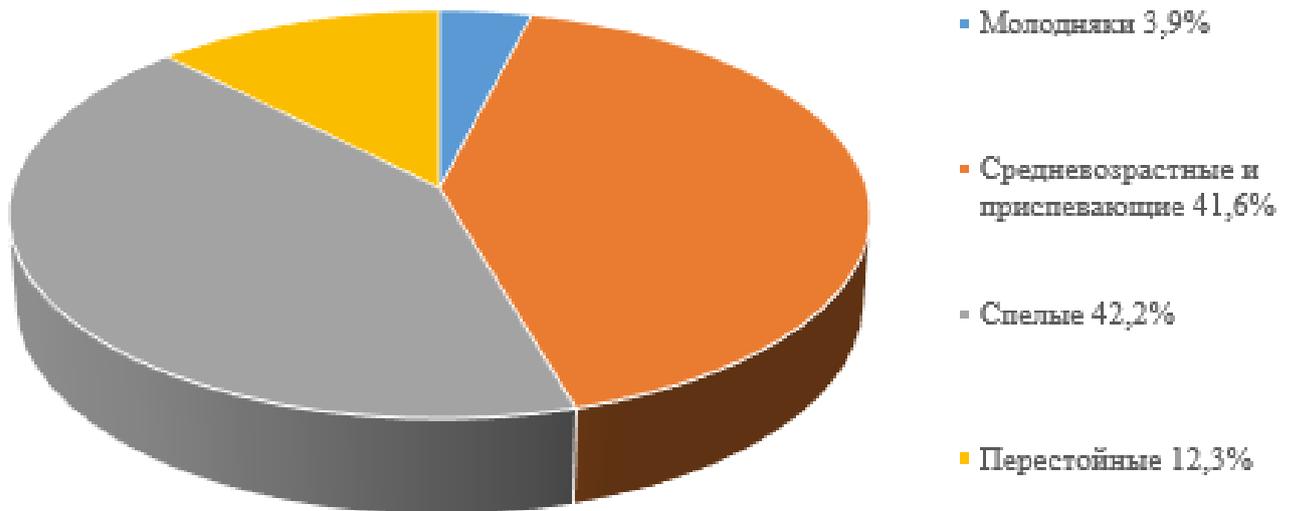


Рисунок 4.2 - Распределение смешанных лиственных древостоев с преобладанием осины по группам возраста (занимаемая площадь)

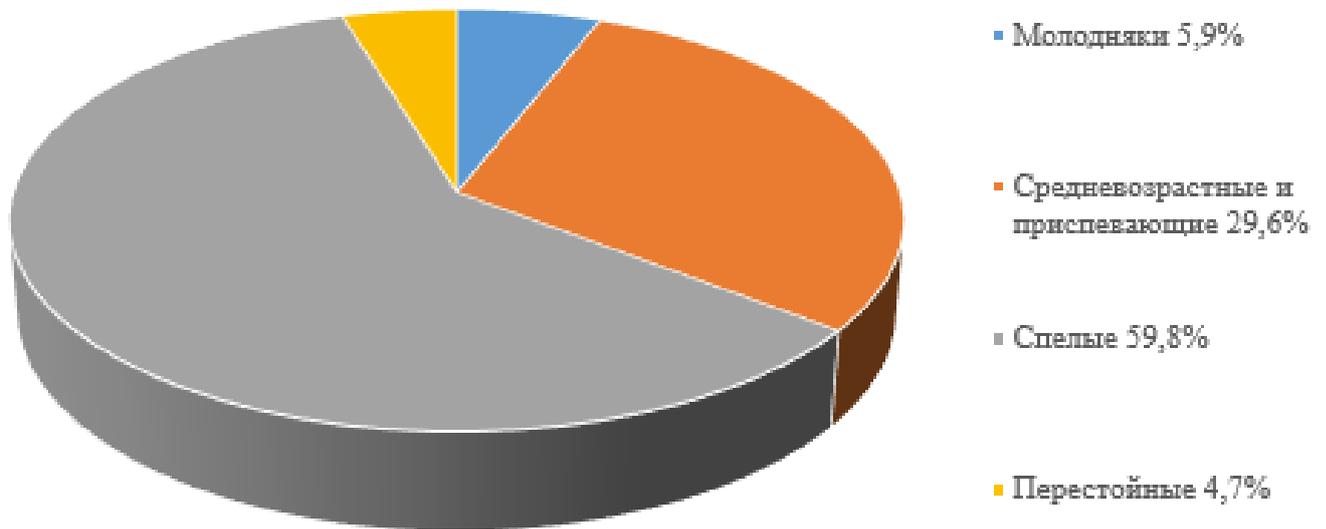


Рисунок 4.3 - Распределение смешанных лиственных древостоев с преобладанием березы по группам возраста (количество выделов)

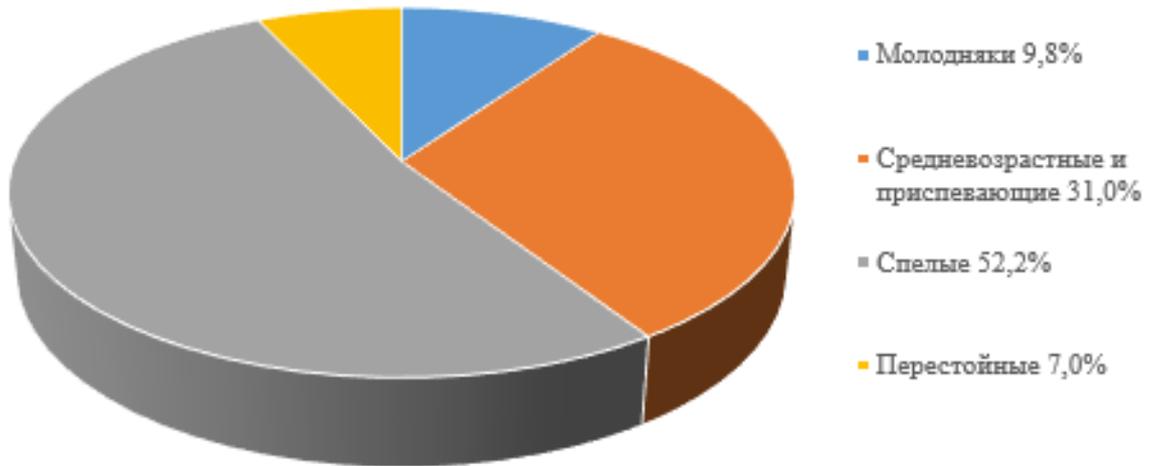


Рисунок 4.4 - Распределение смешанных лиственных древостоев с преобладанием березы по группам возраста (занимаемая площадь)

Из приведенных данных следует, что доля молодняков в смешанных мягколиственных древостоях составляет менее 10%, как по количеству древостоев, так и по занимаемой ими площади. Кроме того, незначительная площадь некоторых участков, является особенностью характерной для молодняков. Так, количество молодняков, где в составе преобладает осина, составляет 7,2% от их общего количества в лесном массиве, а доля их по площади составляет всего 3,9%.

Подобная ситуация отмечается и в смешанных древостоях с преобладанием березы. Здесь доля молодняков составляет 9,8% по количеству выделов 5,9% по занимаемой площади (Шевелев, Усов, Романова, 2024). Средневозрастные и приспевающие древостои составляют 30-45%, спелые 35-59,8%. Перестойных древостоев немного, в пределах 12,3% по площади. Тем не менее, доля спелых и перестойных древостоев составляет от 46,8 до 64,5%.

Анализ собранных данных отображает ситуацию, когда в древостоях, ставших объектом изучения, эксплуатация была ограничена в последние десятилетия. Это произошло по ряду различных причин, среди которых важную роль занимает небольшой спрос древесины лиственных пород. Они в основном выступали в качестве формации, которая обеспечивает экологическую стабильность региона.

4.3 Динамика состава древостоев

4.3.1 Динамика состава древостоев с преобладанием осины

Состав лиственных древостоев с преобладанием осины достаточно стабилен – основной сопутствующей породой является береза повислая (*Betula pendula*). В то же время менее представленные древесные породы достаточно разнообразны. В их числе ива козья (*Salix caprea*), пихта сибирская (*Abies sibirica*), сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris*), ель сибирская (*Picea obovata*).

В таблице 4.1 показано изменение состава смешанных древостоев с возрастом.

Таблица 4.1 - Средний состав смешанных лиственных древостоев различного возраста (с преобладанием осины)

Класс возраста	Средний состав
I	6Ос3Б1С+Ив
II	6Ос2Б1П1С+Ив
III	7Ос1Б1Ив1Пед.С,Е
IV	7Ос1Б1П1Ив+Сед.Е
V	7Ос2Б1Пед.С,Ив
VI	8Ос2Бед.П,С,Ив,Е
VII	8Ос2Б+Пед.С,Е

Следует констатировать, что при относительно стабильной и увеличивающейся с возрастом средней доли главной породы, доли ее запасов и запасов отдельных сопутствующих пород имеют значительную изменчивость (рисунок 4.5).

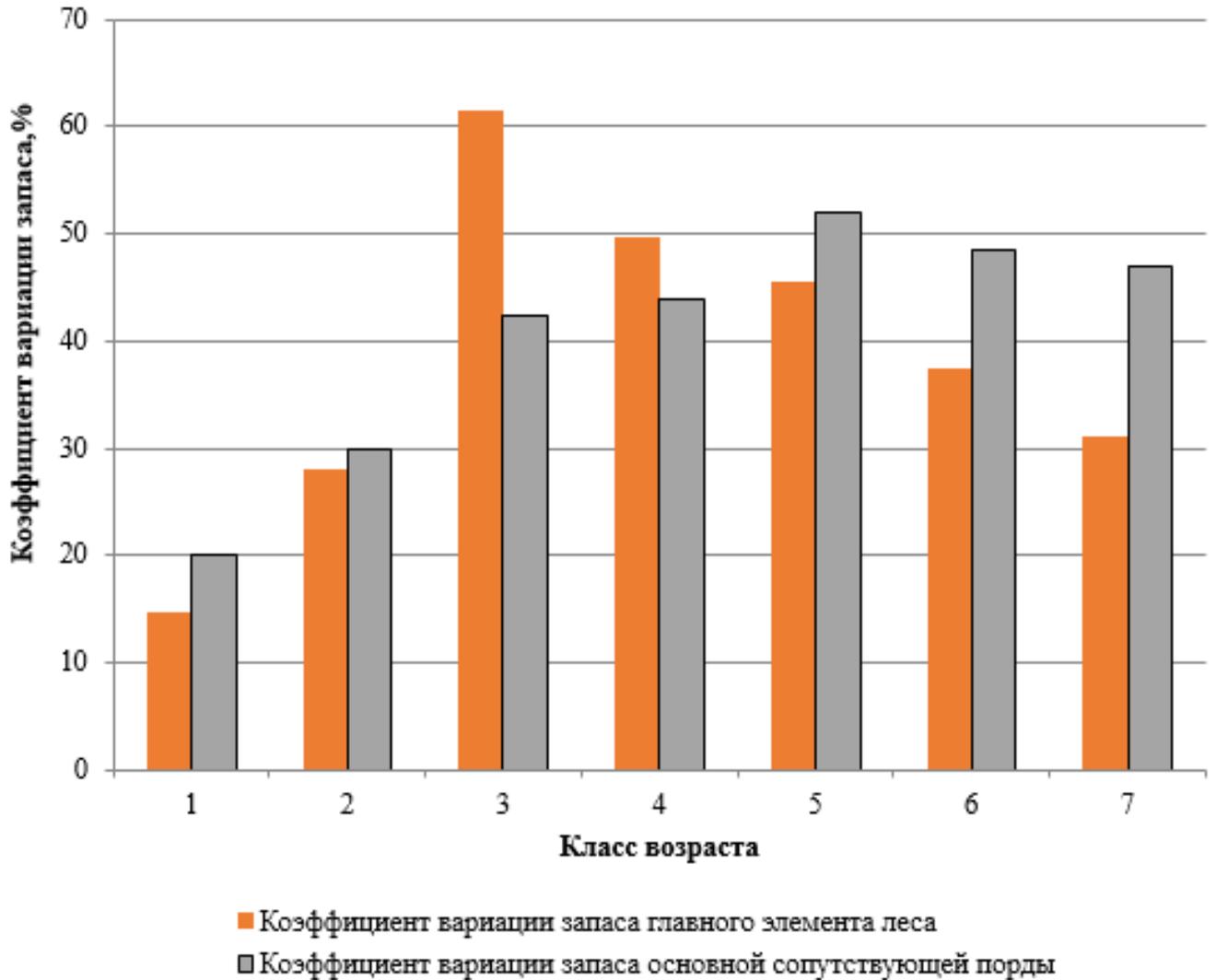


Рисунок 4.5 - Изменчивость запасов главного элемента леса и основной сопутствующей породы в древостоях с преобладанием осины.

Оказалось, что наиболее сильно варьирует доля запаса главной породы в древостоях III класса возраста. В средневозрастных древостоях наиболее интенсивно идут процессы формирования, обусловленные как межвидовой, так и внутривидовой конкуренцией. Затем изменчивость запасов главной породы стабилизируется и постепенно снижается, при сохраняющейся достаточно высокой изменчивости доли основной сопутствующей породы.

В таблице 4.2 приведены наибольшие и наименьшие запасы на 1 га главного элемента леса – осины и основного сопутствующего элемента леса – березы.

Таблица 4.2 - Предельные значения запасов главного элемента леса и основной сопутствующей породы в древостоях с преобладанием осины.

Порода	Характеристика изменчивости	Класс возраста						
		I	II	III	IV	V	VI	VII
Осина	M min, м ³ /га	2	10	20	35	40	48	65
	M max, м ³ /га	4	90	200	240	260	260	270
Береза	M min, м ³ /га	3	4	8	8	8	8	16
	M max, м ³ /га	6	52	26	45	63	180	104

4.3.2 Динамика состава древостоев с преобладанием березы

В древостоях с преобладанием березы изменение величины доли главной породы не имеет определенной тенденции. Она меняется в пределах 5-7 единиц коэффициента в формулах средних составов древостоев классов возраста (таблица 4.3).

Основная сопутствующая порода – осина, её доля в составе соответствует коэффициенту 3-2.

В таблице 4.3 показана динамика состава смешанных древостоев с преобладанием березы.

Таблица 4.3 - Средний состав смешанных лиственных древостоев различного возраста (с преобладанием березы)

Класс возраста	Средний состав
I	5Б3Ос2С+П
II	7Б1П1Ос1Е+С
III	5Б2Ос2П1С+Ив
IV	5Б2Ос2С1Пед.Е,Ив
V	6Б2Ос1С1Пед.Ив,К
VI	7Б2Ос1С+Пед.Е,Ив
VII	7Б2Ос1С+П ед. Е
VIII	7Б2Ос1С+П,Е,Л
IX	6Б2Ос1С1П+Е
X	6Б2Ос1С1П+Е

На рисунке 4.6 показаны изменения величины коэффициентов варьирования доли запаса главного элемента леса – березы и основного сопутствующего элемента леса – осины. Оказалось, что только в древостоях второго и третьего классов возраста доли запаса березы имеют значительную изменчивость, которая затем стабилизируется и снижается при возрастающей изменчивости запасов сопутствующей породы.

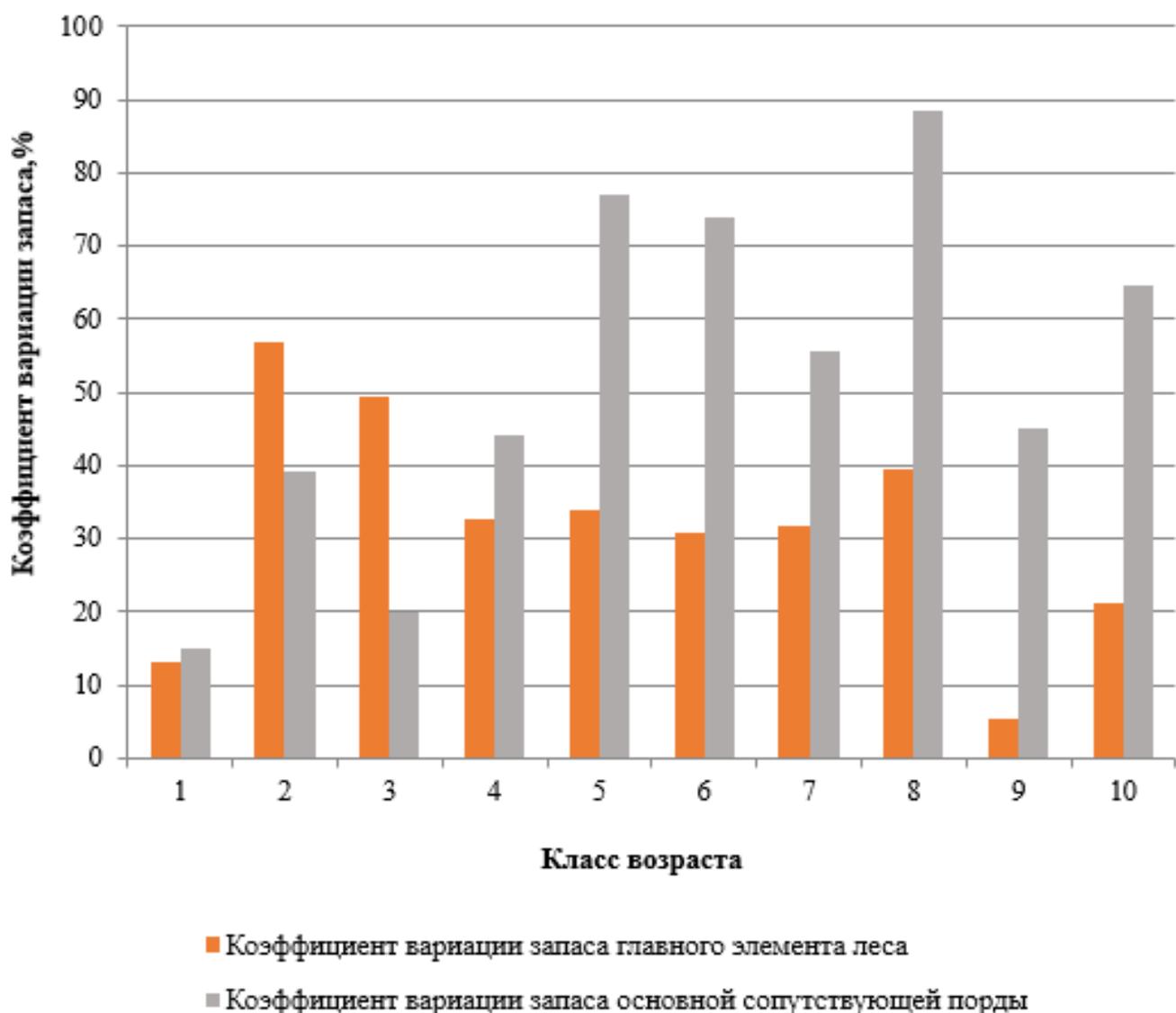


Рисунок 4.6 – Изменчивость запасов главного элемента леса и основной сопутствующей породы в древостоях с преобладанием березы

В таблице 4.4 показаны минимальные и максимальные запасы основной и сопутствующей породы в различном возрасте.

Таблица 4.4 - Предельные значения запасов главного элемента леса и основной сопутствующей породы в древостоях с преобладанием березы

Порода	Характеристика изменчивости	Класс возраста									
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Береза	M min, м ³ /га	4	12	20	24	32	39	39	35	56	60
	M max, м ³ /га	6	40	48	56	102	171	216	184	63	120
Осина	M min, м ³ /га	2	4	8	9	16	13	14	7	8	15
	M max, м ³ /га	4	10	12	27	56	80	95	72	16	51

Завершая анализ формирования составов смешанных лиственных древостоев можно указать на следующие особенности.

Анализ таблиц и графиков показывает на близкую по величине изменчивость запасов в смешанных лиственных древостоях с преобладанием осины и березы.

Однако, следует отметить более стабильное формирование древостоя с преобладанием осины, доля которой в составе стабильно возрастает.

Это находит объяснение в способности рода *Populus* к быстрому формированию биомассы стволов, а, следовательно, и запаса древостоев.

Сопоставление средних составов древостоев в пределах групп возраста подтверждает это заключение (рисунок 4.7).

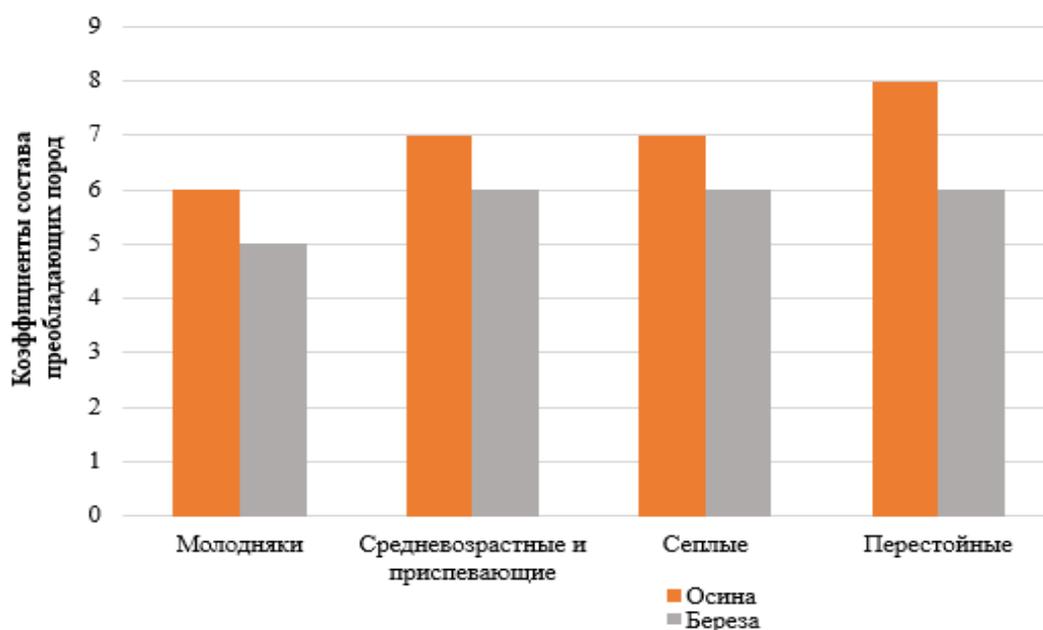


Рисунок 4.7 – Доля преобладающих пород в составе смешанных древостоев

4.3 Полнота смешанных лиственных древостоев

Пространственная структура древостоев является фактором, во многом определяющим их продуктивность. Получение жизненно необходимых минеральных веществ, влаги и света обуславливается характером взаимного расположения деревьев. Особенности размещения деревьев в фитоценозе зависят от многих факторов в числе которых особенности размножения растений, интенсивность их роста и формирования, характер взаимоотношений растений, зоогенные, антропогенные воздействия и т.д.

Итоговое влияние этой совокупности факторов на лесную биологическую систему определяет её продуктивность.

Различные аспекты развития лесных фитоценозов, отличающихся породным составом, структурой произрастающих в различных климатических, почвенных условиях, испытывающих различные хозяйственные воздействия, являются объектом разностороннего изучения уже достаточно продолжительный период.

Безусловно, наиболее важным элементом пространственной структуры древостоев является их горизонтальная структура, отражающая особенности

размещения древесных растений по площади и степень её занятости древесной растительностью, то есть производительность древостоев во многом определяется их полнотой.

Оказалось, что различия по производительности у древостоев сформированными рассматриваемыми лиственными породами значительны, несмотря на то, что средние величины относительных полнот достаточно близки, с некоторым «отставанием» у древостоев с преобладанием березы (рисунок 4.8).

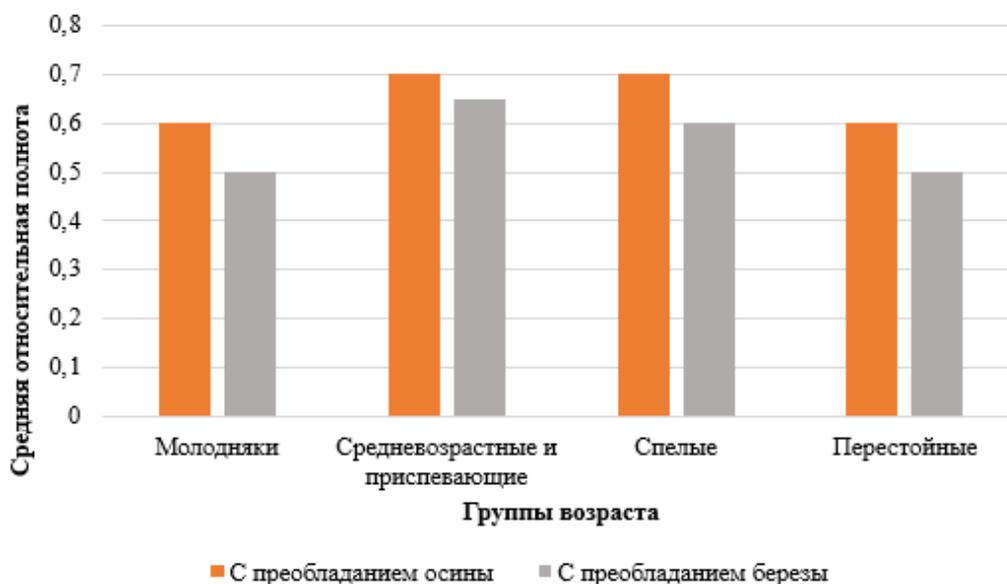


Рисунок 4.8 - Средняя относительная полнота смешанных лиственных древостоев

Древостои, слагающие лесной массив в абсолютном большинстве модальны, однако у древостоев с преобладанием осины и древостоев с преобладанием березы наблюдаются некоторые различия в величине относительных полнот.

В выборке исследуемых таксационных выделов, где основной породой являлась береза, отсутствуют древостои с полнотой 1,0. Но, в древостоях с преобладанием осины древостои с полнотой 1,0 составляют 4,1% (Шевелев, Усов, Романова, 2024). В таблицах 4.5 и 4.6 приведена характеристика изменения полнот в древостоях разного состава и возраста. В таблицах 4.5 и 4.6 приведена характеристика изменения полнот в древостоях разного состава и возраста.

Таблица 4.5 - Средние относительные полноты лиственных древостоев с преобладанием осины

Полнота	Класс возраста						
	I	II	III	IV	V	VI	VII
Средняя	0,48	0,71	0,78	0,72	0,69	0,69	0,70
Минимальная	0,4	0,4	0,3	0,5	0,4	0,3	0,4
Максимальная	0,5	1,0	0,7	1,0	1,0	1,0	0,8
w, %	8,4	31,3	23,3	14,4	19,8	20,3	14,9

Из содержания таблицы 4.5 следует, что средние полноты древостоев с преобладанием осины практически стабильны и грубо равны – 0,7 (кроме совокупности древостоев I класса возраста). Максимумы относительных полнот для совокупности древостоев большинства классов возраста равны – 1,0.

Таблица 4.6 - Средние относительные полноты лиственных древостоев с преобладанием березы

Полнота	Класс возраста										
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
Средняя	0,51	0,51	0,56	0,52	0,57	0,65	0,66	0,58	0,46	0,56	0,6
Минимальная	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	-
Максимальная	0,6	0,8	0,7	0,7	0,7	0,9	0,8	0,8	0,7	0,7	-
w, %	5,9	28,5	26,9	23,6	16,3	17,4	16,0	19,4	24,8	18,2	-

Средние относительные полноты в древостоях с преобладанием березы немного ниже, чем в древостоях с преобладанием осины – примерно на 0,15-0,2. При этом во всей выборке нет ни одного таксационного выдела с полнотой 1,0. Варьирование полнот в выборках по отдельным классам возраста близко и лежит в пределах 20-30%.

Таким образом полученные данные позволяют утверждать, что древостои с преобладанием осины, в среднем, формируют древостои, обладающие большей относительной полнотой.

4.4 Производительность смешанных лиственных древостоев

Формулировка понятий «производительность» и «продуктивность» насаждений до сих пор дискуссионны. Этому вопросу уделено внимание многих исследователей (Матвеев-Мотин, 1962; Бородин, 1966; Анучин, 1982; Мелехов, 1985; Поликарпов и др., 1986; Луганский и др., 1996, Маленко, Жуков, 2019; Фабер, Кузьмик, 2020, и др.).

Необходимо отметить что оба термина отражают способность насаждений к формированию органического вещества в целом, а также в различных своих частях и отдельных компонентах и очень часто используются как синонимы.

Поликарповым Н.П., Чебаковой Н.М., Назимовой Д.И. (1986) предлагается следующая классификация продуктивности насаждений:

- лесоресурсная – включает стволую древесину, кроны и корни деревьев, пищевое, техническое и лекарственное сырье;
- хозяйственная – в которую входит изымаемая из леса часть ресурсов;
- экологическая – под которой понимается комплекс ландшафтных, биосферно-стабилизирующих, водоохранно-регулирующих и прочих функций леса.

Обращаясь к этому вопросу И.С. Мелехов (1985) привел несколько иную классификацию. Он предложил выделять «древесную продуктивность» и «биологическую продуктивность». Под древесной продуктивностью понимается формирование и прирост стволую древесины, а под биологической – общую биомассу насаждения.

В своем учебнике по лесоведению Н.А. Луганский, С.В. Залесов и В.А. Щавровский (1996) под термином «производительность» понимают стволую запас древостоя на момент учета, а под «продуктивностью» подразумевают запас всех компонентов. Однако, авторы указывают на необходимость различать «общую продуктивность насаждения» и «продуктивность древостоя».

Под продуктивностью древостоя понимается запас растущей части древостоя в определенном возрасте и суммарный запас отпада к этому возрасту.

В настоящей работе, при проведении анализа формирования смешанных древостоев использована данная классификация.

Средний диаметр является одним из важных факторов, которые отражают производительность древостоя. В работе Р.А. Зиганшина, А.В. Качаева (2014) посвященной динамике средних диаметров лиственных древостоев лесного массива в Прибайкалье отмечается, что «...в производственной таксации они (средние диаметры) определяются наиболее надежно...», что в свою очередь обеспечивает надежность конечных выводов.

Различия в средних диаметрах (в сочетании с относительными полнотами) свидетельствуют о разных темпах формирования запасов смешанных древостоях. Однако, стоит упомянуть, что сопоставлялись величины средних диаметров только преобладающих пород (таблица 4.7) (Шевелев, Усов, Романова, 2024).

Таблица 4.7 - Различия в величине средних диаметров преобладающих пород в смешанных лиственных древостоях

Группы возраста древостоя	Средние диаметры древостоев (см)		Разница в величине средних диаметров	
	преобладание осины	преобладание березы	см	%
Молодняки	5,5	3,1	2,4	43,6
Средневозрастные и приспевающие	17,6	15,5	2,1	11,9
Спелые	22,1	21,0	1,1	5,0
Перестойные	31,2	26,0	5,2	1,7

Из содержания таблицы 4.7 следует, что древостои, где осина является главной породой на всех возрастных этапах в той или иной степени имеют преобладание в темпах формирования средних диаметров, что неизбежно находит свое отражение в формировании запасов (рисунок 4.9).

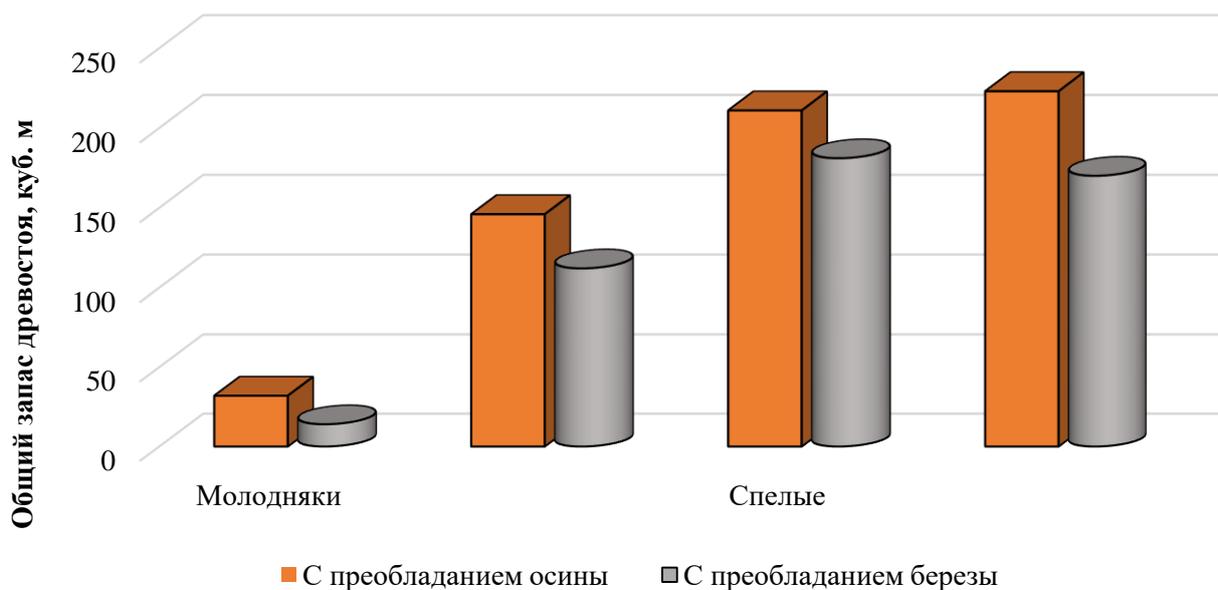


Рисунок 4.9 - Производительность смешанных лиственных древостоев

4.5 Таблица динамики таксационных показателей смешанных древостоев

4.5.1 Таблица динамики древостоев с преобладанием осины

Следующим логическим этапом характеристики рассматриваемых древостоев явилось построение таблиц, отражающих динамику их средних таксационных показателей. Основой послужили исследования Н.В. Третьякова, проведенные в 1930 году, которые были дополнены работами И.В. Семечкина, опубликованными в 2001 году.

Обработка данных велась на типологической основе. Выше уже указывалось, что выборка была представлена 548 таксационными выделами 264 из которых (48,2%) приходятся на древостои с преобладанием осины, соответственно 284 выдела (51,8%) приходится на древостои с преобладанием березы. Все эти древостои относятся к группе лесостепных травяных лесов разнотравной группе типов леса.

Анализ данных в пределах классов возраста позволила определить средние значения основных таксационных показателей с высокой точностью. Для разных категорий высоты, точность полученных результатов для всех насаждений, за исключением молодняков, варьируется от 0,7% до 3,1%. В отношении

молодняков данный показатель достигает 7,0% (Шевелев, Усов, Романова, 2024). Однако увеличить количество наблюдений с целью повышения точности опыта не было возможности, т.к. древостои этой возрастной группы в объекте исследования отсутствуют. Для рядов диаметров точность опыта соответственно равна 1,8-4,0% и 7,6%.

В молодняках изменчивость средних высот составляет около 20%, для остальных древостоев она – 3,6-16,3%. В пределах классов возраста варьирование значений средних диаметров лежит в районе 10-17%, а у молодняков около 30%.

Средние значения, полученные в ходе исследования, легли в основу для математического моделирования таблицы динамики таксационных показателей смешанных лиственных древостоев с преобладанием осины (Шевелев, Усов, Романова, 2024).

Анализ динамики основных таксационных показателей (средняя высота, средний диаметр, средний запас древостоя), а также иные показатели, рассчитанные на их основе по общеприменимым зависимостям (сумма площадей поперечного сечения древостоев, число стволов на гектаре и среднее видовое число) главных и сопутствующих элементов леса в осиново-березовых древостоях, показал, что с достаточной степенью адекватности он отображается функцией Вейбулла вида:

$$y=a-b \cdot \exp(-cx^d) \quad (4.1)$$

В таблице 4.8 приведены коэффициенты уравнений и показатели их адекватности. Аппроксимация уравнений и полученные графики приведены в приложении А.

Основной сопутствующей породой является береза, кроме нее в незначительном количестве представлены: пихта сибирская, ива козья, сосна обыкновенная, ель сибирская и сосна кедровая сибирская. Однако доля этих пород в средней формуле состава для древостоев класса возраста, как правило, не достигает единицы.

Таблица 4.8 - Коэффициенты уравнений и показатели их адекватности (смешанные лиственные древостои с преобладанием осины)

Таксационный показатель	Коэффициенты уравнений и показатели адекватности					
	a	b	c	d	S	R ²
Элемент леса: Осина						
Средняя высота, м	34,743334	37,222143	0,051216762	0,73333782	0,42	0,998
Средний диаметр, см	209,49422	208,0004	0,0026523021	0,92438366	2,11	0,974
Сумма площадей сечения, м ² /га	36,655418	41,673533	0,096702529	0,48564975	0,27	0,998
Число стволов, шт./га	2378,168	2310,2819	56,137109	-1,4898536	4,03	0,998
Среднее видовое число	1,0047377	0,56076905	9,483937	-1,4697599	0,002	0,999
Запас, м ³ /га	745,0681	756,27238	0,0051960189	0,94717412	9,23	0,988
Среднее изменение запаса м ³ /га	2,6520114	1,5402026	0,0052641634	2,2809249	0,06	0,992
Текущее изменение запаса м ³ /га	3,0999928	0,99394215	818,53114	-1,8983996	0,08	0,968
Элемент леса: Береза						
Средняя высота, м	22,315422	19,239657	0,00058193856	2,0061042	0,42	0,998
Средний диаметр, см	41,084243	41,882138	0,0073423421	1,0831666	0,35	0,998
Сумма площадей сечения, м ² /га	28,190128	28,733116	0,018805487	0,61422888	0,41	0,972
Число стволов, шт./га	12487,536	12380,871	34,402417	-2,0634857	34,8	0,998
Среднее видовое число	0,68839441	0,29854811	78,750858	-1,6827721	0,002	0,998
Запас, м ³ /га	205,22289	202,25253	0,00025120816	1,6745303	2,87	0,986

Таксационный показатель	Коэффициенты уравнений и показатели адекватности					
	a	b	c	d	S	R ²
Среднее изменение запаса м ³ /га	2,523697	2,1610218	0,0063073536	0,84215721	0,04	0,958
Текущее изменение запаса м ³ /га	2,0733061	1,6272041	5,8199421e-005	2,1532383	0,08	0,945
Древостой в целом						
Сумма площадей сечения, м ² /га	33,023742	57,219538	0,40543089	0,33702818	0,31	0,999
Запас, м ³ /га	753,31873	781,63596	0,014272005	0,79276449	9,10	0,996
Среднее изменение запаса м ³ /га	2,996594	-7,8630359	-0,39373524	-	0,03	0,999
Текущее изменение запаса м ³ /га	6,5514065	6,1531362	10,828399	-0,76347918	0,06	0,999

На основе полученных математических моделей построена таблица 4.9, отражающая динамику смешанных осиново-березовых древостоев.

Динамика смешанных осиново-березовых древостоев имеет ряд особенностей. В период роста молодняка формируются лесные массивы, где присутствие по количеству экземпляров обеих пород практически равно, а в некоторых случаях наблюдается преобладание березы (Шевелев, Усов, Романова, 2024). Вскоре, отпад березы в процессе лесообразования происходит более интенсивно.

Формирование стволов осины и березы происходит также не одинаково. Стволы осины характеризуются большой полндревесностью, а средние значения видовых чисел превышают аналогичный показатель у березы на 7-12%. Хотя следует отметить, что большая полндревесность стволов осины закономерна в силу ее экологических (генетических) особенностей, что оказывает значимое влияние на формирование смешанных лиственных древостоев.

Таблица 4.9 - Динамика основных таксационных показателей, смешанных осиново - березовых древостоев

Возраст, лет	Средние		Сумма площадей сечения, м ² /га	Запас элемента леса, м ³ /га	Изменение запаса, м ³ /га	
	высота, м	диаметр, см			среднее	текущее
Элемент леса: ОСИНА						
5	3,2	3,9	2,8	7	1,40	-
15	9,1	8,1	7,9	38	2,53	3,1
25	13,1	12,0	10,4	67	2,68	2,9
35	16,2	15,7	12,4	95	2,71	2,8
45	18,6	19,3	13,9	120	2,67	2,5
55	20,6	22,7	15,3	144	2,62	2,4
65	22,3	26,1	16,4	166	2,55	2,2
Элемент леса: БЕРЕЗА						
5	3,3	1,0	0,7	2	0,40	-
15	5,4	4,6	2,6	8	0,53	0,6
25	9,0	8,1	3,2	14	0,56	0,6
35	13,0	11,4	3,5	20	0,57	0,6
45	16,6	14,4	4,3	30	0,67	1
55	19,1	17,2	5,0	40	0,73	1
65	20,8	19,8	5,7	49	0,75	1,1
Древостой в целом						
5			3,5	9	1,80	-
15			10,5	46	3,07	3,7
25			13,6	81	3,24	3,5
35			15,9	115	3,29	3,5
45			18,2	150	3,33	3,5
55			20,3	184	3,35	3,4
65			22,1	215	3,31	3,3

В таблицах 4.10 и 4.11 приведены данные динамики числа стволов и видовых чисел.

Таблица 4.10 - Динамика числа стволов в осиново-березовых древостоев

Возраст, лет	5	15	25	35	45	55	65
Число стволов осины, шт.	2364	1524	920	639	457	377	307
Число стволов березы, шт.	3917	1593	629	340	261	216	186

Таблица 4.11 - Динамика средних видовых чисел

Возраст, лет	5	15	25	35	45	55	65
$f_{\text{осина}}$	0,775	0,532	0,492	0,474	0,465	0,458	0,454
$f_{\text{береза}}$	0,687	0,560	0,480	0,443	0,425	0,417	0,412

Расширенный анализ особенностей формирования стволов осины будет рассмотрено ниже в последующих разделах работы.

Также по темпам формирования отстает от среднего диаметра осины и средний диаметр березы в древостоях (Шевелев, Усов, Романова, 2024). Если величины среднего прироста средних диаметров березы лежат в пределах 0,20-0,33 см, то этот показатель для основного элемента леса – осины лежит в пределах 0,40-0,78 см (таблица 4.12). Причем характер изменения показателя различен, если в элементе леса «осина» максимум среднего прироста диаметров приходится на стадию молодняка, то у сопутствующего элемента – березы максимум среднего прироста по диаметру наступает только в IV классе возраста.

Отстают, хотя и не значительно, древостои элемента леса «береза» и по ходу роста средней высоты. Осиново-березовые древостои имеют довольно таки простую форму, но при формировании одного яруса в насаждении, высота отдельных элементов леса имеет различия (Шевелев, Усов, Романова, 2024).

Таблица 4.12 - Средние приросты средних диаметров (см) элементов леса «осина» и «береза» в древостоях с преобладанием осины

Класс возраста	I	II	III	IV	V	VI	VII
Осина	0,78	0,54	0,48	0,45	0,43	0,41	0,40
Береза	0,20	0,31	0,32	0,33	0,32	0,31	0,30

Как следствие всего этого осина в смешанном древостое продуцирует больший запас и является главной породой. На рисунке 4.10 отображена динамика изменения среднего прироста объема одного ствола в осиново–березовом древостое.

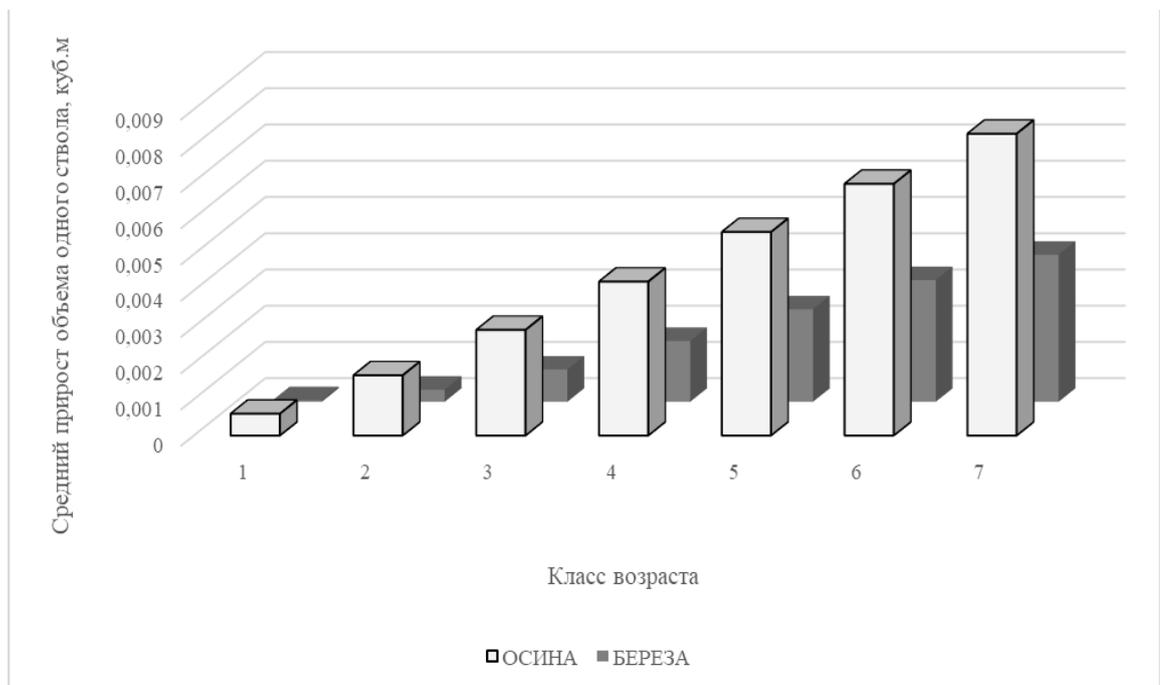


Рисунок 4.10 - Средний прирост объема одного ствола в осиново – березовых древостоях

4.5.2 Таблица динамики древостоев с преобладанием березы

В основу построения таблицы динамики таксационных показателей смешанных лиственных древостоев с преобладанием березы положены методические приемы уже использованные предыдущем разделе.

Были установлены показатели изменчивости основных характеристик (средних высот и средних диаметров) для главного элемента леса и сделана оценка точности расчета средних величин признаков. В таблицах 4.13 и 4.14 представлены результаты обработки.

Таблица 4.13 - Изменчивость средних высот березы в древостоях с ее преобладанием

Статистические показатели	Класс возраста									
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
W, %	17,0	15,5	18,5	12,0	7,9	5,8	5,2	5,5	2,4	9,9
p, %	3,8	6,3	13,0	3,5	1,9	0,8	0,5	0,9	1,2	3,1

Таблица 4.14 - Изменчивость средних диаметров березы в древостоях с ее преобладанием

Статистические показатели	Класс возраста									
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
W, %	41,5	15,7	14,9	12,1	11,5	9,8	8,3	9,8	11,3	16,3
p, %	9,3	6,4	5,1	3,5	2,7	1,4	0,8	1,6	5,7	5,2

Проанализировав данные таблицы, можно отметить, что только для совокупности древостоев первого класса возраста точность опыта при определении величины среднего диаметра относительно низка (9,3%). Это обусловлено высокой изменчивости признака, она достигает 41,5%.

В целом древостои с преобладанием березы более долговечны, они достигают возраста 90-100 лет, однако такие старовозрастные древостои встречаются крайне редко (4,2%) и вследствие этого в обработку не включены.

Были установлены особенности динамики основных таксационных признаков древостоев – средней высоты, среднего диаметра и среднего запаса.

В таблице 4.15 приведены коэффициенты уравнений и показатели их адекватности. Аппроксимация уравнений и полученные графики приведены в приложении Б.

Таблица 4.15 - Коэффициенты уравнений динамики таксационных показателей и характеристики их адекватности в смешанных лиственных древостоях с преобладанием березы

Таксационный показатель	Коэффициенты уравнений и показатели адекватности					
	a	b	c	d	S	R ²
Элемент леса: Береза						
Средняя высота, м	22,056149	18,399203	0,00093677505	1,9364497	1,62	0,981
Средний диаметр, см	111,30073	112,10058	0,0085278571	0,77114747	1,27	0,980
Сумма площадей сечения, м ² /га	13,017858	10,255306	0,00036453402	1,9744576	0,097	0,998
Число стволов, шт./га	6567,4035	6380,8527	23,818119	-1,7715915	130,5	0,960
Среднее видовое число	0,78140666	0,48300554	4,5206027	-0,66779242	0,033	0,96
Запас, м ³ /га	125,331	117,60057	8,1606698e-005	2,3653231	9,03	0,987
Среднее изменение запаса м ³ /га	1,580521190 23E+000	7,93572495817 E+000	7,93572495817E -001	2,4811161577 6E+000	0,02	0,999

Окончание таблицы 4.15

Текущее изменение запаса м ³ /га	2,0765998393 2E+000	1,46424463817 E+000	2,24768231983E -004	2,5020153144 2E+000	0,13	0,992
Элемент леса: Осина						
Средняя высота, м	24,58388	23,209768	0,0087763809	1,2889605	0,41	0,999
Средний диаметр, см	23,188107	22,812946	0,008752215	1,2986422	0,47	0,999
Сумма площадей сечения, м ² /га	4,2982118575 7E+000	3,59459297610 E+000	9,11914951258E -004	1,8087231549 9E+000	0,10	0,998
Число стволов, шт./га	368,67068	255,90515	22816,594	-3,3834718	10,4	0,996
Среднее видовое число	0,74971849	0,30881705	483,4974	-2,2686058	0,008	0,998
Запас, м ³ /га	4,2872139824 5E+001	4,06480384143 E+001	7,31270223801E -005	2,4106218817 3E+000	2,37	0,992
Среднее изменение запаса м ³ /га	5,4357981117 7E-001	3,46252706146 E-001	6,47769761126E -004	2,1327701687 9E+000	0,02	0,995
Текущее изменение запаса м ³ /га	9,8351967362 5E-001	1,11531418469 E+000	8,51270226106E -003	1,3922530937 7E+000	0,00	1,000
Древостой в целом						
Сумма площадей сечения, м ² /га	1,5966753063 2E+001	1,22672617283 E+001	4,22111558105E -004	2,0062901070 1E+000	0,45	0,997
Запас, м ³ /га	1,7428851245 0E+002	1,68372812400 E+002	1,67145228611E -004	2,1794924348 3E+000	0,97	0,999
Среднее изменение запаса м ³ /га	2,1389791249 6E+000	1,14979497609 E+000	1,95309694151E -004	2,3968820407 2E+000	0,02	0,999
Текущее изменение запаса м ³ /га	2,8116505826 0E+000	2,51415846543 E+000	4,80704827355E -004	2,3416333776 0E+000	0,20	0,992

На основе полученных математических моделей построена таблица 4.16, отражающая динамику смешанных березово-осиновых древостоев.

Таблица 4.16 - Динамика основных таксационных показателей, смешанных березово-осиновых древостоев

Возраст, лет	Средние		Сумма площадей сечения, м ² /га	Запас элемента леса, м ³ /га	Изменение запаса, м ³ /га	
	Высота, м	Диаметр, см			Среднее	Текущее
Элемент леса: БЕРЕЗА						
5	4	2,4	2,9	4	0,8	-
15	6,6	6,7	3,4	13	0,87	0,9
25	10,6	10	4,8	26	1,04	1,3
35	14,7	13,1	6,2	44	1,26	1,8
45	17,9	15,8	7,7	65	1,44	2,1
55	20	18,4	9,3	85	1,55	2,0
65	21,2	20,7	10,4	101	1,55	1,6
75	21,7	23,0	11,4	113	1,51	1,2
Элемент леса: ОСИНА						
5	2,8	2,0	0,9	1	0,20	-
15	7,6	6,1	1,0	4	0,27	0,2
25	11,1	10,0	1,6	9	0,36	0,5
35	14,3	14,5	2,2	15	0,43	0,6
45	17,6	16,3	2,8	23	0,51	0,8
55	20,0	18,4	3,3	30	0,55	0,7
65	21,2	19,7	3,7	36	0,55	0,6
75	22,2	21,4	3,9	39	0,52	0,3
Древостой в целом						
5			3,8	5	1,00	-
15			4,3	17	1,13	0,9
25			6,4	35	1,40	1,8
35			8,4	59	1,69	2,4
45			10,5	88	1,96	2,9
55			12,6	115	2,09	2,7
65			14,1	137	2,11	2,2
75			15,3	152	2,03	1,5

Для сопоставления динамики смешанных лиственных древостоев с разными главными породами были взяты два признака имеющие связь со всеми основными показателями – это средний прирост по величине среднего диаметра элемента леса и средний прирост объема одного ствола.

На рисунке 4.11 показаны приросты по величине среднего диаметра для преобладающих и сопутствующих пород.

Оказалось, что, являясь главными породами, береза и осина имеют средние приросты по диаметру превышающие средние приросты по диаметрам в древостоях, где они выступают в роли сопутствующих пород.

Причем средние приросты средних диаметров главных пород имеют максимумы в начале возрастного ряда, а у сопутствующих пород в 3-4 классах возраста (таблица 4.17).

Динамика среднего объема одного ствола изображена на рисунке 4.12

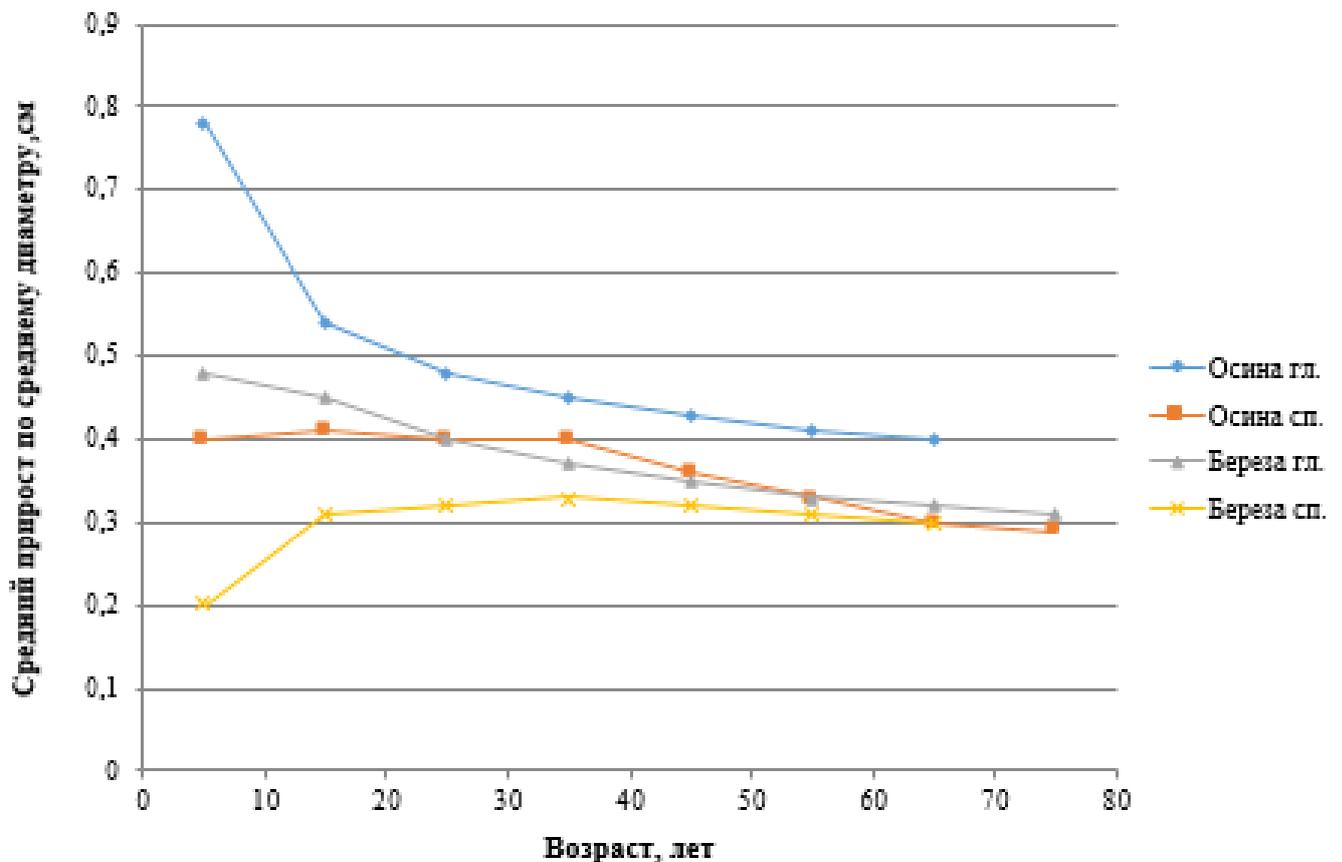


Рисунок 4.11 – Средние приросты средних диаметров элементов леса в смешанных древостоях

Таблица 4.17 – Средние приросты средних диаметров в смешанных лиственных древостоях

Возраст, лет	D, см	Ср. прирост, см	Возраст, лет	D, см	Ср. прирост, см
Осина			Береза		
Приросты по D _{ср} в древостоях с преобладанием березы					
5	2	0,40	5	2,4	0,48
15	6,1	0,41	15	6,7	0,45
25	10	0,40	25	10	0,40
35	14,5	0,41	35	13,1	0,37
45	16,3	0,36	45	15,8	0,35
55	18,4	0,33	55	18,4	0,33
65	19,7	0,30	65	20,7	0,32
75	21,4	0,29	75	23	0,31
Приросты по D _{ср} в древостоях с преобладанием осины					
5	3,9	0,78	5	1	0,20
15	8,1	0,54	15	4,6	0,31
25	12	0,48	25	8,1	0,32
35	15,7	0,45	35	11,4	0,33
45	19,3	0,43	45	14,4	0,32
55	22,7	0,41	55	17,2	0,31
65	26,1	0,40	65	19,8	0,30

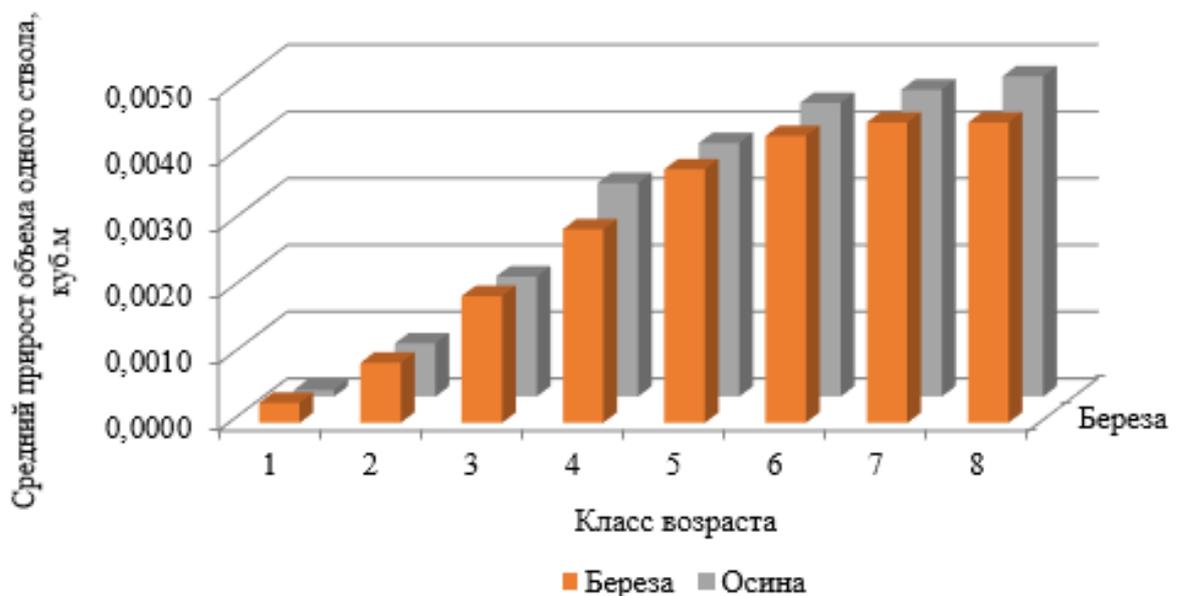


Рисунок 4.12 – Средний прирост объема одного ствола в березово-осиновых древостоях

Следует отметить, что в березово-осиновых древостоях эти характеристики имеют небольшие различия в отличие от осиново-березовых древостоев, где осина имеет явное преобладание.

Соотношения средних приростов по среднему диаметру у главного и сопутствующего элементов леса наглядно иллюстрируются рисунками 4.13 и 4.14.

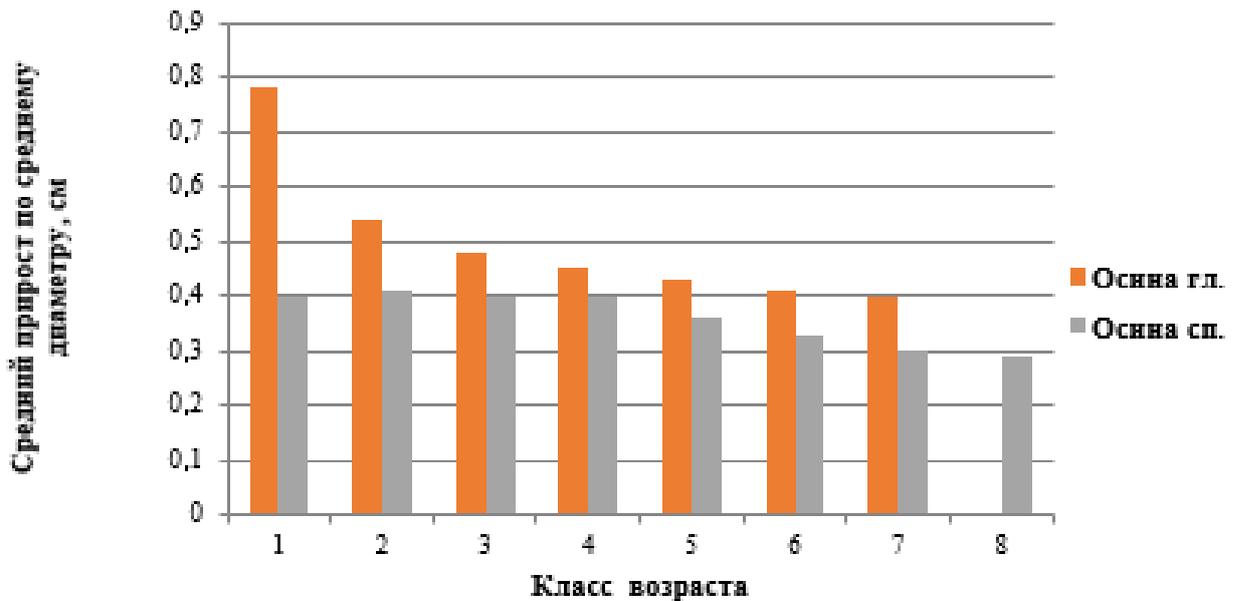


Рисунок 4.13 – Соотношение средних приростов по среднему диаметру у главного и сопутствующего элемента леса (осина)

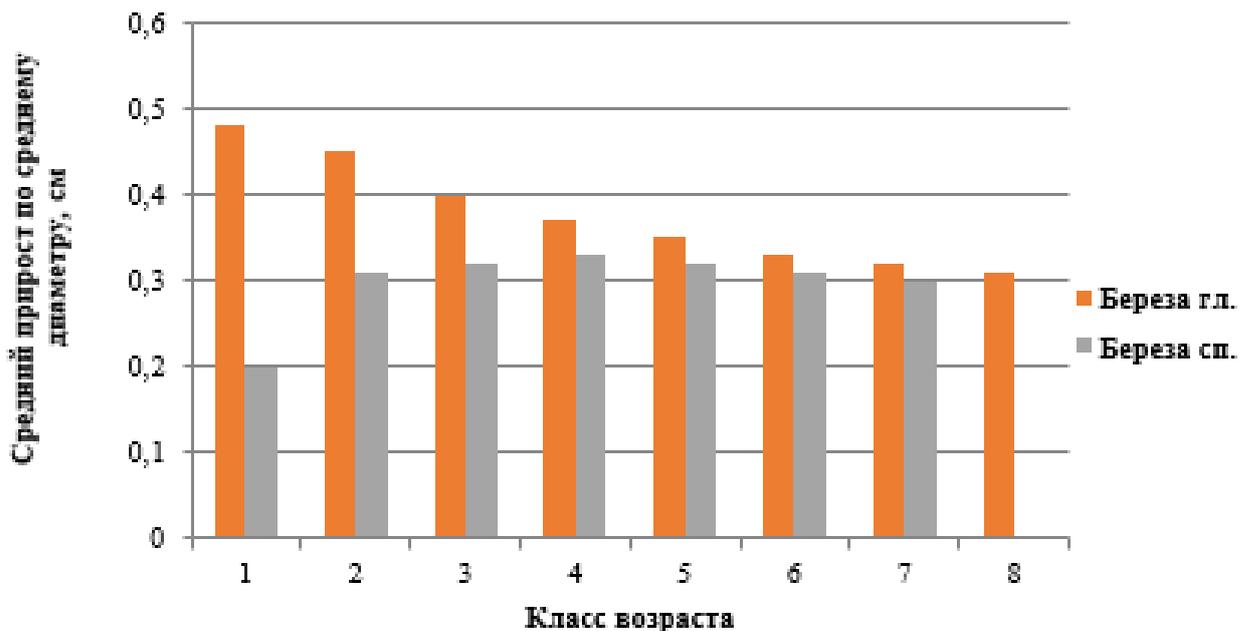


Рисунок 4.14 – Соотношение средних приростов по среднему диаметру у главного и сопутствующего элемента леса (береза)

На рисунке 4.15 иллюстрируется соотношение в общей производительности смешанных лиственных древостоев по классам возраста.

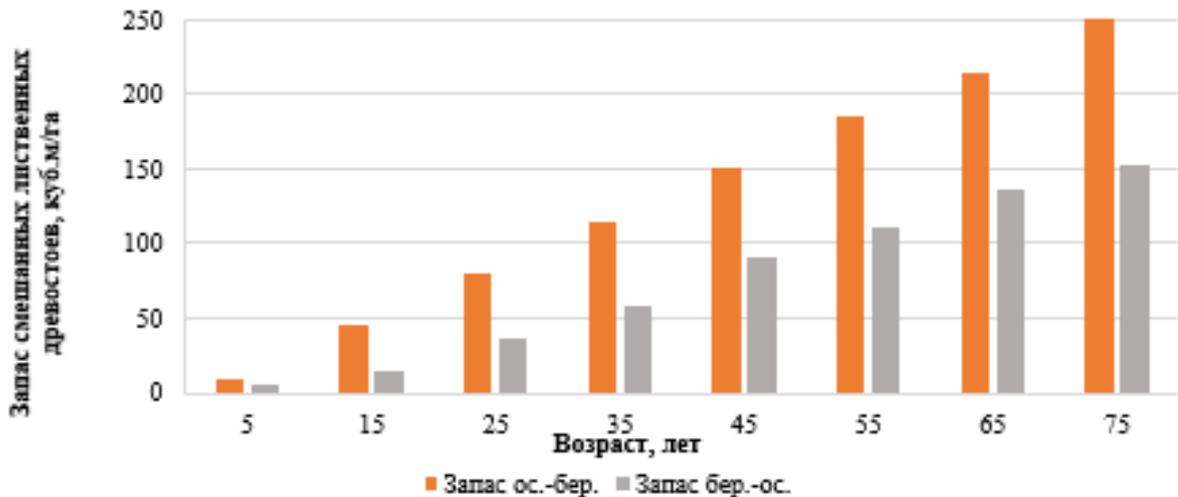


Рисунок 4.15 – Производительность смешанных лиственных древостоев по классам возраста

Подводя итог рассмотрению особенностей формирования и динамики смешанных лиственных древостоев в Канской лесостепи можно констатировать следующее:

- смешанные лиственные древостои в зависимости от состава имеют особенности в формировании влияющие на их производительность;
- лесные формации с преобладанием березы более долговечны; учтены отдельные древостои с главными элементами леса IX – X класса возраста;
- лесные формации с преобладанием осины более производительны, во многом в силу экологических (генетических) особенностей породы;
- в обеих формациях осиново-березовых и березово-осиновых преобладающие элементы леса формируют большие приросты как по величине линейных параметров (среднему диаметру), так и по объемам стволов и запасам по сравнению с сопутствующими элементами леса;
- построенные таблицы динамики таксационных показателей, могут быть использованы при проектировании хозяйственных мероприятий в смешанных лиственных древостоях Канской лесостепи.

5 ФОРМИРОВАНИЕ СТВОЛОВ ОСИНЫ

Особенности формирования березняков в регионе исследования достаточно полно изучены (Попов, 1975; Спицина, 1996, 2014; Ефремова, 2018 и др.). В то же время оказалось, что показатели формы и полндревесности стволов березы в смешанных древостоях очень близки с данными М.Н. Ефремовой (2018), выполнившей свою работу на кафедре лесной таксации, лесоустройства и геодезии СибГУ им. ак. М.Ф. Решетнева. Поэтому в основном внимание было направлено на вопросы формирования стволов осины в лесостепных древостоях. Основные исследования этого плана в осиновых древостоях Средней Сибири проведены М.А. Данилиным (1968). Им построен ряд таксационных нормативов, к настоящему времени частично устаревших. Отдельные аспекты этой достаточно обширной темы остаются открытыми.

5.1 Особенности роста стволов осины

Осина обыкновенная – лесообразующая порода, отличающаяся относительно высокими темпами роста. По свидетельствам Э.Н. Фалалеева, В.С. Полякова (1975), М.А. Данилина (1975) в благоприятных условиях местопроизрастания в Средней Сибири сомкнутые древостои осины к 50 годам могут сформировать запасы в 250 и даже 300 м³/га.

Оценка интенсивности роста стволов осины с использованием комплексного оценочного показателя «коэффициент напряженности роста», показала, что на отдельных этапах интенсивность роста осины превышает интенсивность роста березы. Для сопоставления были использованы данные приводимые М.Н. Ефремовой (2018) для березовых древостоев в Канской лесостепи. Комплексный оценочный показатель, имеющий также наименование «коэффициент напряженности роста» рассчитывается для древостоев как отношение средней высоты древостоя к средней площади поперечного сечения:

$$K = \frac{H_{\text{ср}} * 100}{g_{1.3\text{ср}}} \quad (5.1)$$

где, K – комплексный оценочный показатель,

$H_{\text{ср}}$ – средняя высота древостоя, м.,

$g_{1.3\text{ср}}$ – средняя площадь поперечного сечения древостоя, см².

Для отдельного дерева он рассчитывается как отношение высоты последнего к площади поперечного сечения ствола на высоте 1,3 метра выраженной в квадратных сантиметрах.

Физический смысл комплексного оценочного показателя заключается в оценке величины части высоты древесного ствола, формирование которой обеспечено единицей площади поперечного сечения.

Этот коэффициент был разработан К.К. Высоцким (1962). Он нашел применение в различных биологических и лесоводственных исследованиях.

Расчеты ведутся как для древостоев, так и для отдельных деревьев. С помощью коэффициента осуществляется оценка жизненного состояния древостоев (Шульга, 2007, 2011; Шевелев, 2018), гидрофизических свойств древесины (Густова, 2007).

На рисунке 5.1 приведено изменение коэффициентов напряженности роста древостоев осины в Канской лесостепи.

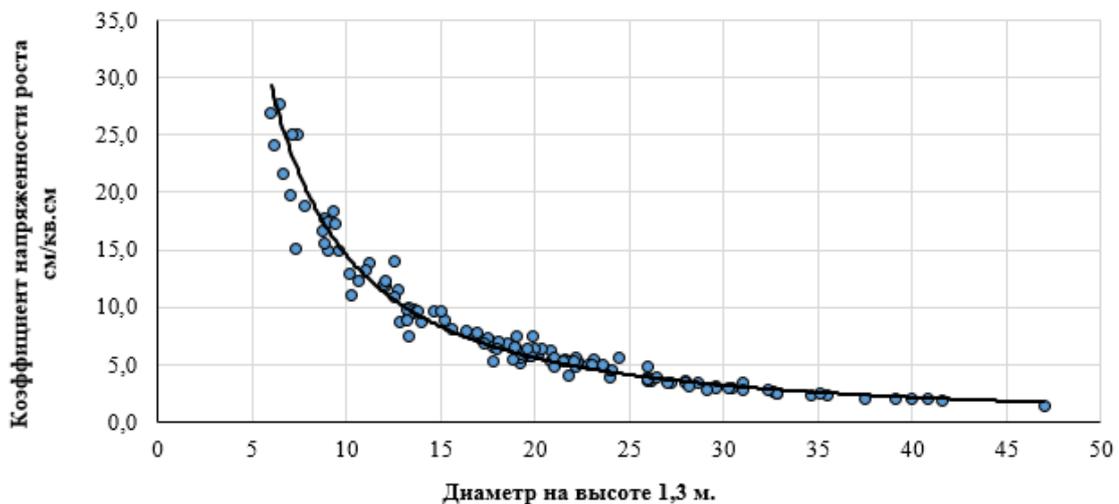


Рисунок 5.1 – Коэффициент напряженности роста древостоев осины

Изменение коэффициента напряженности роста с изменением среднего диаметра древостоев отображается уравнением вида:

$$K = 348,84 * D_{1,3}^{-1,38} \quad (5.2)$$

Адекватность уравнения соответствует коэффициенту детерминации (R^2) который равен 0,97. Из графика можно заключить, что периодом наиболее интенсивного формирования стволов осины в смешанных древостоях лежит в пределах 25-35 лет, что соответствует диаметрам 15-16 см.

5.2 Полнодревесность и форма стволов осины

Осина является одной из наиболее полнодревесных лесообразующих пород. Принято считать, что среднее значение второго коэффициента формы (q_2) у нее равно 0,70.

Однако на основании данных полученных в различающихся по полноте древостоях оказалось, что этот показатель (среднее значение q_2 изменяется в пределах 0,66–0,73 при коэффициенте варьирования находящемся в пределах 9,8–10,7%).

В таблице 5.1 приведены предельные значения средних показателей формы и полнодревесности стволов осины.

Таблица 5.1 – Средние значения показателей формы и полнодревесности стволов осины

Показатель	Средние значения	Коэффициент изменчивости, %
q_0	1,17 – 1,18	9,4 – 10,3
q_1	0,85 – 0,88	7,3 – 7,8
q_2	0,66 – 0,73	9,8 – 10,7
q_3	0,41 – 0,52	19,3 – 21,7
Видовое число в коре	0,455 – 0,458	11,1 – 11,7
Видовое число без коры	0,456 – 0,458	11,8 – 11,9

Средняя величина является важной статистической характеристикой, однако она не может в полной мере отразить изменения рассматриваемого признака в вариационном ряду, в данном случае второго коэффициента формы (q_2).

Этот коэффициент принят за основу анализа строения древостоев по форме стволов, потому что он является широко применяемой величиной, наиболее полно характеризующей этот признак и тесно связан с основным показателем полндревесности – видовым числом.

На рисунке 5.2 показано строение древостоев по коэффициенту формы (q_2).

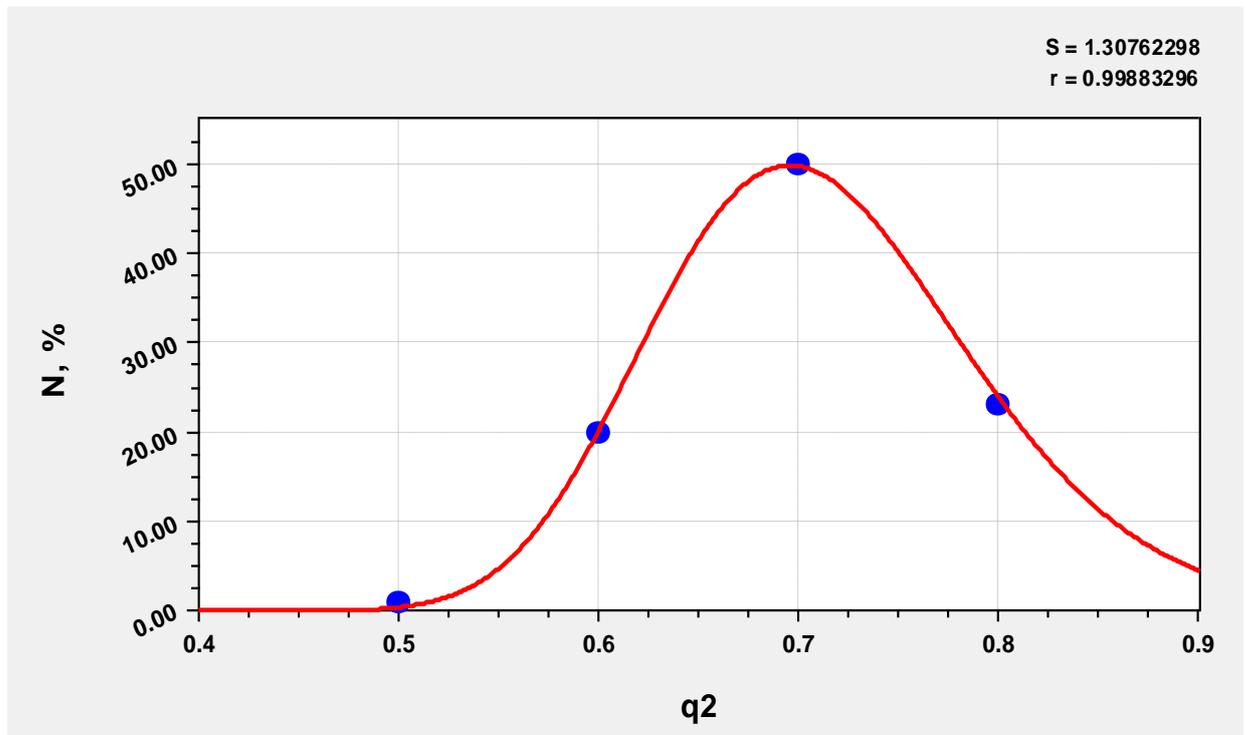


Рисунок 5.2 – Строение древостоев элемента леса: осина по коэффициенту формы q_2

Строение древостоев по q_2 соответствует уравнению:

$$y = \exp(a + b/x + c \ln(x)) \quad (5.3)$$

где, $a = 54,047129$

$b = -54,763457$

$c = -78,7609$

Адекватность уравнения соответствует коэффициенту детерминации (R^2) равному 0,996 при стандартной ошибке уравнения (S) равной 1,31.

По полученному уравнению построена таблица 5.2.

Таблица 5.2 – Распределение стволов в древостое по градациям q_2

Коэффициент формы (q_2)	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	Итого
Число стволов, %	1	20	50	23	6	100

Из содержания таблицы следует, что половина стволов в древостоях осины имеют среднюю для этой породы полндревесность, соответствующую коэффициенту формы q_2 равному 0,7. Количество стволов, имеющих большой сбеж и стволов более полндревесных, чем средние, достаточно близко – 21 и 29%.

5.3 Связь показателей полндревесности и формы стволов

В практике лесной таксации наиболее часто применяемыми показателями формы и полндревесности стволов являются второй коэффициент формы (q_2) и старое видовое число (f). Эти показатели имеют тесную связь, которая неоднократно доказана многими исследователями.

Практический смысл эта зависимость приобретает при необходимости быстрого определения значений видового числа для прямого расчета которого необходимо значение объема ствола. Оказывается, наиболее простым путем является установление значения видового числа по уравнению, связывающему его с легко определяемым коэффициентом формы q_2 .

Ряд исследователей (Шиффель, 1899; Третьяков, 1952; Шустов, 1909 и т.д.) использовали для установления этой зависимости нелинейные уравнения, а

некоторые (Гуттенберг, Кунце и т.д.) считали возможным использование уравнение прямой.

Связь видового числа (f) с вторым коэффициентом формы (q_2) у деревьев осины в районе исследования отображается линейным уравнением вида:

$$f = 0,0572 + 0,547 * q_2 \quad (5.4)$$

Коэффициент детерминации (R^2) равен 0,85, стандартная ошибка уравнения (S) равна 0,03.

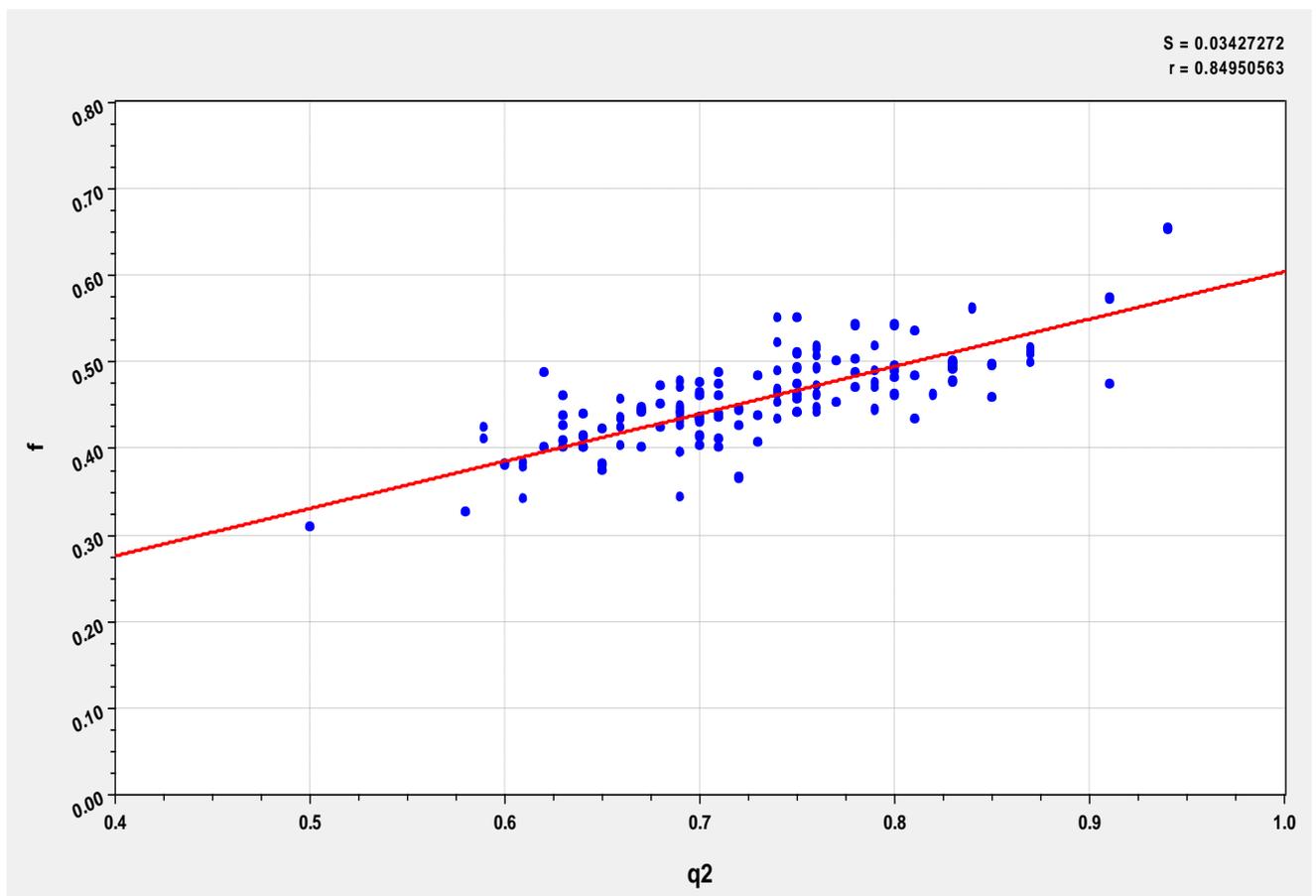


Рисунок 5.3 – Связь старого видового числа (f) и коэффициента формы (q_2)

Таблица 5.3 – Значения видового числа по коэффициенту формы

Коэффициент формы (q_2)	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
Видовое число (f)	0,28	0,33	0,39	0,44	0,49	0,55

5.4 Видовые высоты

Видовая высота – произведение высоты дерева на видовое число (Hf), а для древостоя произведение средней высоты на среднее видовое число ($H_{cp}f_{cp}$) является одним из наиболее часто используемых производных показателей при определении объемов стволов и запасов древостоев. С помощью этого показателя, определяемого по вспомогательной таблице, построенной на основе региональных объемных таблиц, определяется запас древостоя при таксации лесосек методом круговых реласкопических площадок. Первые таблицы видовых чисел были опубликованы в «Наставлении по отводу и таксации лесосек в лесах СССР» (1972).

Однако в этой таблице значения видовых высот в значительной степени усреднены и если видовые высоты для сосны, лиственницы, кедра определяются с учетом разряда высот, то для осины приведены только средние значения для всего ареала вида.

На рисунке 5.4 показана связь между высотой ствола (H) и видовой высотой (Hf) у деревьев осины в районе исследования.

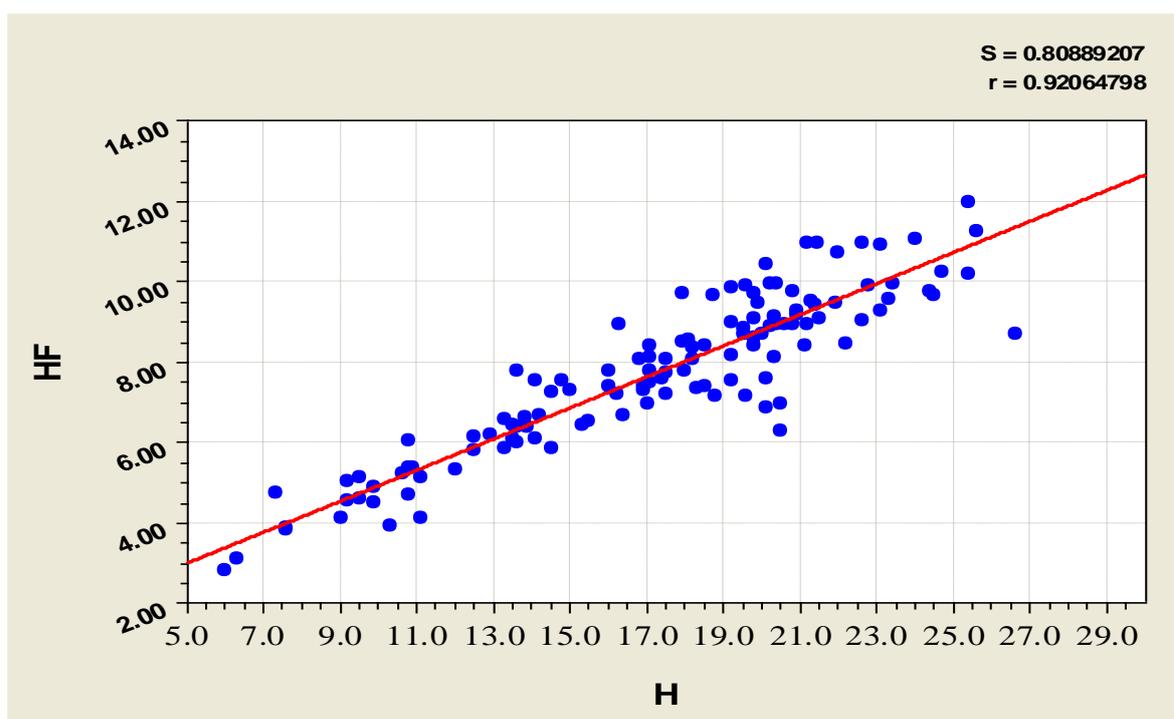


Рисунок 5.4 – Связь видовой высоты с высотой ствола осины

Оказалось, что связь с высокой степенью адекватности ($R=0,92$) отображается линейным уравнением вида:

$$H_f = 1,0656 + 0,3868 * H \quad (5.5)$$

В таблице 5.4 приведены видовые высоты, полученные по уравнению.

Таблица 5.4 – Видовые высоты осины

Высота, м.	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28
Видовая высота, м.	4,16	4,94	5,76	6,58	7,47	8,13	8,85	9,54	10,19	10,81	11,40

Далее полученные данные были сопоставлены и отображены на рисунке 5.5 со значениями средних видовых высот из таблицы «Видовые высоты по породам и разрядам высот».

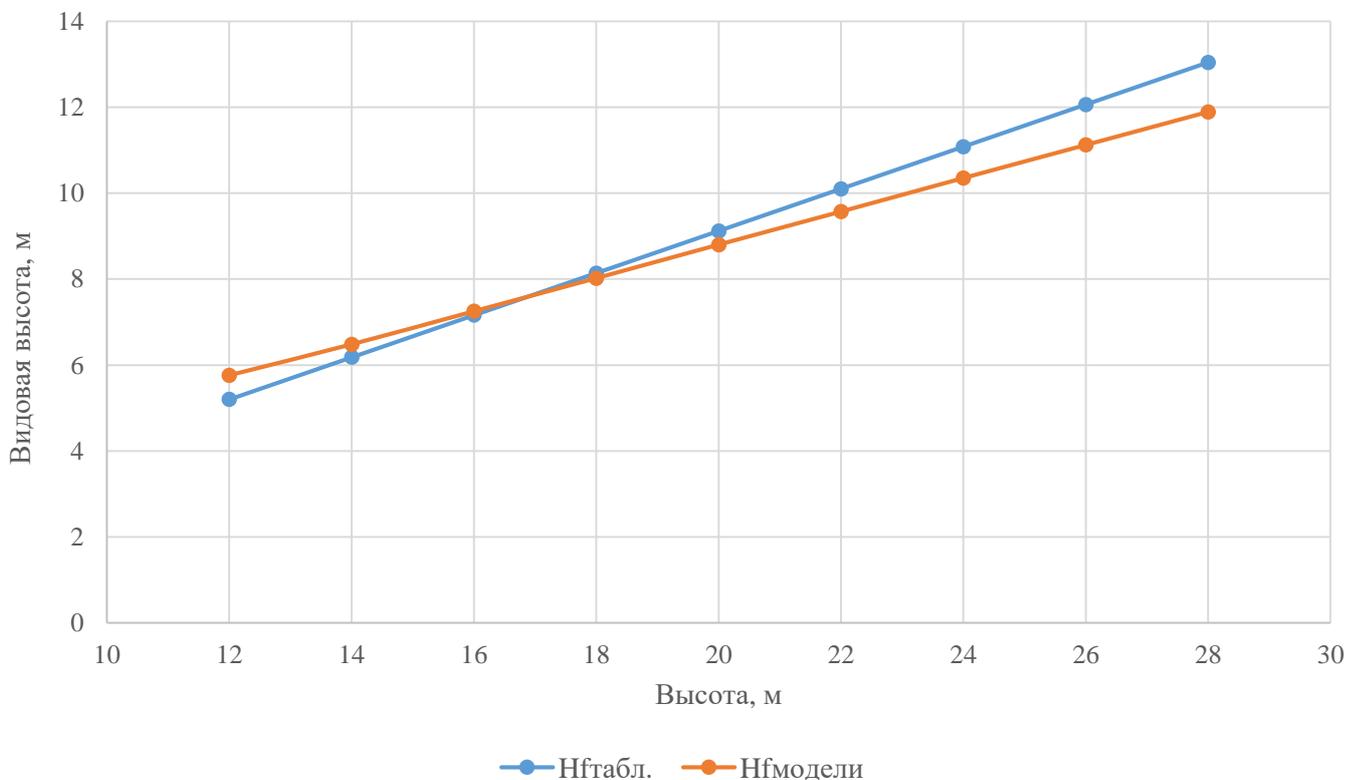


Рисунок 5.5 – Сопоставление видовых высот осины в районе исследования с табличными значениями.

Оказалось, что линии графиков, отображающие связь видовых высот с высотой, не совпадают. Причем при увеличении высоты разница возрастает, достигая 12,6%.

Исходя из этого следует, что соблюдение принципов районирования при формировании нормативной базы таксации лесов должно строго соблюдаться, а также можно заключить, что величины видовых высот в смешанных древостоях имеют различия с аналогичными показателями в чистых осинниках.

Видовая высота коррелирует и с диаметром ствола на высоте 1,3 м., но безусловно, в меньшей степени.

На рисунке 5.6 отображена зависимость видовой высоты (H_f) от диаметра (D).

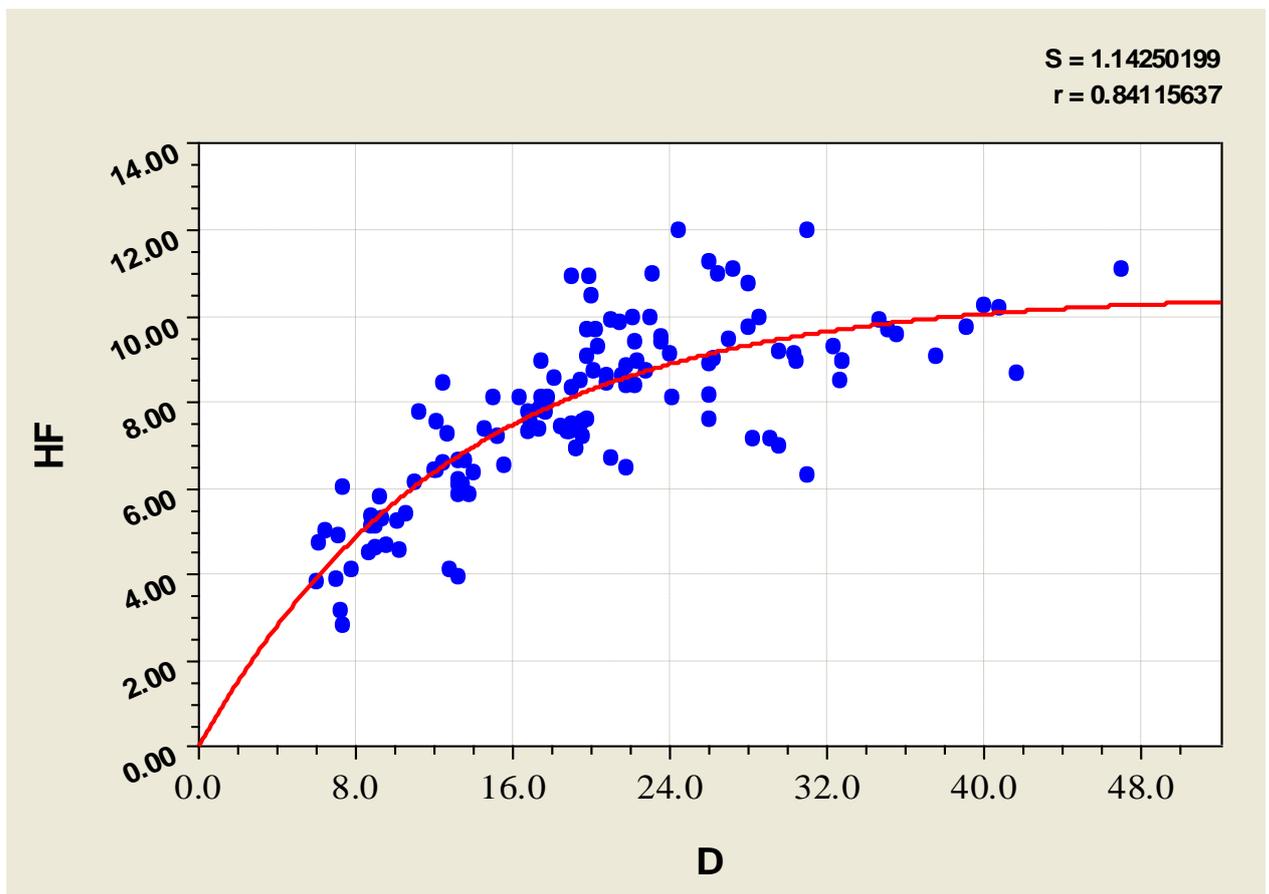


Рисунок 5.6 – Связь видовой высоты (H_f) осины с диаметром ствола на высоте 1,3 м (D)

Зависимость имеет практическое значение – некоторые исследователи включают ее в методику по построению объемных таблиц. Зависимость отображается экспоненциальным уравнением вида:

$$y=a(1-\exp(-bx)) \quad (5.6)$$

где: $a = 1.05204715551E+001$

$b = 7.76879895405E-002$

Адекватность уравнения соответствует коэффициенту детерминации (R^2) равному 0,841 при стандартной ошибке уравнения (S) равной 1,14.

Путем табуляции уравнения получена вспомогательная таблица 5.5 для определения видовой высоты для стволов осины различных диаметров.

Таблица 5.5 – Средние видовые высоты осины у стволов различной толщины

D, см	4	6	8	10	12	14	16	18	20
Hf, м	2,81	3,92	4,87	5,69	6,38	6,97	7,49	7,92	8,29

Продолжение таблицы 5.5

D, см	22	24	26	28	30	32	34	36	38
Hf, м	8,62	8,89	9,12	9,33	9,50	9,64	9,77	9,88	9,97

Окончание таблицы 5.5

D, см	40	42	44	46	48
Hf, м	10,05	10,12	10,18	10,22	10,27

5.5 Видовые диаметры

Под термином «видовой диаметр» принято понимать произведение диаметра ствола на видовое число. Данный показатель используется наряду с видовой высотой при построении объемных и сортиментных таблиц в качестве вспомогательной величины при расчетах объемов стволов.

Для элемента леса «осина» в смешанных лиственных древостоях средняя величина Df оказалось равной $8,86 \pm 0,31$, при коэффициенте варьирования ряда (w) равном 39,2% и точности опыта (p) равной 3,4% минимальное значение 3,04, максимальное 21,75.

Характер связи между диаметром ствола и видовым диаметром показан на графике (рисунок 5.7). Величина коэффициента детерминации ($R^2=0,965$) подтверждает адекватность уравнения.

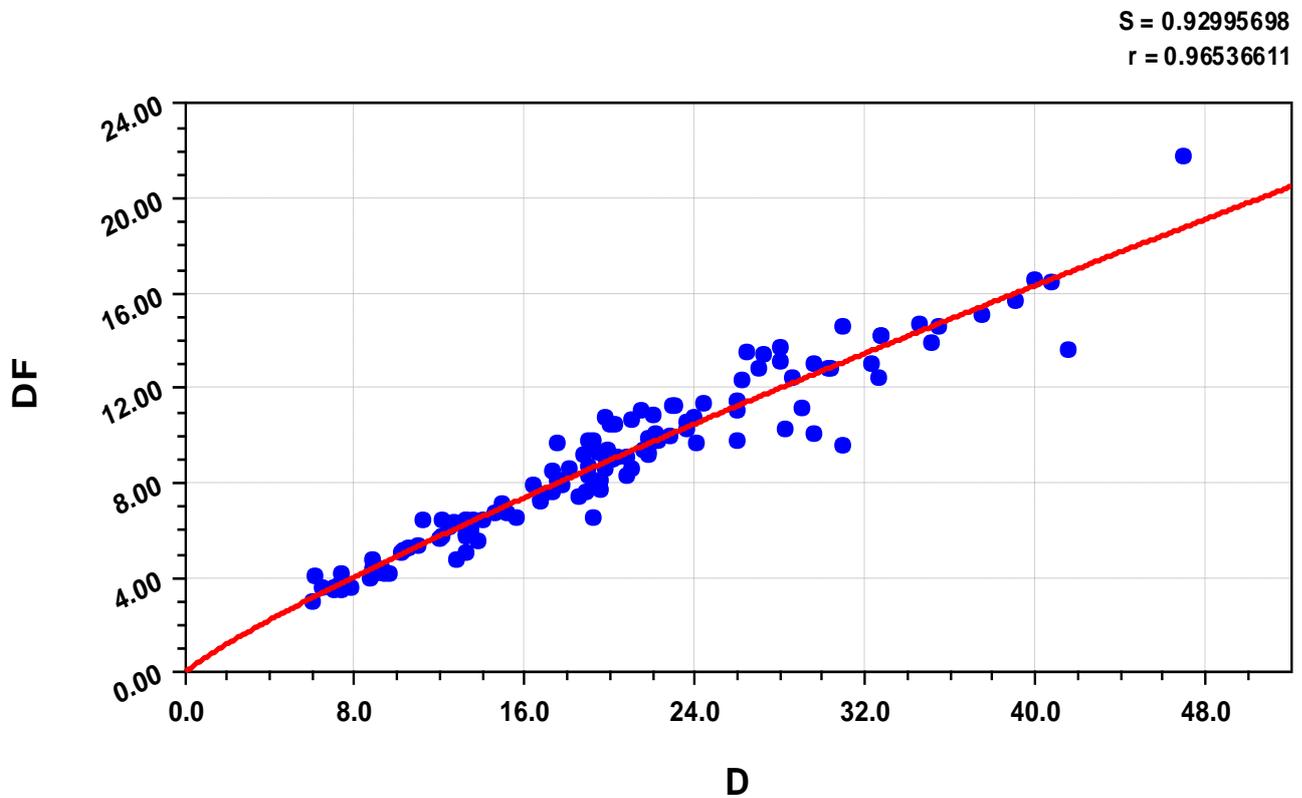


Рисунок 5.7 - Связь видового диаметра с диаметром ствола осины

Уравнение связи имеет вид:

$$y=ax^b \quad (5.7)$$

где: $a=0.67480875$

$b=0.86402212$

На основе уравнения получена вспомогательная таблица 5.6 для определения средних значений видовых диаметров осины по величине диаметра ствола по высоте 1,3 м.

Таблица 5.6 – Средние видовые диаметры у стволов осины различной толщины

D, см.	6	8	10	12	14	16	18	20	22
Df, см.	3,17	4,06	4,93	5,77	6,60	7,41	8,20	8,98	9,75

Окончание таблицы 5.6

D, см.	24	28	32	36	40	42	44	46	48
Df, см.	10,51	12,01	13,48	14,32	16,35	17,05	17,75	18,44	19,13

5.6 Видовые площади сечения и их применение при определении объемов стволов

Под термином «видовая площадь поперечного сечения ствола» понимают произведение площади сечения древесного ствола на видовое число – gf .

Произведение суммы площадей поперечных сечений ($\sum gf_{cp}$) различных пород на средние значения видовых чисел были использованы Н.П. Анучиным (1982) и Н.В. Третьяковым (1952) при расчетах формул для определения запасов древостоев.

В результате обработки данных деревьев получен ряд видовых площадей сечения для отдельных деревьев осины различного диаметра. Результаты статистической обработки ряда приведены в таблице 5.7.

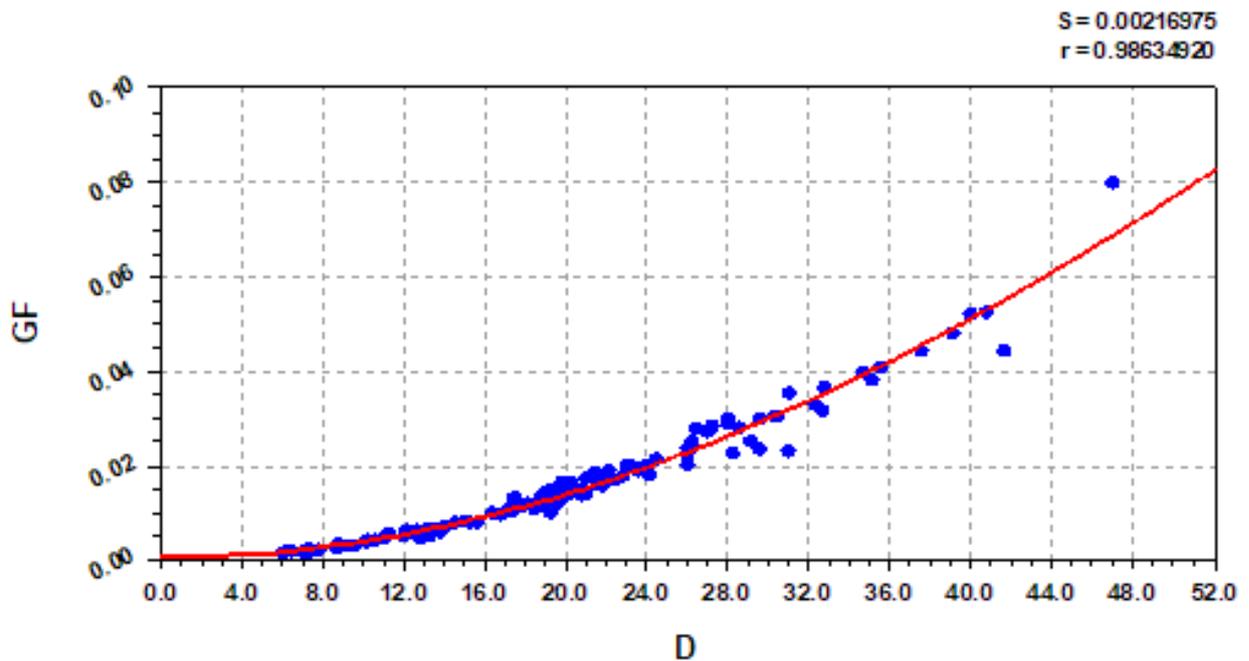
Таблица 5.7 – Статистические показатели ряда видовых площадей поперечных сечений осины (m^2)

Статистический показатель	Значение показателя
Среднее значение	0,0162
Стандартная ошибка	0,0012

Медиана	0,0135
Мода	-
Стандартное отклонение	0,0130
Дисперсия выборки	0,0002
Экссесс	4,3529
Асимметричность	1,6898
Минимум	0,0014
Максимум	0,0803
W, %	80,4
P, %	7,1

Видовая площадь поперечного сечения довольно тесно связана с такими таксационными показателями, как: с диаметром ($r=0,98$), с высотой ($r=0,80$), с объемом ствола ($r=0,99$), с видовой высотой ($r=0,70$) и с видовым диаметром ($r=0,96$).

Практическое значение имеет связь gf с диаметром ствола на высоте 1,3 м (D) (рисунок 8). Анализ графика, отображенного на рисунке 5.8, свидетельствует, что особо тесная связь между признаками наблюдается до ступени 24 см. Затем происходит рассеивание ряда, однако оно не критично и вероятнее всего связано с изменениями формы стволов деревьев осины достигшей значительных размеров и произрастающих на относительно открытых пространствах. Такие деревья не испытывают в полной мере конкуренции за свет, минеральные вещества и т.п., что повышает изменчивость величины видовых чисел.



MMF Model: $y = (a * b + c * x^d) / (b + x^d)$

Coefficient Data:

$a = 0.00043148156$ $c = 0.97045815$
 $b = 25375.466$ $d = 1.9651453$

Рисунок 5.8 – Связь между видовыми площадями и диаметрами стволов осины

Путем табуляции полученного уравнения построена вспомогательная таблица для определения объемов стволов осины.

Исходной формулой определения объема ствола является общеизвестное математическое выражение:

$$v = gHf \quad (5.8)$$

где, v – объем ствола, m^3 ;

g – площадь поперечного сечения ствола на высоте 1,3 m^2 ;

H – высота ствола, m ;

f – старое видовое число.

В таблице 5.8 приведены расчетные значения gf осины.

Таблица 5.8 – Расчетные значения gf осины

Диаметр на 1,3 м, см	Видовая площадь поперечного сечения (gf), м ²	Диаметр на 1,3 м, см	Видовая площадь поперечного сечения (gf), м ²	Диаметр на 1,3 м, см	Видовая площадь поперечного сечения (gf), м ²	Диаметр на 1,3 м, см	Видовая площадь поперечного сечения (gf), м ²
1	2	1	2	1	2	1	2
4	0,0010	16	0,0092	28	0,0264	40	0,0514
5	0,0013	17	0,0103	29	0,0282	41	0,0538
6	0,0017	18	0,0115	30	0,0301	42	0,0562
7	0,0022	19	0,0127	31	0,0320	43	0,0587
8	0,0027	20	0,0140	32	0,0339	44	0,0612
9	0,0033	21	0,0154	33	0,0359	45	0,0638
10	0,0039	22	0,0167	34	0,0380	46	0,0664
11	0,0047	23	0,0182	35	0,0401	47	0,0690
12	0,0054	24	0,0197	36	0,0423	48	0,0717
13	0,0063	25	0,0213	37	0,0445	49	0,0745
14	0,0072	26	0,0229	38	0,0467	50	0,0772
15	0,0082	27	0,0246	39	0,0490	51	0,0800

Для определения объема ствола осины в смешанных древостоях лесостепной зоны Средней Сибири необходимо измерить его диаметр и высоту. Затем по диаметру найти расчетное значение gf в таблице и умножить его на высоту. Так, например, диаметр на 1,3 м – 20,3 см.; высота – 22,6 м.; gf – 0,0140 м². Таким образом – $v = 0,0140 * 22,6 = 0,3164$ м³.

Далее было проведено сопоставление объемов стволов осины найденных предложенным способом и по таблицам разработанным М.А. Данилиным (1975) для осинников южно-таежных лесов Средней Сибири и юго-западной части Восточного Саяна (рисунок 5.9).

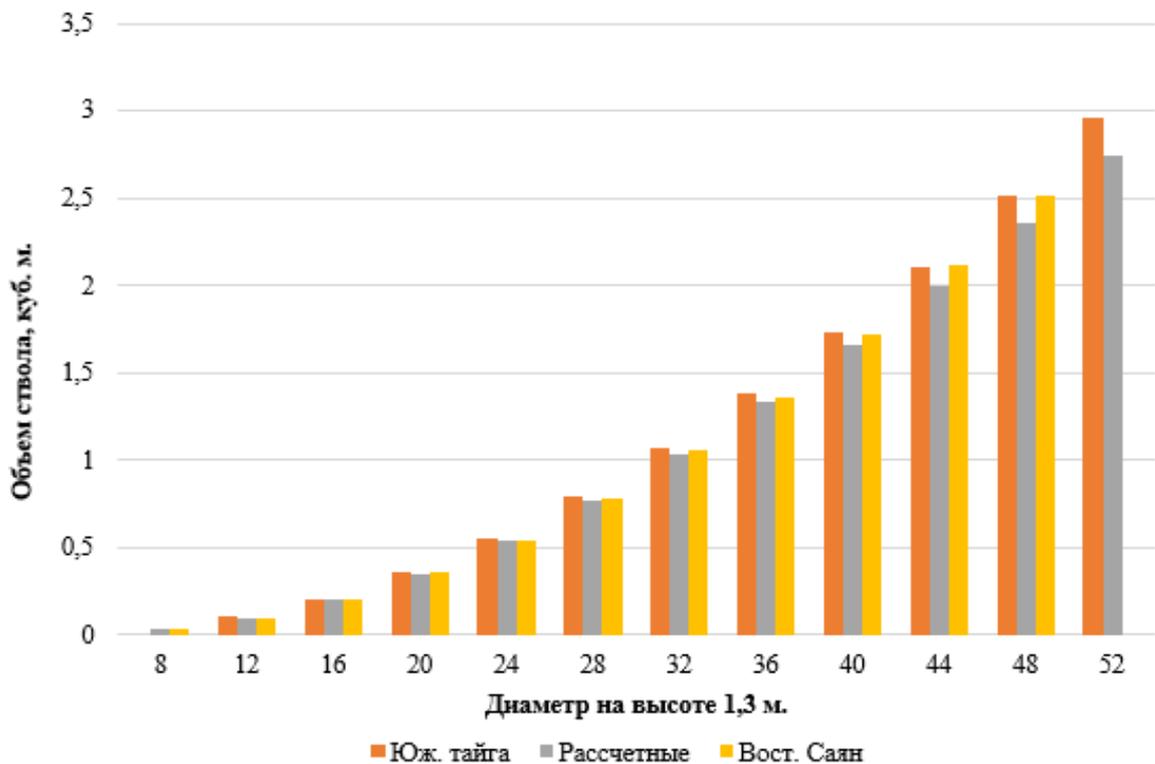


Рисунок 5.9 – Сопоставление полученных объемов с данными М.А. Данилина

Первая таблица помещена в «Лесотаксационном справочнике для южно-таежных лесов Средней Сибири» (2002), вторая в «Справочном пособии по таксации лесов Сибири» (1974).

Оказалось, что стволы деревьев осины лесостепной зоны произрастающих в смешанных древостоях, имеют несколько меньший объем по сравнению со стволами деревьев осины таежной зоны в крупных ступенях толщины. В ступени толщины равной 48 см разница в объемах достигла 6,1%.

Таблицу, полученную на основе показанных выше расчетов, можно рекомендовать для практического использования поместив в справочные материалы таксатора при лесоустройстве лесов лесостепной зоны Средней Сибири.

На основе этих данных построена объемная таблица (таблица 5.9, приложение А). Она не разделена на разряды, а построена по типу баварских таблиц. Такая конструкция норматива делает его несколько громоздким, однако дробление данных позволяет получить искомые величины с большей точностью.

Высота, м Диаметр на 1,3 м, см		27	28	29	30	31
		28	в коре	0,7128	0,7392	0,7656
	без коры	0,6429	0,6668	0,6906	0,7144	0,7382
29	в коре	0,7614	0,7896	0,8178	0,8461	0,8743
	без коры	0,6875	0,7130	0,7385	0,7640	0,7895
30	в коре	0,8115	0,8416	0,8716	0,9017	0,9317
	без коры	0,7336	0,7608	0,7879	0,8151	0,8423
31	в коре	0,8630	0,8950	0,9270	0,9589	0,9909
	без коры	0,7810	0,8100	0,8389	0,8678	0,8968
32	в коре	0,9159	0,9499	0,9838	1,0177	1,0516
	без коры	0,8298	0,8606	0,8913	0,9220	0,9527
33	в коре	0,9703	1,0062	1,0421	1,0781	1,1140
	без коры	0,8801	0,9126	0,9452	0,9778	1,0104
34	в коре	1,0259	1,0639	1,1019	1,1399	1,1779
	без коры	0,9307	0,9652	0,9996	1,0341	1,0686
35	в коре	1,0830	1,1231	1,1632	1,2033	1,2434
	без коры	0,9834	1,0198	1,0562	1,0926	1,1290
36	в коре	1,1413	1,1836	1,2258	1,2681	1,3104
	без коры	1,0374	1,0759	1,1143	1,1527	1,1912
37	в коре	1,2010	1,2454	1,2899	1,3344	1,3789
	без коры	1,0917	1,1321	1,1725	1,2130	1,2534

Таблица 5.9 – Объем стволов осины (м³) (фрагмент объемной таблицы)

5.7 Влияние коры на форму стволов осины

Являясь одной из основных частей древесного ствола, кора оказывает влияние на форму и сортиментную структуру таких толстокорых пород как лиственница и сосна (Лебков, 2001; Евстафьев, 2007; Кулакова, 2019).

Для осины обыкновенной сведений о влиянии коры на форму ствола в литературных источниках не найдено.

Обработке подверглись данные модельных деревьев характеризующие относительный объем коры в процентах от объема ствола в коре. Результаты статистической обработки ряда относительного объема коры осины приведены в таблице 5.10.

Таблица 5.10 - Статистическая обработка ряда относительных объемов коры (процент от объема ствола в коре)

Статистический показатель	Значение показателя
Относительный объем коры осины (%)	
Среднее значение	11,3
Стандартная ошибка	0,32
Медиана	10,6
Мода	Н/Д
Стандартное отклонение	3,4
Дисперсия выборки	12,09
Экссесс	0,56
Асимметричность	0,83
Минимум	5,3
Максимум	22,2
W,%	30,8
P,%	2,8

Доля коры в объеме стволов осины варьирует в достаточно широких пределах - коэффициент варьирования превышает 30%. Однако среднее значение признака устанавливается с достаточной высокой точностью – показатель точности опыта 2,8%.

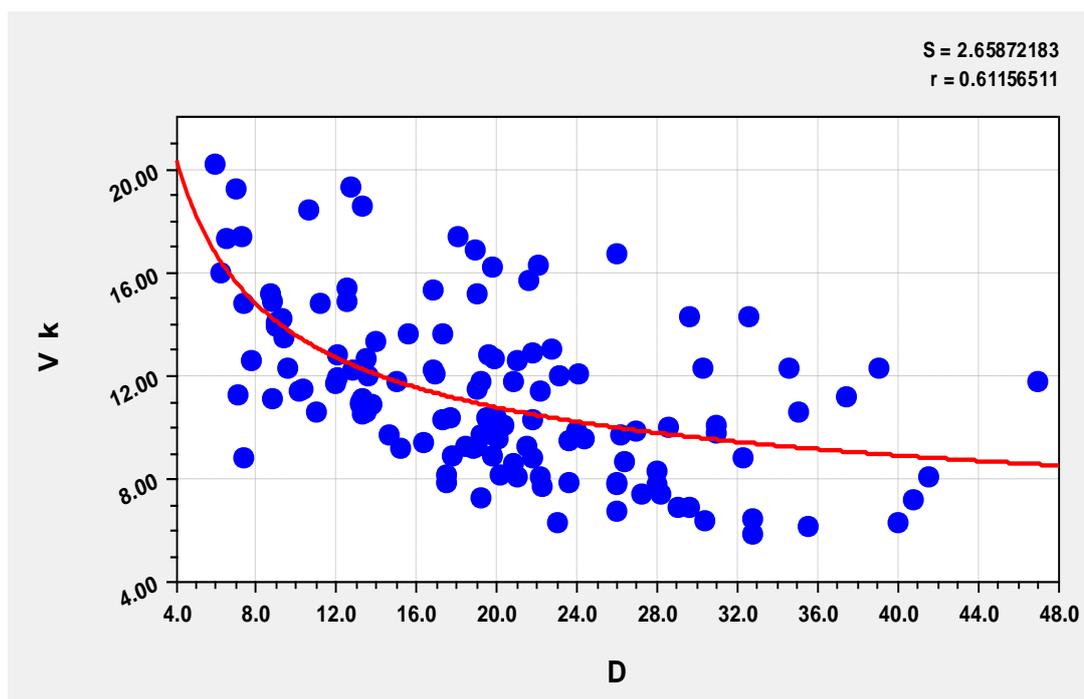
Полученные данные несколько ниже данных которые можно получить из сортиментной таблицы осины М.А. Данилина, размещенной в Лесотаксационном справочнике для южно-таежных лесов Средней Сибири (2002).

Проведенный корреляционный анализ (таблица 5.11) показал на наличие закономерной обратной связи между относительным объемом коры и таксационными показателями стволов осины - диаметрами в коре и без коры на высоте 1,3 м., высотой, объемом ствола в коре и без коры. Зависимости умеренные, коэффициенты корреляции находятся в пределах - 0,35-0,44, но достаточно стабильные.

Таблица 5.11 - Корреляционный анализ

Показатель	D в коре	D без коры	Н. м	V в коре	V без коры
D в коре	1				
D без коры	0,99	1			
Н. м	0,89	0,88	1		
V в коре, м ³	0,95	0,94	0,79	1	
V без коры, м ³	0,95	0,95	0,79	0,99	1
% объема коры	-0,42	-0,44	-0,41	-0,35	-0,38

На рисунке 5.10 приведен график иллюстрирующий зависимость относительного объема коры с диаметром ствола на высоте 1,3 м в коре. Связь аппроксимирована Логистической моделью с достаточно высоким показателем адекватности $r=0,611$.



Logistic Model: $y=a/(1+b*\exp(-cx))$

Coefficient Data:

$a= 2.69721576842E-001$

$b= -9.82857467269E-001$

$c= 3.60550175359E-004$

Рисунок 5.10 – Объем коры стволов осины различного диаметра

В результате табуляции уравнения получены расчетные значения относительного объема коры у стволов осины различной толщины (таблица 5.12). Данные этой таблицы могут быть использованы при построении таксационных нормативов характеризующих сортиментную структуру осинников.

Таблица 5.12 – Расчетные значения относительного объема коры

$D_{1,3}$, см	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48	52
Объем коры, % от объема ствола	14,7	12,6	11,5	10,8	10,2	9,8	9,4	9,1	8,9	8,7	8,5	8,4

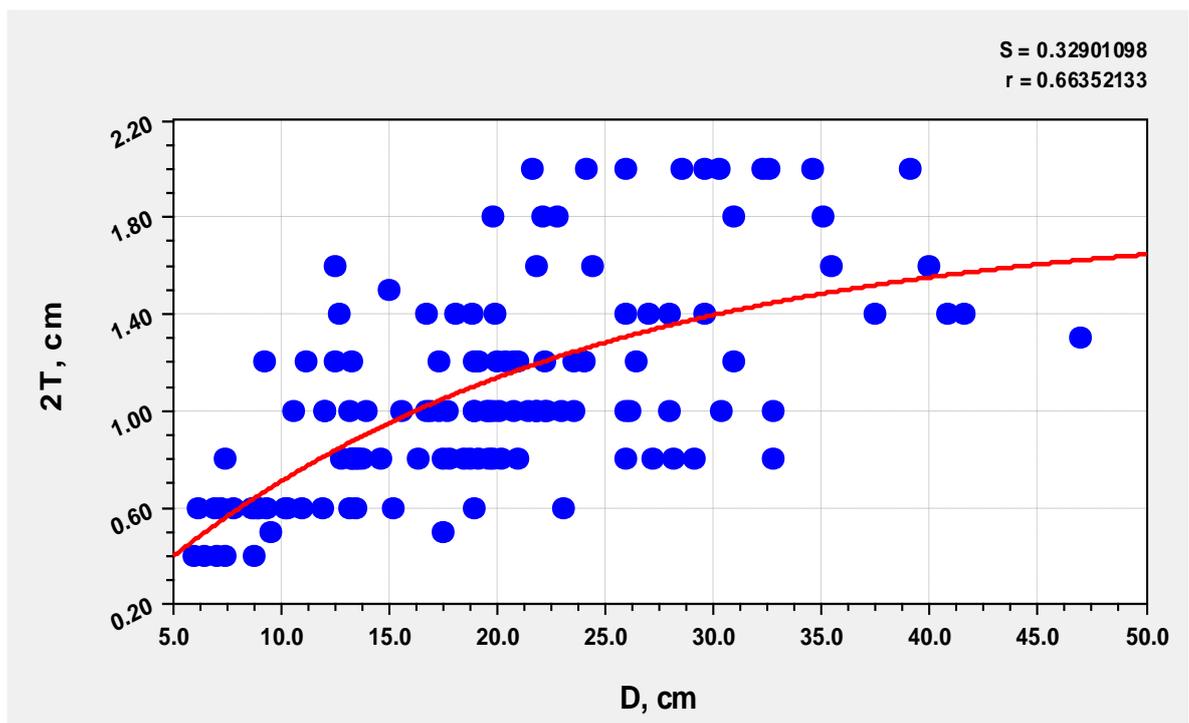
Средние линейные размеры коры иллюстрирует таблица 5.13. В ней приведены данные статистической обработки ряда двойной толщины коры ($2T_{1/3}$) на высоте 1,3 метра. Линейные размеры варьируют более значительно по сравнению с объемными – коэффициент варьирования равен 48,3%. Максимальная двойная толщина коры достигает 4 см. Средняя величина признака - 1,1 см.

Таблица 5.13 – Статистические показатели ряда двойной толщины коры осины ($2T_{1/3}$, см)

Статистический показатель	Значение показателя
Среднее значение	1,1
Стандартная ошибка	0,048
Медиана	1
Мода	1
Стандартное отклонение	0,54
Дисперсия выборки	0,294
Экссесс	6,088
Асимметричность	1,84
Интервал	3,6

Минимум	0,4
Максимум	4
W,%	48,3
P,%	4,3

Взаимная опосредованность двойной толщины коры с диаметром ствола на высоте 1,3 метра характеризуется коэффициентом корреляции равным 0,66 (рисунок 5.11).



Exponential Association: $y=a(1-\exp(-bx))$

Coefficient Data:

a = 1.7887938

b = 0.050525213

Рисунок 5.11 – Двойная толщина коры у стволов осины различного диаметра на высоте 1,3 м.

Таблица 5.14 - Анализ влияния коры на форму ствола осуществлялся путем сопоставления средних видовых чисел стволов в коре и без коры

Статистический показатель	f_{cp} в коре	f_{cp} без коры
Среднее значение	0,4553	0,4561
Стандартная ошибка	0,0045	0,0048
Медиана	0,4535	0,4573
Мода	Н/Д	Н/Д
Стандартное отклонение	0,0509	0,0543
Дисперсия выборки	0,0026	0,0029
Экцесс	1,5924	1,7372
Асимметричность	0,2239	0,3718
Интервал	0,3447	0,351
Минимум	0,3087	0,322
Максимум	0,6534	0,673
W,%	11,172	11,894
P,%	0,9913	1,0554

Приведенные в таблице данные свидетельствуют о том, что у осины кора не оказывает практического влияния на форму ствола.

6 ФИТОМАССА СТВОЛОВ И ОСОБЕННОСТИ ДЕПОНИРОВАНИЯ УГЛЕРОДА

Формулируя цель и задачи дисциплины «Лесное ресурсоведение» Л.К. Поздняков (1973) отмечал, что с развитием глубокой переработки древесины потребуется переход от её объемного учета к весовому. Непосредственное взвешивание, т.е. определение массы применяется на отдельных крупных перерабатывающих предприятиях, прежде всего целлюлозно-бумажных комбинатах.

Однако, оценка массы ствольной части – древесины и коры, сопряжена с трудностями, возникающими вследствие сильно варьирующей плотности древесины. Л.К. Поздняков (1973) указывал, что в практических целях для перевода объемных единиц в единицы массы целесообразно пользоваться в качестве переводного коэффициента средними показателями плотности древесины и коры для абсолютно сухого состояния. Она относительно мало изменяется в географическом аспекте. В качестве примера приводятся данные, говорящие, что средняя плотность древесины сосны достаточно больших регионов от Кольского полуострова до Украины и от Прибалтики до Дальнего Востока, варьирует только в пределах 6%.

«Использование среднего показателя плотности абсолютно сухой древесины и коры позволяет пересчитать его для любой фактической влажности. При этом объемной усушкой можно пренебречь, так как она очень мала» (Поздняков, 1973).

Однако, фитомасса ствольной части дерева неоднородна. Она состоит из древесины и коры, которая представляет из себя достаточно сложную фракцию.

Б.Н. Уголев (2010) отмечает что «плотность коры исследована гораздо меньше, чем древесины, имеющиеся отрывочные данные, отличаются большой пестротой». Кора иногда имеет большую плотность по сравнению с древесиной. Она состоит из «корки» - физиологически неактивного внешнего коркового слоя, защищающего дерево от механических повреждений и термических ожогов во время беглых низовых пожаров; «луба», состоящего из живых клеток и

выполняющего проводящие функции. Проводящие элементы представлены в коре ситовидными трубками образованными живыми клетками и расположенными одна над другой. Кроме этих двух элементов в строении коры принимают участие запасные и механические ткани.

Так как кора неоднородна, плотность луба значительно превышает плотность корки. В то же время соотношения этих частей неравномерно в зависимости от части ствола. Все это создает значительные вариации в плотности коры.

Исходя из такой высокой изменчивости следует согласиться с рекомендациями Л.К. Позднякова (1973) и использовать усредненные данные.

В таблице 6.1 представлен фрагмент таблицы массы стволов осины. При ее построении в расчетах использованы данные О.И. Полубояринова (1976) согласно которым плотность древесины осины в абсолютно сухом состоянии 470 кг/м^3 , а плотность коры 513 кг/м^3 . Полностью таблица отображена в приложении Б.

Таблица 6.1 – Фрагмент таблицы массы стволов и коры осины

D 1/3, см	H, м				
	м, кг	27	28	29	30
22	ствол в коре	214,76	222,73	230,70	238,62
	ствола	190,49	197,56	204,63	211,66
	коры	24,26	25,16	26,06	26,96
23	ствол в коре	233,47	242,15	250,78	259,42
	ствола	207,46	215,18	222,85	230,53
	коры	26,00	26,97	27,93	28,89
24	ствол в коре	252,94	262,34	271,68	281,07
	ствола	225,04	233,40	241,71	250,07
	коры	27,90	28,94	29,97	31,00
25	ствол в коре	273,13	283,28	293,38	303,48
	ствола	243,29	252,33	261,33	270,33
	коры	29,83	30,94	32,05	33,15
26	ствол в коре	294,06	304,97	315,83	326,74
	ствола	262,35	272,08	281,77	291,50
	коры	31,71	32,89	34,06	35,23
27	ствол в коре	315,71	327,38	339,09	350,76
	ствола	281,90	292,32	302,78	313,20
	коры	33,81	35,06	36,31	37,56
28	ствол в коре	338,02	350,54	363,06	375,58
	ствола	302,18	313,38	324,57	335,76
	коры	35,84	37,16	38,49	39,82

Для установления массы стволов березы в смешанных лиственных древостоях за основу взяты таблицы объема и сбега, составленные М.Н. Ефремовой (2018).

Плотность древесины березы в абсолютно-сухом состоянии 650 кг/м^3 , плотность коры березы 670 кг/м^3 .

Таким образом были построены таблицы объема и массы стволов 6.2 и 6.3.

Таблица 6.2 – Объемы стволов березы по разрядам высот, м^3

Степень толщины	Показатель	Разряды высот		
		I	II	III
8	V ствола в коре, м ³	0,033	0,024	0,020
	V ствола без коры, м ³	0,028	0,020	0,017
	V коры, м ³	0,005	0,004	0,003
12	V ствола в коре, м ³	0,093	0,078	0,074
	V ствола без коры, м ³	0,079	0,067	0,062
	V коры, м ³	0,014	0,011	0,012
16	V ствола в коре, м ³	0,199	0,175	0,161
	V ствола без коры, м ³	0,169	0,149	0,137
	V коры, м ³	0,030	0,026	0,024
20	V ствола в коре, м ³	0,327	0,311	0,280
	V ствола без коры, м ³	0,278	0,267	0,237
	V коры, м ³	0,049	0,044	0,043
24	V ствола в коре, м ³	0,512	0,471	0,447
	V ствола без коры, м ³	0,433	0,400	0,380
	V коры, м ³	0,079	0,071	0,067
28	V ствола в коре, м ³	0,751	0,671	0,609
	V ствола без коры, м ³	0,640	0,571	0,519
	V коры, м ³	0,111	0,100	0,090

Таблица 6.3 – Масса стволов березы по разрядам высот, кг

Ступень толщины	Показатель	Разряды высот		
		I	II	III
8	Масса ствола в коре, кг	21,55	15,68	13,06
	Масса ствола без коры, кг	18,20	13,00	11,05
	Масса коры, кг	3,35	2,68	2,01
12	Масса ствола в коре, кг	60,73	50,92	48,34
	Масса ствола без коры, кг	51,35	43,55	40,30
	Масса коры, кг	9,38	7,37	8,04
16	Масса ствола в коре, кг	129,95	114,27	105,13
	Масса ствола без коры, кг	109,85	96,85	89,05
	Масса коры, кг	20,10	17,42	16,08
20	Масса ствола в коре, кг	213,53	203,03	182,86
	Масса ствола без коры, кг	180,70	173,55	154,05
	Масса коры, кг	32,83	29,48	28,81
24	Масса ствола в коре, кг	334,38	307,57	291,89
	Масса ствола без коры, кг	281,45	260,00	247,00
	Масса коры, кг	52,93	47,57	44,89
28	Масса ствола в коре, кг	490,37	438,15	397,65
	Масса ствола без коры, кг	416,00	371,15	337,35
	Масса коры, кг	74,37	67,00	60,30

Используя эти нормативы можно осуществлять таксацию стволовой массы смешанных осиново-березовых и березово осиновых древостоев.

6.1 Особенности депонирования углерода

Глобальное изменение климата, вызванное антропогенными (промышленными) выбросами в атмосферу парниковых газов, обусловило переход в широком масштабе к низкоуглеродному развитию – декарбонизации.

Цель декарбонизации – сокращение выбросов парниковых газов с целью смягчения климатических изменений и минимизирование наносимого ими ущерба (Юлкин, 2019).

В рамках этой проблемы важной задачей, стоящей перед учеными, становится оценка баланса углерода в биосфере. Решение этой задачи

заключается не только в необходимости сокращения выбросов парниковых газов, но и в необходимости оценки стока углерода в лесах различных природных зонах.

В 1992 году были заложены основы международной климатической политики, изложенные в документах Рамочной конвенции ООН об изменении климата (далее - РКИК) которая вступила в силу 21 марта 1994 года. Участниками конвенции являются 196 стран, а также наднациональное образование – Европейский союз. Россия присоединилась и ратифицировалась в РКИК 28 декабря 1994 года.

Изложенные в РКИК положения были, затем закреплены в Киотском протоколе, который был принят в г. Киото (Япония) 11 декабря 1997 года. Участниками Киотского протокола, вступившего в силу 16 февраля 2005 года являются 191 страна и Европейский союз.

Углубленные исследования вопроса показали, что в настоящее время основными производителями парниковых газов являются не экономически развитые страны, где существуют высокоэффективные системы очистки выбросов и ведется жесткий государственный контроль, а интенсивно развивающиеся государства Центральной Азии и Южной Америки.

Углекислый газ играет роль «тепловой ловушки» в верхних слоях атмосферы, поэтому роль лесов, способных связывать его, в процессе декарбонизации очень высока. Американский экономист Р. Коуз разработал концепцию, позволяющую осуществлять перевод борьбы с загрязнением атмосферы в сферу прав собственности на нематериальные блага и создание общемирового рынка прав на загрязнение атмосферы парниковыми газами.

В соответствии с этой теорией в 2023 году Евросоюзом планировалось введение так называемого «Карбонового налога», который должен взиматься с экспортеров товаров с высоким «углеродным следом», в число которых входит нефть, газ, уголь, металлы, цемент, удобрения и т.п.

Деятельность в сфере земли и лесопользования может привести к двойному результату, как к увеличению массы парниковых газов (лесные пожары, вырубка лесов, гибель лесов от массовых вспышек численности энтомофитов и т.п.),

так и к её снижению (поглощение углекислого газа вследствие естественного роста и развития лесов и т.п.).

Наибольшая доля антропогенных выбросов в мире приходится на выбросы CO₂ от сжигания ископаемого топлива. В 2017 году эти выбросы составляли в целом по планете 32,5 млрд. тонн (Юлкин, 2019).

К настоящему времени в мире разработаны некоторые рыночные механизмы, позволяющие решать отдельные природоохранные задачи. Наиболее перспективным направлением в сфере декарбонизации, пожалуй, является организация торговли квотами, которое уже внедряется в США.

Однако, по мнению А.О. Кокорина (2016) такой рынок не может быть эффективным, когда в нем участвует ограниченное число предприятий.

В настоящее время не существует общепринятой методики учета поглощения CO₂ наземными экосистемами.

Необходимо отметить, что в Киотском протоколе сказано, что при учете вклада государств в декарбонизацию на планете, простое накопление углерода растительными системами исключается из учета, а учету подлежат только результаты деятельности человека (посадка лесов, прогрессивные формы ведения лесного хозяйства), а не природные процессы, идущие вне нашей воли, хотя полемика по этому вопросу еще продолжается.

Существует значительный ряд публикаций отечественных ученых, посвященных депонированию углерода лесами России. Результаты наиболее значимых исследований в этой области изложены в трудах В.А. Алексеева (1994), Д.Г. Замолодчикова (1998), В.А. Усольцева (2012, 2018, 2023), А.З. Швиденко, С. Нильсон, В.С. Столбового (2000, 2001), A.Z. Shvidenko, D.G. Schepaschenko (2018) и др. (Шевелев, Кулакова, 2022).

На данный момент количество данных характеризующих суммарный запас депонирования углерода на покрытых лесом землях России имеет значительный объем, но необходимо отметить что исследования выполнены по различающимся методика и характеризуются низкой степенью согласованности (Шевелев, Кулакова, 2022).

Однако, уже сейчас специалистами Рослесинфорга (<https://roslesinforg.ru>, 2021) сформирован рейтинг древесных пород по способности к поглощению углерода и в нем первое место занимает осина, второе береза. Ориентировочно один гектар осинового древостоя поглощает до 3,6 тонн CO₂ в год, а в березовом – 3,3 тонны CO₂ в год.

Из этого следует что, насаждения островных лесостепей, в которых преобладает осина в составе, имеют большое значение в борьбе с парниковым эффектом, так как являются существенными абсорберами углерода, накапливая разнообразные формы CO₂ (Шевелев, Усов, Романова, 2024).

Однако оценка вклада отдельных лесных экосистем в процесс депонирования углерода требует разработок как опытно-экспериментального, так и методического характера с учетом условий лесорастительных зон. Прямые определения содержания углерода в биомассе в лабораторных экспериментах путем сжигания образцов показали, что они варьируют в узких пределах. Изменчивость содержания углерода в различных частях дерева невелика, как и изменчивость средних значений для отдельных пород, поэтому часто содержание углерода принимают равным 0,5 массы ствола, корней и необлиственных ветвей.

Однако в результате исследований Д.Г. Замолодчикова, А.И. Уткина, Г.Н. Коровина (1998), Д.Г. Замолодчикова, А.И. Уткина, О.В. Честных (2003), Д.Г. Замолодчикова, В.И. Грабовского, О.В. Честных (2018) найдены регрессионные уравнения связывающие фракционные отношения фитомассы к запасу древесных насаждений (Ph/т) с возрастом последних.

Для основных лесообразующих пород России рассчитаны коэффициенты Ph/т в возрастном интервале 10-120 лет с шагом в 10 лет. Также разработаны нормативы, дающие конверсионные коэффициенты для перевода запасов древостоев в отдельные фракции фитомассы.

Для установления вклада в баланс углерода в лесной биологической формации, являющейся объектом исследования, от стволовой фитомассы смешанных лиственных древостоев были использованы конверсионные коэффициенты, приведенные в работе Д.Г. Замолодчикова, А.И. Уткина, Г.Н.

Коровина (1998). Как уже указывалось выше, ряд коэффициентов был рассчитан для основных лесообразующих пород России в возрастном интервале 10-120 лет, что не вполне удовлетворяет решению задачи, поставленной в настоящей работе. Величина класса возраста для осины и березы соответствует возрастному промежутку – 10 лет, а середины классов возраста соответствуют – 5, 15, 25 годам и так далее.

Чтобы получить значение конверсионных коэффициентов, соответствующих срединам классов возраста была проведена вспомогательная математическая обработка – были построены графики, отражающие динамику конверсионных коэффициентов, а к полученным рядам были подобраны уравнения. Графики показаны на рисунках 6.1 и 6.2.

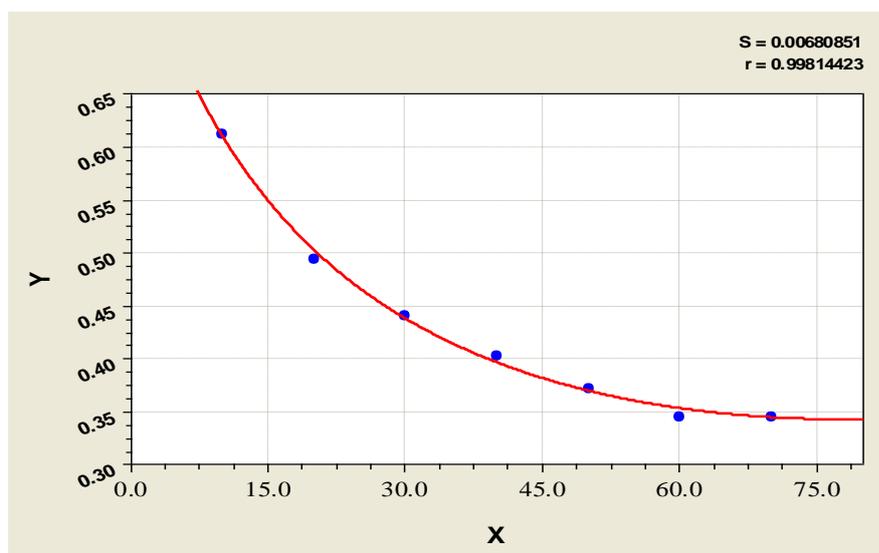


Рисунок 6.1 – Динамика конверсионных коэффициентов по запасу углерода в древостоях осины

Оказалось, что динамика конверсионных коэффициентов для осины с высокой степенью адекватности ($r^2 = 0,996$, при $S = 0,0068$) отображается уравнением вида:

$$y = 1 / (a + bx + cx^2) \quad (6.1)$$

где, $a = 1.23273321977E+000$
 $b = 4.33806713787E-002$
 $c = -2.79630814295E-004$

Путем табуляции уравнения получены значения коэффициентов для средин классов возраста (таблица 6.4).

Таблица 6.4 – Конверсионные коэффициенты для осины соответствующие срединам классов возраста

Возраст, лет	5	15	25	35	45	55	65	75
Конверсионный коэффициент	0,693	0,549	0,467	0,415	0,382	0,361	0,348	0,343

Динамика конверсионных коэффициентов для березы приведена на рисунке 6.2, она с адекватностью соответствующей $r=0,999$ и $S=0,0021$ отображается уравнением вида:

$$y=(a+bx)/(1+cx+dx^2) \quad (6.2)$$

где, $a = 9.24954223021E+005$
 $b = 5.39645067651E+004$
 $c = 2.45063110513E+005$
 $d = -9.01778511222E+002$

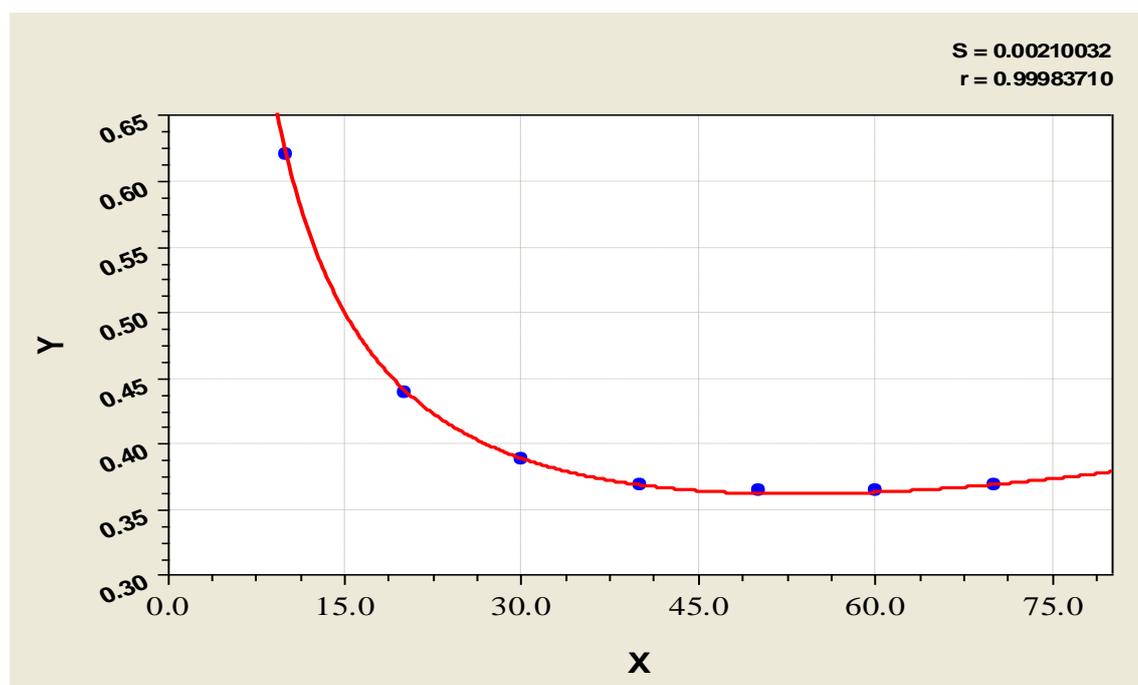


Рисунок 6.2 – Динамика конверсионных коэффициентов по запасу углерода в древостоях березы

Путем табуляции уравнения получены значения коэффициентов для средин классов возраста (таблица 6.5).

Таблица 6.5 - Конверсионные коэффициенты для березы соответствующие срединам классов возраста

Возраст, лет	5	15	25	35	45	55	65	75
Конверсионный коэффициент	0,993	0,499	0,409	0,377	0,364	0,362	0,366	0,374

Далее был осуществлен расчет запасов углерода в древостоях с преобладанием осины (таблица 6.6) и в древостоях с преобладанием березы (таблица 6.7).

Таблица 6.6 – Расчет массы углерода в смешанных лиственных древостоях с преобладанием осины

А, лет	Запас, м ³ /га	Конв. коэф.	Углерод, т	Средний прирост
I элемент древостоя - Осина				
5	7	0,693	4,9	0,97
15	38	0,549	20,9	1,39
25	67	0,467	31,3	1,25
35	95	0,415	39,4	1,13
45	120	0,386	45,8	1,02
55	144	0,360	51,8	0,94
65	166	0,348	57,8	0,89
II элемент древостоя - Береза				
5	2	0,993	2,0	0,40
15	8	0,499	4,0	0,27
25	14	0,409	5,7	0,23
35	20	0,376	7,5	0,21
45	30	0,364	10,9	0,24
55	40	0,362	14,5	0,26
65	49	0,365	17,9	0,28
Древостой с целом				
5	9	-	6,9	1,38
15	46	-	24,9	1,66
25	81	-	37	1,48
35	115	-	46,9	1,34
45	150	-	56,7	1,26
55	184	-	66,3	1,21
65	215	-	75,7	1,16

Оказалось, что масса углерода, связанная только стволовой фитомассой смешанных лиственных древостоев с преобладанием осины без учета фитомассы кроны, мертвой древесины, подстилки и гумуса почвы достигает 1,66 тонн углерода на гектар в год.

Таблица 6.7 – Расчет массы углерода в смешанных лиственных древостоях с преобладанием березы

А, лет	Запас, м ³ /га	Конв. коэф.	Углерод, т	Средний прирост
I элемент древостоя - Береза				
5	3	0,993	3,0	0,60
15	13	0,499	6,5	0,43
25	26	0,409	10,6	0,43
35	44	0,376	16,5	0,47
45	65	0,364	23,7	0,53
55	85	0,362	30,8	0,56
65	101	0,365	36,9	0,57
75	113	0,373	42,1	0,56
II элемент древостоя - Осина				
5	2	0,693	1,4	0,28
15	4	0,549	2,2	0,15
25	9	0,467	4,2	0,17
35	15	0,415	6,2	0,18
45	23	0,382	8,8	0,20
55	30	0,360	10,8	0,20
65	36	0,348	12,5	0,19
75	39	0,343	13,4	0,18
Древостой с целом				
5	5	-	4,4	0,88
15	17	-	8,7	0,58
25	35	-	14,8	0,59
35	59	-	22,7	0,65
45	88	-	32,5	0,72
55	115	-	41,6	0,76
65	137	-	49,4	0,76
75	152	-	55,5	0,74

Формирование углерода в древостоях с преобладанием березы несколько уступает приведенным выше данным. Максимальный средний прирост составляет 0,88 тонн углерода на гектар.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ И ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

Лиственные древостои лесостепной зоны Средней Сибири, представленные в настоящей работе Канской лесостепью, выполняют важные средообразующие и сырьевые функции. И если чистые березовые и осиновые древостои изучены уже достаточно полно, то смешанные древостои, являясь более сложным объектом, требуют более глубокого исследования.

Рост и динамика чистых древостоев той или иной породы имеют различия с ростом и динамикой отдельных элементов леса, той же породы, но произрастающих в сложных по составу, смешанных древостоях. Установление особенностей формирования таких древостоев позволит использовать при их оценке, нормативы, соответствующие объекту исследования и проводить адаптированные хозяйственные мероприятия.

В результате выполнения настоящей работы установлено:

- динамика смешанных лиственных древостоев в районе исследования имеет особенности, влияющие на их производительность в зависимости от преобладания березы или осины в составе;

- древостои с преобладанием осины имеют большую производительность (в силу генетических особенностей породы), что находит отражение в динамике полнот, средних диаметров и других показателей;

- лесные формации с преобладанием березы более долговечны;

- в обеих формациях осиново-березовых и березово-осиновых преобладающие элементы леса формируют большие приросты как по величине линейных параметров (среднему диаметру), так и по объемам и запасам по сравнению с сопутствующими элементами леса;

- построенные таблицы отражают динамику таксационных показателей главных и сопутствующих элементов леса и могут быть использованы при проектировании хозяйственных мероприятий в смешанных лиственных древостоях;

- установлены особенности роста и формирования стволов осины, строения древостоев элемента леса по форме ствола, средние величины показателей формы (коэффициентов формы, видовых чисел, видовых диаметров, видовых площадей поперечных сечений), установлены особенности связей между ними и таксационными характеристиками стволов;

- сопоставление видовых высот осины в смешанных древостоях района исследования с используемыми, показало, что разница достигает 12,6%, что говорит о завышении запасов при применении действующих нормативов;

- составлены таблицы для определения объемов стволов осины в смешанных лиственных древостоях;

- построены таблицы для определения фитомассы стволов в смешанных лиственных древостоях;

- установлена масса углерода, конвертируемая стволовой частью древостоев рассматриваемых лесных формаций.

Таким образом, логично констатировать, что поставленные в работе задачи решены, получен ответ на защищаемые положения, цель исследования достигнута.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 9462-88 Лесоматериалы круглые лиственных пород. Технические условия. – М. : Стандартиформ, 2010. – 10 с.
2. ОСТ 56-69-83 Пробные площади лесоустроительные. Методы закладки. – М. : Государственный комитет по стандартам, 1982. – 12 с.
3. Алексеев, В. А. Углерод в экосистемах лесов и болот России / В. А. Алексеева, Р. А. Бердси // Красноярск : Ин-т леса СО РАН, 1994. - 224 с.
4. Алексеев, В. А. Углерод в экосистемах лесов и болот России = Carbon in ecosystems of forests and peatlands of Russia / В. А. Алексеев, В. Д. Стаканов, И. А. Коротков // Институт леса им. В. Н. Сукачева. Сибирское отделение РАН: Северовост. лес. эксперимент. станция Лес. Службы Соедин. Штатов Америки. - Красноярск. - 1994. - 170 с.
5. Алхименко, Р. В. Система земледелия Красноярского края на ландшафтной основе / Красноярск : Изд-во Поликор, 2015. - 222 с.
6. Андреев, Г. В. Изменение приростов в коротко-производном березняке кислично-разнотравно-зеленомошном, слабо затронутым штормовым ветром / Г. В. Андреев // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. - 2016. - № 9. - С. 70-74.
7. Антанайтис, В. В. Опыт инвентаризации лесов Литвы математико-статистическим методом / В. В. Антанайтис, И. Н. Репшис. - Москва : Лесная промышленность, 1973. - 102 с.
8. Антипова, Е. М. Флора северных лесостепей Средней Сибири / Автореф. дис. ... доктора биологических наук : 03.00.05 // Антипова Екатерина Михайловна. - Томск, 2008. - 35 с.
9. Антипова, Е. М. Флора северных лесостепей Средней Сибири / диссертация ... доктора биологических наук : 03.00.05 // Антипова Екатерина Михайловна. - Томск, 2008. - 494 с.
10. Антипова, Е. М. Флора внутриконтинентальных островных лесостепей Средней Сибири / Е. М. Антипова // Монография. - Красноярск: ФГБОУ ВПО

«КГПУ им. В. П. Астафьева», 2012. - 660 с.

11. Анучин, Н. П. Лесная таксация / Н. П. Анучин. - Москва : Лесная промышленность, 1982. - 552 с.

12. Анучин, Н. П. Лесная энциклопедия: в 2-х томах / Н. П. Анучин, В. Г. Атрохин, В. Н. Виноградов и др. - Москва : Советская энциклопедия, 1985-1986. - 1194 с.

13. Безруких. В. А. Природные предпосылки экономического развития сельскохозяйственных территорий Приенисейской Сибири / В. А. Безруких, О. Ю. Елин, Н. И. Дудник // Вестник ТГУ, 2009. - Т. 14. – С. 407-411.

14. Белов, С. В. Анализ ошибок определения таксационных показателей насаждений и пути дальнейшего совершенствования инвентаризации лесов / Сборник работ по лесному хозяйству. - Москва : Гослесбумиздат. – 1962. - С. 22-78.

15. Бобко, А. Н. Ход роста березовых насаждений Курганской области / А. Н. Бобко // Лесное хозяйство. - 1969. - № 8. - С. 41-43.

16. Бобкова, К. С. Роль бореальных лесов Европейского Севера России в регулировании углеродного баланса северного полушария / К. С. Бобкова, Э. П. Галенко, В. В. Тужилкина, А. Ф. Осипов, М. А. Кузнецов // Управленческие аспекты развития северных территорий России. - Сыктывкар: КРАГСИУ. - 2015. - Ч. 3. - С. 36-41.

17. Борисов, А. Н. Формирование пространственной структуры сосновых древостоев при рубках ухода / В. В. Иванов, А. Е. Петренко // Лесоведение. - 2019. - № 1. - С. 1-12.

18. Боровиков, Г. А. Очерк растительности Западного Заангарья / Труды почвенно-ботанических экспедиций по исследованию колонизационных районов Азиатской России: Санкт-Петербург, 1913. - Ч. I. - Вып. 5. - 216 с.

19. Бородин, А. М., Степин В.В. Основы расчета и проектирования повышения производительности лесов / А. М. Бородин, В. В. Степин. // Лесная промышленность : Москва, 1966. - 148 с.

20. Брылева, Г. В. Таксационная структура сосново-еловых древостоев и модели их формирования по исследованиям в Брянском лесном массиве / Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 06.03.03 // Брылева Галина Владимировна. - Брянск, 2007. - 22 с.
21. Бурков, А. В. Оценка продуктивности осиновых древостоев по данным государственной инвентаризации лесов / А. В. Бурков, Н. В. Выводцев // Ученые заметки ТОГУ : Хабаровск, 2017. - Т. 8. - № 1-1. - С. 173-177.
22. Ваганов, Е. А., Леса и болота Сибири в глобальном цикле углерода / Э. Ф. Ведрова, С. В. Верховец, С. П. Ефремов, Т. Т. Ефремова, В. Б. Круглов, А. А. Онучин, А. И. Сухинин, О. Б. Шибистова // Сиб. экол. журн, 2005. - Т. 12 - № 4. - С. 631–650.
23. Вашук, Л. Н. Динамика лесных пространств Иркутской области / Л. Н. Вашук, А. З. Швиденко // Иркутск, 2006. - 391 с.
24. Веденов, М. Ф. Соотношения структуры и функции в живой природе / М. Ф. Веденов, В. И. Кремьянский // Москва : Знание, 1966. - 48 с.
25. Верхунов, П. М. Использование материалов лесоустройства при изучении морфологии насаждений Сибири / Вопросы повышения продуктивности лесов. - Новосибирск, 1968. - С. 182-188.
26. Верхунов, П. М. Прирост запаса разновозрастных сосняков / Новосибирск : Наука, 1979. - 254 с.
27. Волков, В. Д. Исследование текущего прироста и производительности березовых насаждений центра Европейской части СССР / Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 06.00.00 // Волков Владимир Дмитриевич – Москва, 1968. – 28 с.
28. Втюрина, О. П. Динамика лесов Красноярского края / Новосибирск : Интерэкспо Гео-Сибирь, 2014. - Т. 3. - № 2. - С. 393-396.
29. Выводцев, Н. В. Моделирование роста древостоев по данным государственной инвентаризации лесов / Н. В. Выводцев, Г. В. Целиков // Улан-Уде : Вестник, 2019. - № 4 (57). - С. 45-50.
30. Выводцев, Н. В. Совершенствование нормативной базы для оценки продуктивности насаждений по материалам государственной инвентаризации

лесов / В сборнике: Реализация Стратегии развития лесного комплекса РФ до 2030 года в новых реалиях. Материалы Всероссийской научно-практической конференции : Иркутск, 2023. - С. 108-112.

31. Высоцкий, К. К. Закономерности строения смешанных древостоев / Москва : Гослесбумиздат, 1962. - 177 с.

32. Галиновский, В. И. Березовые колки Западносибирской низменности / Лесная индустрия: производственный и технико-экономический журнал. - Москва: Гослестехиздат, 1938. - № 2. - С. 59-61.

33. Глазов, Н. М. Статистический метод в таксации и лесоустройстве / Москва : Лесная промышленность, 1976. - 144 с.

34. Гуров, А. Ф. Динамика товарности березовых насаждений в зависимости от происхождения и возраста / Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 06.00.00 // Гуров Андрей Федорович. - Москва, 1965. - 21 с.

35. Гусев, И. И. Закономерности роста и продуктивность среднетаежных сосново-еловых древостоев / И.И. Гусев, С.В. Третьяков. – Москва : ВНИИЦлесресурс, 1992. - 27 с.

36. Густова, А. И. Оценка гидрофизических характеристик древесины для обоснования лесоводственных уходов в защитном лесоразведении / А. И. Густова, Д. К. Терехина // Екатеринбург : Аграрный вестник Урала, 2007. - № 6 (41). - С. 55-59.

37. Данилин, И. М. Определение относительной полноты древостоя через сомкнутость крон / Красноярск : Лесная таксация и лесоустройство, 1986. - С. 47-51.

38. Данилин, И. М. Зависимости между таксационными признаками березовых древостоев / Красноярск : Лесная таксация и лесоустройство, 1987. – С. 59-65.

39. Данилин, М. А. Строение, рост и товарная структура осиновых древостоев центральных районов Красноярского края / Автореф. дис. ... канд. с./х. наук 06.03.02 / Данилин Михаил Андреевич. - Красноярск, 1966. – 24 с.

40. Данилин, М. А. Таблица хода роста древостоев осины Центральных районов Красноярского края / Ход роста основных лесообразующих пород Сибири. - Красноярск, 1975. - С. 186-187.
41. Данилин, М. А. К вопросу составления массовых таблиц / М. А. Данилин, П. И. Шорохов // Учет лесного фонда и организация лесного хоз-ва: межвуз. сб. – Красноярск: СТИ, 1976. – С. 97-100.
42. Данилин, М. А., Таблицы для таксации осиновых насаждений Сибири: метод указания / Красноярск: КГАУ, 1998. - 61 с.
43. Данилов, Д. А. Особенности формирования смешанных древостоев, товарная структура и плотность древесины сосны и ели / Дис. доктора с/х наук: 06.03.02 // Данилов Дмитрий Александрович; Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова, 2017. - 407 с.
44. Данилов, Д. А. Особенности распространения смешанных хвойных древостоев в Лужско-Волховском ландшафтном округе / Д. А. Данилов, А. А. Яковлев // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии, 2021. - № 234. - С. 80-101.
45. Данилова, М. Д. Научные основы классификации деревьев / Йошкар-Ола: МПИ, 1972. - вып. 3. - С. 181-193.
46. Демиденко, С. А. Объемные таблицы по разрядам высот в чистых березовых древостоях северной и средней подзон тайги Архангельской области / Вестник Северного (Арктического) федерального университета, 2011. - № 4. - С. 55-59.
47. Евстафьев, В. Н. Закономерности формирования коры лиственницы сибирской в условиях Приангарского района / Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 06.03.02 / Евстафьев Владимир Николаевич. – Красноярск, 2007. – 23 с.
48. Ефремова, М. Н. Структура и особенности таксации березнякв Канской лесостепи / Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 06.03.02 / Ефремова Марина Николаевна. – Красноярск, 2018. – 20 с.

49. Ефремова, М. Н. Особенности роста древостоев в сосново-березовой формации в лесостепной зоне Средней Сибири / М. Н. Ефремова, С. Л. Шевелев // Хвойные бореальной зоны, 2019. - Т. 37. - № 2. - С. 108-113.
50. Жежкун, И. Н. Сравнительная эффективность формирования целевых насаждений / И. Н. Жежкун, А. Н. Жежкун // Известия вузов. Лесной журнал, 2004. - № 4. - С. 7-13.
51. Замолодчиков, Д. Г. Определение запасов углерода по зависимым от возраста насаждений конверсионно-объемным коэффициентам / Д. Г. Замолодчиков, А. И. Уткин, Г. Н. Коровин // Лесоведение, 1998. - № 3. - С. 84-93.
52. Замолодчиков, Д. Г. Система конверсионных отношений для расчета чистой первичной продукции лесных экосистем по запасам насаждений / Д. Г. Замолодчиков, А. И. Уткин // Лесоведение, 2000. - № 6. - С. 54-63.
53. Замолодчиков, Д. Г. Коэффициенты конверсии запасов насаждений в фитомассу основных лесообразующих пород России / Д. Г. Замолодчиков, А. И. Уткин, О. В. Честных // Лесная таксация и лесоустройство, 2003. - Вып. 1(32). - С. 119-127.
54. Замолодчиков, Д. Г. Запасы и потоки углерода в лесах Уссурийского лесничества согласно оценке по системе РОБУЛ / Д. Г. Замолодчиков, А. В. Иванов // Аграр. вестн. Приморья, 2016. - № 1. - С. 12-15.
55. Замолодчиков, Д. Г. Современное сокращение стока углерода в леса России / Д. Г. Замолодчиков, В. И. Грабовский, П. П. Шуляк, О. В. Честных // Доклады академии наук, 2017. - Т. 476. - № 6. - С. 719-721.
56. Замолодчиков, Д. Г. Динамика баланса углерода в лесах федеральных округов Российской Федерации / Д. Г. Замолодчиков, В. И. Грабовский, О. В. Честных // Вопросы лесной науки, 2018. - Т. 1. - № 1. - С. 1-24.
57. Замолодчиков, Д. Г. Запасы и потоки углерода на землях лесного фонда Приморского края при оценке по системе РОБУЛ / Д. Г. Замолодчиков, А. В. Иванов, В. П. Мудрак // Аграр. вестн. Приморья, 2018. - № 2. - С. 46-51.
58. Зиганшин, Р. А. Выборочно-измерительная таксация в крупных

однородных выделах / Красноярск : Лесная таксация и лесоустройство, 1986. - С. 81-86.

59. Зиганшин, Р. А. Структура насаждений Хамар-Дабан / Р. А. Зиганшин, В. А. Соколов // Красноярск : Структура и рост древостоев Сибири, 1993. - С. 7-27.

60. Зиганшин, Р. А. Лесной массив: динамика средних диаметров древостоев лиственных пород ведущих типов леса / Р. А. Зиганшин, А. В. Качаев // Сиб. лесн. журн, 2014. - № 3. - С. 91-106.

61. Зиганшин, Р. А. Лесной массив: динамика средних диаметров хвойных древостоев ведущих типов леса / Сибирский лесной журнал, 2016. - № 4. - С. 105-117.

62. Ильчуков, С. В. Динамика горизонтальной структуры производных лиственных насаждений / Лесной журнал, 2003. - № 6. - С. 29-34.

63. Кириллов, М. В. География Красноярского края и история развития его природы / Красноярск : КГПИ, 1970. - 209 с.

64. Кишенков, Ф. В. Особенности строения и текущий прирост березово-еловых насаждений Брянского лесного массива / Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 06.00.00 / Кишенков Федор Васильевич. - Минск, 1964. - 23 с.

65. Козловский, В. Б. Ход роста основных лесобразующих пород СССР / В. Б. Козловский, В. М. Павлов // Москва : Лесная промышленность, 1967. - 327 с.

66. Кокорин, А. О. Новые факторы и этапы глобальной и российской климатической политики / Москва : АНО «Редакция журнала «Экономическая политика», 2016. - Т. 11. - № 1. - С. 157-176.

67. Коновалов, В. Ф. Сортиментная и товарная структура березняков Башкирского Предуралья / В. Ф. Коновалов, А. С. Магафуров // Лесной вестник, 2003. - № 1. - С. 35-40.

68. Корнилина, В. В. Биоэкологические особенности влияния *Phellinus tremulae* (Bond. et Boriss.) на продуктивность осиновых древостоев / Автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.02.08 / Корнилина Валентина Владимировна. - Ульяновск, 2013. - 22 с.

69. Красиков, И. И. Строение лесного массива Каа-Хемского района Республики Тыва по полноте древостоев / Лесная таксация и лесоустройство, 2008. - № 2 (40). - С. 57-61.
70. Красиков, И. И. Структура лесных массивов в Республике Тыва / И. И. Красиков, С. Л. Шевелев / Хвойные бореальной зоны, 2009. - Т. XXVI. - № 2. - С. 266-267.
71. Красиков, И. И. Структура лесных массивов по средним диаметрам древостоев / И. И. Красиков, С. Л. Шевелев // Лесная таксация и лесоустройство, 2009. - № 2 (42). - С. 34-39.
72. Красиков, И. И. Закономерности структуры лесных массивов восточного склона Западного Саяна в республике Тыва / Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 06.03.03. / Красиков Иван Иванович. – Красноярск, 2010. – 23 с.
73. Крюденер, А. А. Массовые таблицы и таблицы сбega для березы в удельных лесах средней России: по данным работ 1904-1907 гг. с кратким описанием типов насаждений, послуживших материалом к ним / СПб. : Тип. Гл. Упр. Уделов, 1908. – 93 с.
74. Крюденер, А. А. Таблицы массы, сбega и др. для главнейших древесных пород Европейской России / СПб. : Тип. Гл. Упр. Уделов, 1913. – 218 с.
75. Кузьмик, Н. С. Оценка потенциальной продуктивности древостоев (на примере государственного природного заповедника «АЗАС») / Н. С. Кузьмик, С. К. Фарбер, Н. И. Молокова // Интерэкспо Гео-Сибирь, 2020. - Т. 3. - № 1. - С. 241-247.
76. Кузьмик, Н. С. Оценка потенциальной продуктивности древостоев по материалам лесоустройства (на примере государственного природного заповедника «АЗАС») / Н. С. Кузьмик, С. К. Фарбер // Сибирский лесной журнал, 2020. - № 3. - С. 12-25.
77. Кузьмичев, В. В. Закономерности роста древостоев / Новосибирск : Наука, 1977. - 160 с.
78. Кузьмичев, В. В. Распределение деревьев по ступеням толщины в березняках Обь-Иртышского междуречья / В. В. Кузьмичев, Л. М. Морозов //

Лесная таксация и лесоустройство, 1977. - Вып. 6. - С. 58-63.

79. Кулакова, Н. Н. Структура, динамика и особенности таксации лиственничников в Нижнем Приангарье / Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.03.02 / Кулакова Надежда Николаевна. - Красноярск, 2019. - 20 с.

80. Лалетин, А. А. Методика оценки эколого-экономической доступности лесных ресурсов / А. А. Лалетин, В. А. Соколов, О. П. Втюрина // Лесная таксация и лесоустройство, 2013. - № 1 (49). - С. 111-116.

81. Лебков В. Ф. Закономерности формы древесного ствола хвойных и лиственных пород / В. Ф. Лебков, Н. Ф. Калина // Лесной вестник, 2001. - № 5 (20). - С. 49-55.

82. Листов, А. А. Лишайниковые боры бассейна р. Мезени, экологические особенности возобновления сосны и пути повышения продуктивности древостоев / Автореф. дис. канд. с.-х. наук : 06.562 / Листов Александр Антонович. - Ленинград, 1971. - 32 с.

83. Луганский, Н. А. Лесоведение / Н. А. Луганский, С. В. Залесов, В. А. Щавровский // Екатеринбург: УралГЛТА, 1996. - 373 с.

84. Маленко, А. А. Рост и продуктивность разногустотных культур сосны в условиях южной лесостепи / А. А. Маленко, В. В. Жуков // Барнаул : Перспективы внедрения инновационных технологий в АПК, 2019. - С. 28-30.

85. Маленко, А. А. Мелиоративная роль лесных насаждений в засушливой степи / А. А. Маленко, А. С. Чичкарев // Вестник Алтайского государственного аграрного университета, 2021. - № 8 (202). - С. 55-60.

86. Маленко, А. А. Рост и продуктивность сосново-лиственничных культур в условиях степи юго-западной Сибири / А. А. Маленко, А. С. Чичкарев // Хвойные бореальной зоны, 2023. - Т. 41. - № 5. - С. 384-389.

87. 5.4 таблицы для сосны, ели, дуба, березы и осины по классам бонитета / Москва, Ленинград : ВСНХ СССР. Союзлеспром. Всес. науч. - иссл. лесопром. ин-т. - Гос. изд-во с.-х. и колхоз. - кооп. лит-ры, 1931. - 496 с.

88. Матвеев-Мотин, А. С. Выравненность варьирования признака в сложных статистических совокупностях и ее значение в лесном деле / Москва :

Госплан РСФСР. Центр. науч.-исслед. ин-т механизации и энергетики лесной промышленности, 1958. - 22 с.

89. Матвеев-Мотин, А. С. Универсальный способ определения запаса древостоя при перечислительной таксации / Москва ; Ленинград, 1960. - 76 с.

90. Матвеев-Мотин, А. С. Прирост, производительность и продуктивность леса / Москва ; Ленинград, 1962. – 118 с.

91. Мелехов, И. С. Лес / Лесная энциклопедия т. 1.: Советская энциклопедия, 1985. - С. 503-520.

92. Милованович, Д. А. Типы лесов Среднего Урала (Нижнетагильского округа) / Пермь, 1928. - 24 с.

93. Морозов, Г. Ф. Учение о лесе / Москва : Директ-Медиа, 2024. – 452 с.

94. Морозов, Л. М. Сортиментная и товарная структура березовых древостоев Обь-Иртышского междуречья / Лесная таксация и лесоустройство. - 1978. - С. 62-67.

95. Мошкалев, А. Г. Таксация товарной структуры древостоев / А. Г. Мошкалев, А. А. Книзе, Н. И. Ксенофонтов // Москва : Лесная промышленность, 1982. - 160 с.

96. Назимова, Д. И. Лесорастительные зоны юга Сибири и современное изменение климата / Д. И. Назимова, В. Г. Царегородцев, Н. М. Андреева // География и природные ресурсы, 2010. - № 2. - С. 55-63.

97. Наставление по отводу и таксации лесосек в лесах СССР / Москва : Гос. ком. лесного хоз-ва Совета Министров СССР, 1972. - 63 с.

98. Неволин, О. А. Динамика сосново-березового насаждения высшей продуктивности / Лесная таксация и лесоустройство: Межвуз. сб науч. тр. - Красноярск, 1991. - С. 81-87.

99. Неволин, О. А. Динамика сосново-березового насаждения при проточном увлажнении почвы в типе леса сосняк-кисличник / О. А. Неволин, С. В. Третьяков, О. О. Еремина // Лесн. журн, 2001. - № 3. - С. 35-41.

100. Неволин, О. А. Лесоустройство / Архангельск : Арханг. гос. техн. ун-т, 2005. - 587 с.

101. Овчинников, Н. Ф., Принципы сохранения / АН СССР. Ин-т философии. - Москва : Наука, 1966. - 331 с.
102. Онучин, А. А. Эколого-экономическая оценка древесных ресурсов Красноярского края / А. А. Онучин, В. А. Соколов, О. П. Втюрина, Р. Т. Мурзакматов, Н. В. Соколова, А. А. Лалетин // Лесн. таксация и лесоустройство, 2012. - № 1 (47). - С. 116-122.
103. Онучин, А.А. Запас и биомасса компонентов репрезентативных лесных экосистем средней Сибири для оценки пулов углерода / А. А. Онучин, И. Н. Безкоровайная, А. И. Бондарев, Е. В. Горяева, И. Д. Гродницкая, А. Е. Децура, С. Ю. Евграфова, А. А. Злобин, Г. К. Зражевская, Л. В. Кривобоков, Н. С. Кузьмик, М. Д. Ложенко, М. К. Метелева, Н. А. Михеева, А. В. Мусохранова, Л. В. Мухратова, О. Э. Пакшеева, А. Е. Петренко, Д. С. Собачкин, Р. С. Собачкин // Свидетельство о регистрации базы данных RU 2023624999, 25.12.2023. Заявка от 17.11.2023.
104. Пашко, В. И. Биологическая продуктивность травяно-кустарникового яруса в сосняках Канской лесостепи / Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 06.03.03 / Пашко Виктор Иванович. – Красноярск, 1974. – 31 с.
105. Поздняков, Л. К. Лесное ресурсоведение / Новосибирск : Наука, Сибирское отделение, 1973. - 120 с.
106. Полещук, Д. П. Природные условия Канской котловины как объект изучения в школьном курсе географии / Красноярск : КГПУ им. В.П. Астафьева, 2017. – 102 с.
107. Поликарпов, Н. П. Климат и горные леса Южной Сибири / Н. П. Поликарпов, Н. М. Чебакова, Д. И. Назимова // Новосибирск : Наука. Сиб. отделение, 1986. - 224 с.
108. Полубояринов, О. И. Плотность древесины / Москва : Лесная промышленность, 1976 - 160 с.
109. Попов, В. К. Ход роста березовых насаждений лесостепи / Лесная таксация и лесоустройство, 1975. - С. 58-64.
110. Прилуцкий, А. Н. Механизмы дифференциации видового состава

высокотравного дубняка / А. Н. Прилуцкий, Д. Е. Кислов, М. И. Фисенко // Владивосток : Ботанический сад-институт ДВО РАН, 2011. - Вып. 8. - С. 14-27

111. Ревердатто, В. В. Растительность Сибирского края (опыт дробного районирование) / Известия Российского Географического общества, 1931. - Т. 16. - Вып. № 1. - С. 43-70.

112. Савинов, Е. П. Взаимосвязь густоты и среднего диаметра древостоев / Лесное хозяйство, 1978. - № 6. - С. 57-59.

113. Свидерский, В. И. О диалектике элементов и структуры в объективном мире и в познании / В. И. Свидерский, Н. Ф. Овчинников // Москва : Соцэкиз, 1962. - 275 с.

114. Семечкин, И. В. Возрастная структура и динамика кедровых древостоев Сибири / Автореф. дис. ... д. с.-х. наук : 06.03.02 / Семечкин Иван Васильевич. - Красноярск, 2001. - 45 с.

115. Сергеев, Г. М. Островные лесостепи и подтайга Приенисейской Сибири / Иркутск : Вост-Сиб. кн. изд-во, 1971. - 264 с.

116. Соколов, В. А. Возобновление в лесах Восточной Сибири / В. А. Соколов, С. К. Фарбер // Новосибирск : Изд-во СО РАН, 2006. - 219 с.

117. Соколов, В. А. Организация устойчивого лесопользования в Красноярском крае / В. А. Соколов, А. А. Онучин, С. К. Фарбер // Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2009. - 361 с.

118. Соколов, В. А. Прогноз динамики лесов Красноярского края / В. А. Соколов, Н. В. Соколова, О. П. Втюрина, Е. А. Лапин // Сибирский лесной журнал, 2017. - № 4. - С. 91-100.

119. Соколов, В. А. Оценка лесов Сибири в условиях глобальных изменений / В. А. Соколов, С. К. Фарбер, Д. Г. Щепашенко, Л. В. Мухортова, Н. В. Соколова, Л. В. Кривобоков, С. А. Астапенко, Т. А. Буренина, О. П. Втюрина, Е. А. Корягина, Н. С. Кузьмик, М. Д. Ложенко, А. А. Люто, А. А. Мартынов, Р. Т. Мурзакматов, А.А. Онучин, О. Э. Пашкеева, О. В. Сергеева, Е. А. Тютюкова., Л. А. Хиневич // Санкт-Петербург : Научно-технологические технологии, 2023. - 326 с.

120. Соколов, Э. К. Ход роста и товарная структура березняков Сибири / Э.

К. Соколов, Э. Н. Фалалеев // Красноярск : СТИ, 1979. - 27 с.

121. Соколов, Э. К. Особенности таксации березняков Сибири / Э. К. Соколов, Г. К. Субочев // Лесная таксация и лесоустройство, 1980. - С. 126-132.

122. Соловьев, В. М. Методы изучения дифференциации деревьев и строения древостоев / Лесн. хоз-во, 2007. - № 2. - С. 39-41.

123. Сортиментные и товарные таблицы для древостоев Западной и Восточной Сибири / Новосибирск : Министерство природных ресурсов РФ ФГУП «Запсиблеспроект», 2005. - 176 с.

124. Спицына, Н. Т. Биологическая продуктивность березовых насаждений Канской лесостепи / Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 06.03.03 / Спицына Наталья Терентьевна. - Красноярск, 1996. - 25 с.

125. Спицына, Н. Т. Биологическая продуктивность березняков Канской лесостепи в условиях антропогенного воздействия / Монография / Н. Т. Спицына. - Красноярск : СибГТУ, 2014. - 107 с.

126. Спицына, Н. Т. Природные и экологические условия Канской лесостепи / Красноярск : Вестник КрасГАУ, 2014. - № 2. - С. 109-112.

127. Столбовой, В. С. Опыт агрегированной оценки основных показателей биопродукционного процесса и углеродного бюджета наземных экосистем России. 1. Запасы растительной массы / В. С. Столбовой С. Нильсон, А. З. Швиденко, И. Маккаллум // Экология, 2000. - № 6. - С. 403-410.

128. Столбовой, В. С. Опыт агрегированной оценки основных показателей биопродукционного процесса и углеродного бюджета наземных экосистем России. / В. С. Столбовой С. Нильсон, А. З. Швиденко, И. Маккаллум // Экология, 2001. - № 2. - С. 73-90.

129. Третьяков, Н. В. Хозяйственный возраст / Ленинград : Издательство: Государственный научно-исследовательский институт лесного хозяйства и лесной промышленности, 1930. – Т. Вып. 7. - 20 с.

130. Третьяков, Н. В. Справочник таксатора / Н. В. Третьяков, П. В. Горский, Г. Г. Самойлович // Москва ; Ленинград : Гослесбумиздат, 1952. - 853 с.

131. Третьяков, С. В. Динамика формирования и продуктивность смешанных

сосновых древостоев средней подзоны тайги Европейского Севера России / Дис. ... д. с.-х. наук : 06.03.02 / Третьяков Сергей Васильевич. - Архангельск, 2011. - 334 с.

132. Тюрин, А. В. Нормальная производительность лесонасаждений сосны, березы, осины и ели (всеобщие таблицы хода и роста) / Москва ; Ленинград : Сельколхозгиз, 1930. - 188 с.

133. Тюрин, А. В. Нормальная производительность лесонасаждений сосны, березы, осины и ели (всеобщие таблицы хода роста) / Москва ; Ленинград. : Сельколхозгиз, 1931. - 199 с.

134. Тюрин, А. В. Таблицы сбегания и объема стволов березы по бонитетам / Москва ; Ленинград : Сельколхозгиз, 1931. - С. 405-496.

135. Тюрин, А. В. Таксация леса / Москва : Гослестехиздат, 1945. - 376 с.

136. Тюрин, А. В. Лесная вспомогательная книжка: по таксации леса / А. В. Тюрин, И. М. Науменко, П. В. Воропанов // Москва ; Ленинград : Гослесбумиздат, 1956. - 532 с.

137. Уголев, Б. Н. Древесиноведение и лесное товароведение / Москва : Академия, 2010. - 266 с.

138. Усов, С.В. Нормативы выхода пилопродукции из древостоев / С. В. Усов, М. Н. Ефремова, С. Л. Шевелев, А. С. Волкова // Хвойные бореальной зоны, 2019. - Т. 37. - № 6. - С. 417-421.

139. Усов, С. В. К вопросу совершенствования методов оценки лесной продукции / С. В. Усов, С. Л. Шевелев, Н. Н. Кулакова // Красноярск : Лесной и химический комплексы – проблемы и решения, 2021. - С. 30-32.

140. Усов, С. В. Особенности формирования стволов осины в лесостепях Средней Сибири / С. В. Усов, С. Л. Шевелев, Л. И. Романова // Красноярск : Лесной и химический комплексы – проблемы и решения, 2022. - С. 64-66.

141. Усов, С. В. Видовые высоты древостоев осины Канской лесостепи / С. В. Усов, С. Л. Шевелев, Н. Н. Кулакова // Красноярск : Лесной и химический комплексы – проблемы и решения, 2023. - С. 78-80.

142. Усов, С. В. Некоторые особенности формирования смешанных

лиственных древостоев островных лесостепей Средней Сибири / С. В. Усов, С. Л. Шевелев, Н. Н. Кулакова // Труды IX Всероссийской научно-технической конференции «Леса России»: политика, промышленность, наука, образование», г. Санкт-Петербург, 22-24 мая 2024 г. - С. 81-83.

143. Усов, С. В. Объемы стволов осины в зоне островных лесостепей Средней Сибири / С. В. Усов, С. Л. Шевелев, Н. Н. Кулакова, А. С. Зайцева // Хвойные бореальной зоны, 2024. - Т. XLII. - № 4. - С. 55-61.

144. Усольцев, В. А. Совмещение баз данных о запасах углерода и его годичном депонировании в лесных экосистемах Северной Евразии / В. А. Усольцев, Ю. В. Филиппов, О. А. Крапивина, Ю. В. Усольцева, В. В. Терентьев, А. В. Шишкин, Е. В. Белоусов, М. В. Азаренок, Н. С. Ненашев // Вестн. БГТУ им. В.Г. Шухова, 2004. - № 8. - Ч. 1. - С. 44-46.

145. Усольцев, В. А. О статусе древесной растительности на экотоне лес - степь / В. А. Усольцев, А. И. Колтунова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета, 2012. - Т. 4. - №. 36-1. - С. 8-12.

146. Усольцев, В. А. Биологическая продуктивность березовых насаждений в климатических градиентах Евразии / В. А. Усольцев, А. А. Маленко, В. А. Азаренок // Вестник Алтайского государственного аграрного университета, 2016. - № 9. - С. 56-63.

147. Усольцев, В. А. О необходимости построения и анализа аллометрических моделей фитомассы лесных деревьев как основы корректной оценки углерододепонирующей функции лесов (аналитический обзор) / В. А. Усольцев, К. В. Колчин, А. А. Маленко // Вестник Алтайского государственного аграрного университета, 2017. - № 3 (149). - С. 78-87.

148. Фалалеев, Э. Н. Справочное пособие по таксации лесов / Красноярск : М-во высш. и сред. спец. образования РСФСР. Сиб. технол. ин-т. Сиб. отд-ние АН СССР. Ин-т леса и древесины им. В. Н. Сукачева. Всесоюз. объединение «Леспроект», 1973. - Т. 1. - 216 с.

149. Фалалеев, Э. Н. Справочное пособие по таксации лесов Сибири / Э. Н. Фалалеев, Е. Л. Беззаботнов, М. А. Данилин, С. Л. Шевелев // Красноярск : СТИ,

1974. - 216 с.

150. Фалалеев, Э. Н. Таблица хода роста древостоев осины Ангарского района / Э. Н. Фалалеев, В. С. Поляков // Красноярск : Ход роста основных лесообразующих пород Сибири, 1975. - С. 181-182.

151. Фалалеев, Э. Н. Ход роста основных лесообразующих пород Сибири: учеб. пособие / Э. Н. Фалалеев, Е. Л. Беззаботнов, М. А. Данилин, Э. К. Соколов, И. В. Семечкин / Красноярск : СТИ, 1975. - 196 с.

152. Фарбер, С. К. Оценка потенциальной продуктивности древостоев по материалам лесоустройства (на примере государственного природного заповедника «АЗАС») / С. К. Фарбер, Н. С. Кузьмик // Сибирский лесной журнал, 2020. - № 3. - С. 12-25.

153. Фарбер, С. К. Оценка потенциальной продуктивности древостоев по материалам лесоустройства (на примере государственного природного заповедника «АЗАС») / С. К. Фарбер, Н. С. Кузьмик, Н. И. Молокова // Интерэкспо Гео-Сибирь, 2020. - Т. 3. - № 1. - С. 241-247.

154. Фарбер, С. К. Моделирование потенциальной продуктивности древесных пород на примере южно-таежных лесов Приангарья / С. К. Фарбер, Н. С. Кузьмик // Лесоведение, 2021. - № 2. - С. 132-142.

155. Федосимов, А. Н. Варьирование таксационных показателей на круговых площадках / Лесное хозяйство, 1964. - № 5. - С. 18-20.

156. Федосимов, А. Н. Методическое руководство по учету лесного фонда статистическим способом в областях с интенсивным лесным хозяйством / А. Н. Федосимов, В. С. Чуенков, Ю. Б. Копытов // Москва : ВНИИЛМ, 1967. - 21 с.

157. Федосимов, А. Н. Математико-статистический метод учета лесного фонда / А. Н. Федосимов, В. С. Чуенков, Ю. В. Копытов // Сборник работ по лесному хозяйству, 1971. - № 53. - 74 с.

158. Фокин, В. Н. Производительность модальных осиновых древостоев Московской области / Сборник ВНИИЛМ, 1977. - С. 154-158.

159. Фокин, В. Н. Вопросы совершенствования таксационной нормативной базы для оценки основных функций леса / В. Н. Фокин, А. Ф. Баранов //

Красноярск : Сибирский государственный технологический университет, 2000. - С. 143-148.

160. Фокин, В.Н. Основные пороки древесины осины и березы и их влияние на выход деловой древесины / В. Н. Фокин, А. Ф. Гуров // Лесной вестник МГУЛ, 2000. - С. 92-94.

161. Фокин, В. Н. Пути формирования продуктивных насаждений лиственных пород (осины, березы) / В.Н. Фокин, А. Ф. Гуров // Лесной вестник МГУЛ, 2001. -С. 63-66.

162. Фокин, В. Н. Формирование осиновых древостоев в зоне елово-широколиственных лесов / Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 06.03.03 / Фокин Виктор Николаевич. - Москва, 2002. - 21 с.

163. Фролов, И. Т. Жизнь и познание: о диалектике в современной биологии / Москва : Мысль, 1981. - 268 с.

164. Хлюстов, В. К. Моделирование роста смешанных древостоев пойменных лесов Урала / В. К. Хлюстов, М. М. Елекешева, Ж. Н. Токтасынов // Аграрный научный журнал, 2017. - № 6. - С. 41-45.

165. Черепнин, Л. М. Растительный покров южной части Красноярского края и задачи его изученности / Уч. зап. Краснояр. пед. ин-та, 1956. - Т. 5. - С. 3-43.

166. Чернов, В. И. Формирование хозяйственно-ценных насаждений осины (*Populus tremula* L.) в лесах Республики Татарстан / Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 06.03.02 / Чернов Василий Иванович. - Уфа, 2014. - 22 с.

167. Черных, В. Л. Сортиментные и товарные таблицы для сосняков и березняков Мурманской области и севера Карельской АССР / В. Л. Черных, А. Г. Мошкалев, Ю. И. Агапитов // Лесная таксация и лесоустройство, 1982. - С. 29-37.

168. Чернявский, В. С. Географические аспекты закономерностей роста и таксации осиновых древостоев / Автореф. дис. ... д. с.-х. наук : 06.03.02 / Чернявский Владимир Сергеевич. - Брянск, 1999. - 37 с.

169. Чибисов, Г. А. Смена сосны елью / Архангельск : СевНИИЛХ, 2010. – 149 с.

170. Чичкарев, А. С. Мелиоративная роль лесных насаждений в засушливой

степи / А. С. Чичкарев, А. А. Маленко // Вестник Алтайского государственного аграрного университета, 2021. - № 8 (202). - С. 55-60.

171. Чичкарев, А. С. Рост и продуктивность сосново-лиственничных культур в условиях степи Юго-Западной Сибири / А. С. Чичкарев, А. А. Маленко // Хвойные бореальной зоны, 2023. - Т. 41. - № 5. - С. 384-389.

172. Швиденко, А. З. Таблицы и модели хода роста и продуктивности насаждений основных лесообразующих пород северной Евразии (нормативносправочные материалы) / Москва : Федеральное агенство лесного хозяйства, 2006. - 803 с.

173. Шевелев, С. Л. Лесотаксационный справочник для южно – таежных лесов Средней Сибири / С. Л. Шевелев, В. В. Кузьмичев, Н. В. Павлов, А. С. Смольянов // Москва : ВНИИЛМ, 2002. – 166 с.

174. Шевелев, С. Л. Лесотаксационный справочник для южно-таежных лесов Средней Сибири / Москва : ВНИИЛМ, 2002. - 166 с.

175. Шевелев, С. Л. Таксация леса / С. Л. Шевелев, В. В. Кузьмичев // Красноярск : СибГТУ, 2003. - 248 с.

176. Шевелев, С. Л. Некоторые закономерности строения лесных массивов Каа-Хемского округа горно-таежных лесов Республики Тыва / С. Л. Шевелёв, И. И. Красиков // Хвойные бореальной зоны, 2008. - Т. XXV. - № 1-2. - С. 84-87.

177. Шевелев, С. Л. Состояние и перспективы совершенствования нормативной базы таксации товарной структуры древостоев Сибири / Лесная таксация и лесоустройство, 2008. - № 1 (39). - С. 101-105.

178. Шевелев, С. Л. Форма стволов березы в среднесибирском подтаежно-лесостепном районе / С. Л. Шевелев, С. В. Кускашева // Лесная таксация и лесоустройство, 2013. - № 1 (49). - С. 44-47.

179. Шевелев, С. Л. Особенности роста березняков в Красноярско-Ачинско-Канском лесостепном районе / С. Л. Шевелев, М. Н. Ефремова // Брянск : БГИТУ : Актуальные проблемы лесного комплекса, 2016. - № 46. - С. 50-53.

180. Шевелев, С. Л. Таксация леса : учебное пособие / Красноярск : ФГБОУ ВО «СибГАУ», 2016. - 265 с.

181. Шевелев, С. Л. Связь между средними таксационными показателями древостоев березы в Красноярско-Ачинско-Канском лесостепном районе / С. Л. Шевелев, М. Н. Ефремова // ИВУЗ Лесной журнал, 2017. - № 2. - С. 42-51.
182. Шевелев, С. Л. Особенности объемообразующих показателей в древостоях Красноярско-Ачинско-Канской лесостепи / С. Л. Шевелев, М. Н. Ефремова // Хвойные бореальной зоны, 2018. - Т. XXXVI. - № 1. - С. 97-101.
183. Шевелев, С. Л. Формирование стволов осины (*Populus tremula*) в зоне островных лесостепей Средней Сибири / С. Л. Шевелев, Л. И. Романова, С. В. Усов // Хвойные бореальной зоны, 2021. - Т. 39. - № 3. - С. 212-215.
184. Шевелев, С. Л. Нормативная база для оценки лесосек в Сибири / С. Л. Шевелев, В. Н. Немич, И. А. Воробьева, С. В. Усов // Хвойные бореальной зоны, 2023. - Т. 41. - № 1. - С. 73-79.
185. Шевелев, С. Л. Оценка секвестрационного потенциала осиново-березовых древостоев островных лесостепей Средней Сибири / С. Л. Шевелев, С. В. Усов, Л. И. Романова // Изв. вузов. Лесн. журн, 2024. – № 1. – С. 9-22.
186. Шульга, В. Д. К обоснованию приемов создания заведомо устойчивых древостоев в степи / Известия высших учебных заведений. Лесной журнал, 2007. - № 5. - С. 20-27.
187. Шульга, В. Д. Особенности степного лесоводства / В. Д. Шульга, С. В. Обельцев, Д. В. Шульга / Волгоград : Изд-во ВолГУ, 2010. - 366 с.
188. Шустов, Б. А. К вопросу о ходе роста дубовых высокоствольников / Санкт-Петербург : тип. М.А. Александрова, 1909. - [4]. - 181 с.
189. Энциклопедия лесного хозяйства / Москва : ВНИИЛМ, 2006. - Т. 1. - 416 с.
190. Юлкин, М. А. Глобальная декарбонизация и ее влияние на экономику России / Москва : АНО «Центр экологических инвестиций», 2019. - 29 с.
191. Биомасса и первичная продукция лесов Евразии [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://elar.usfeu.ru/handle/123456789/12452>.
192. В Рослесинфорге назвали главных «пожирателей» парниковых газов среди деревьев [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://roslesinfor.ru/news/>

all/v-roslesinforge-nazvali-glavnykh-pozhirateley-parnikovykh-gazov-sredi-derevev-/_

193. Bauer, S. Asymmetric Competition as a Natural Outcome of Neighbour Interactions among Plants: Results from the Field-of-Neighbourhood Modelling Approach / S. Bauer, T. Wyszomirski, U. Berger, H. Hildenbrandt, V. Grimm // *Plant Ecol*, 2004. - S. 135-145.

194. Bebre, I. Seedling Growth and Biomass Production under Different Light Availability Levels and Competition Types / I. Bebre, H. Riebl, P. Annighöfer // *Forests*, 2021. - №. 12. – 1376 s.

195. Craine, J. M. Mechanisms of Plant Competition for Nutrients, Water and Light / J. M. Craine, R. Dybzinski // *Funct. Ecol*, 2013. - №. 27. - S. 833-840.

196. Dieckmann, U. The Geometry of Ecological Interactions. Simplifying Spatial Complexity (Cambridge Studies in Adaptive Dynamics) / U. Dieckmann, R. Law, J. A. J. Metz / Cambridge University Press: Cambridge, UK, 2000.

197. Gmelin, J. G. Reise durch Sibirien, von dem Jahr 1733 bis 1743 / Göttingen : A. Vandenhoecks seel., wittwe, 1751 -Th. 4. - 1752. - 700 s.

198. Grossman, H. Ergebnisse der in Jare 1957 durchgeführten Holzvorrats und Zuwachsinventur im Plenterwald Keula / *Arch. Fur Forstwesen*, 1959. - H. 6/7. - S. 666-680.

199. Grossman, H. Versuche zur Rationalisierung der Met ho-dik von Holzvarrotsinventuren auf mathematisch – statistischer Grundlage / H. Grossman, G. Wolff // *Arch. Fur Forstwesen*, 1963. - H. 12. - S. 77-101.

200. Kiviste, A. Forest Scenario Modelling for Optimal Adaptation to Possible Climate Change in Estonia / A. Kiviste, H. Korjus // Netherlands, Wageningen, 1997. - S. 1–10.

201. Matthews, G. The Carbon Content of Trees: Forestry Commission Technical Paper 4 / Edinburgh, Forestry Commission, 1993. - 21 s.

202. Messerschmidt, D. G. De ratione praeside universae medicinae. / Halle, 1713.

203. Neumann, M. Comparison of Carbon Estimation Methods for European Forests / M. Neumann, A. Moreno, V. Mues, S. Härkönen, M. Mura, O. Bouriaud, M. Lang, W.M.J. Achten, A. Thivolle-Cazat, K. Bronisz, J. Merganič, M. Decuyper, I. Alberdi, R. Astrupm, F. Mohren, H. Hasenauer / *Forest Ecology and Management*, 2016. - S. 397–420.

204. Pallas, P. S. Deossibus Siobiriae fossilibus craniis / *Novi commentarii Academiae Scientiarum Imperialis Petropolitanae*, 1768. - T. 13. - S. 436–477.

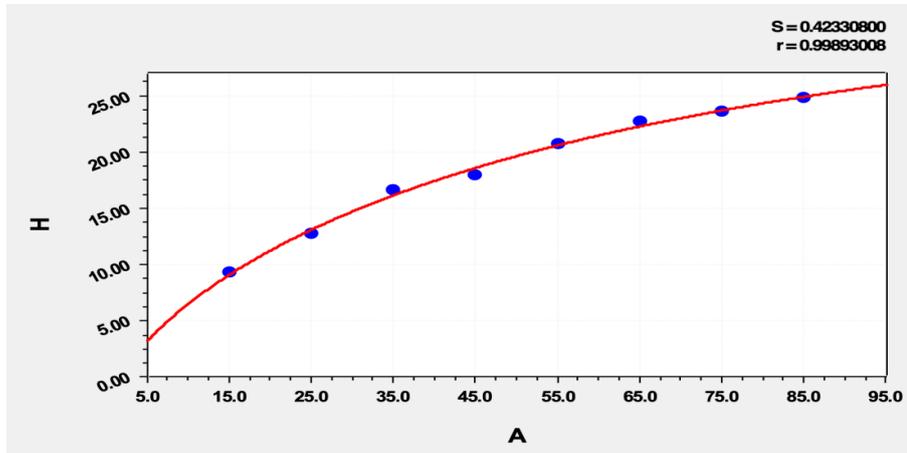
205. Pallas, P. S. Nachricht von D. Daniel Gottlieb Messerschmidts siebenjähriger Reise in Siebirien / *Neuenordische Beiträge zur physikalischen und geographischen Erd- und Völker-Beschreibung, Naturgeschichte und Ökonomie*. St. Petersburg; Leipzig, 1782. - Bd. 3. - S. 97–158.

206. Penner, M. Canada's Forest Biomass Resources: Deriving Estimates from Canada Forest Inventory / M. Penner, K. Power, C. Muhairwe, R. Tellier, Y. Wang // *Information report BC-X-370*. Victoria, BC, Pacific Forestry Centre, 1997. - 33 p.

207. Shvidenko, A. Z. Carbon budget of Russian forests / A. Z. Shvidenko, D. G. Schepaschenko // *Sibirskij Lesnoj Zurnal (Siberian Journal of Forest Science)*, 2014. - №. 1. - S. 69-92.

208. Wright, E. F. Species Variability in Growth Response to Light across Climatic Regions in Northwestern British Columbia / E. F. Wright, K. D. Coates, C. D. Canham, P. Bartemucci, J. Can // *For. Res*, 1998. - №. 28. – S. 871-886.

Приложение А - Аппроксимация уравнений и полученные графики динамики основных таксационных показателей, главного и сопутствующего элементов леса в осиново-березовых древостоях



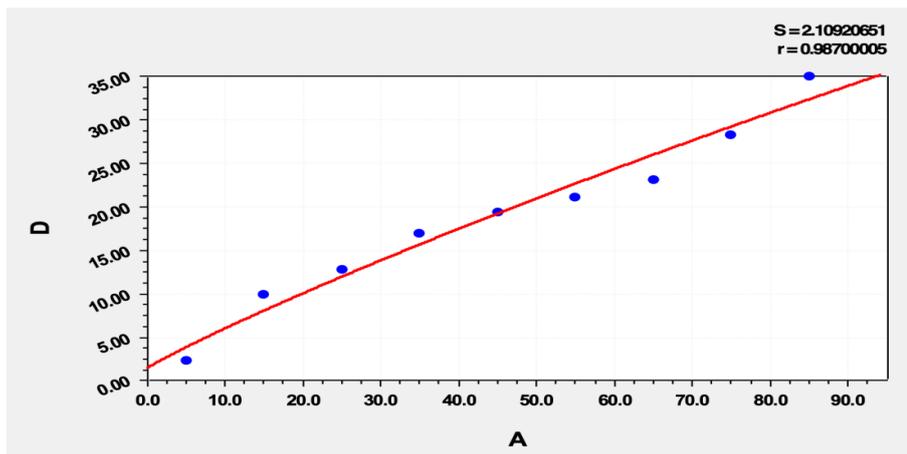
Weibull Model: $y=a-b*\exp(-c*x^d)$

Coefficient Data:

a = 209.49422 c = 0.0026523021

b = 208.0004 d = 0.92438366

Рисунок А.1 - Динамика средних высот осины в смешанных лиственных древостоях с преобладанием осины



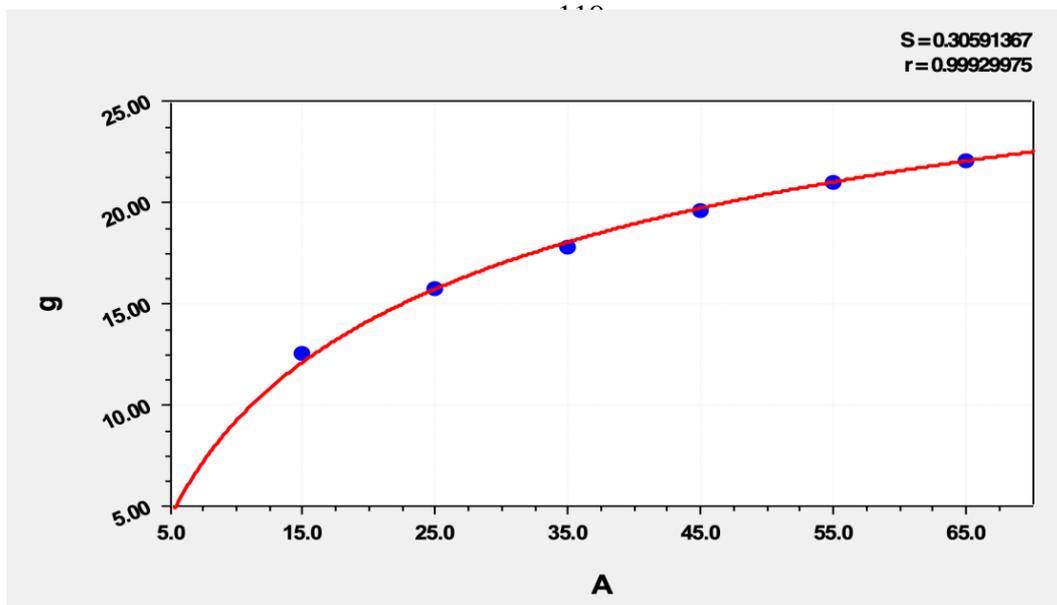
Weibull Model: $y=a-b*\exp(-c*x^d)$

Coefficient Data:

a = 34.743334 c = 0.051216762

b = 37.222143 d = 0.73333782

Рисунок А.2 - Динамика средних диаметров осины в смешанных лиственных древостоях с преобладанием осины

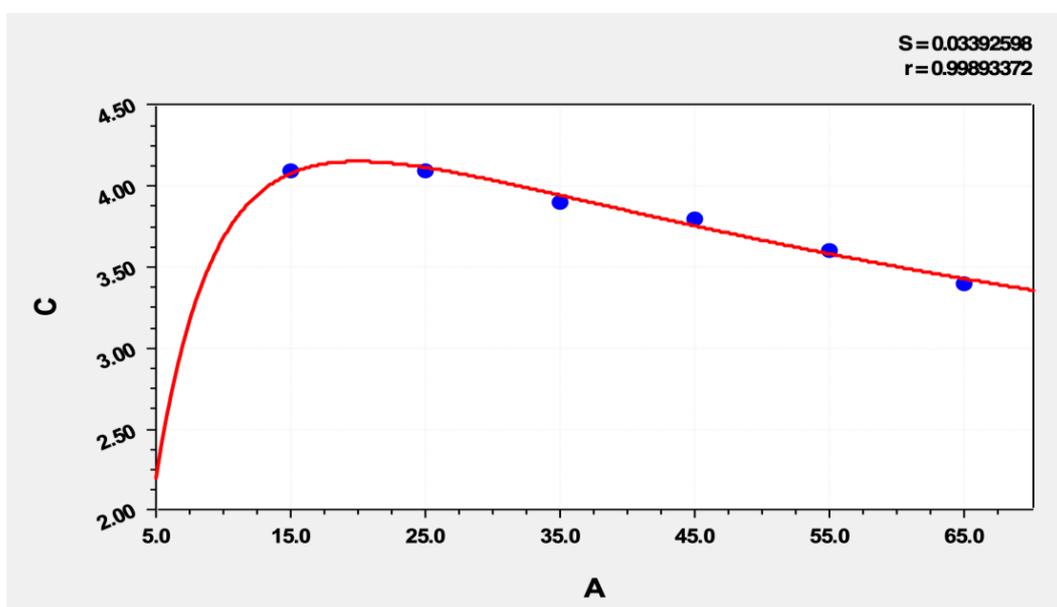


Weibull Model: $y=a-b*\exp(-c*x^d)$

Coefficient Data:

a = 33.023742 c = 0.40543089
b = 57.219538 d = 0.33702818

Рисунок А.3 – Общая динамика сумм площадей сечения в древостоях с преобладанием осины

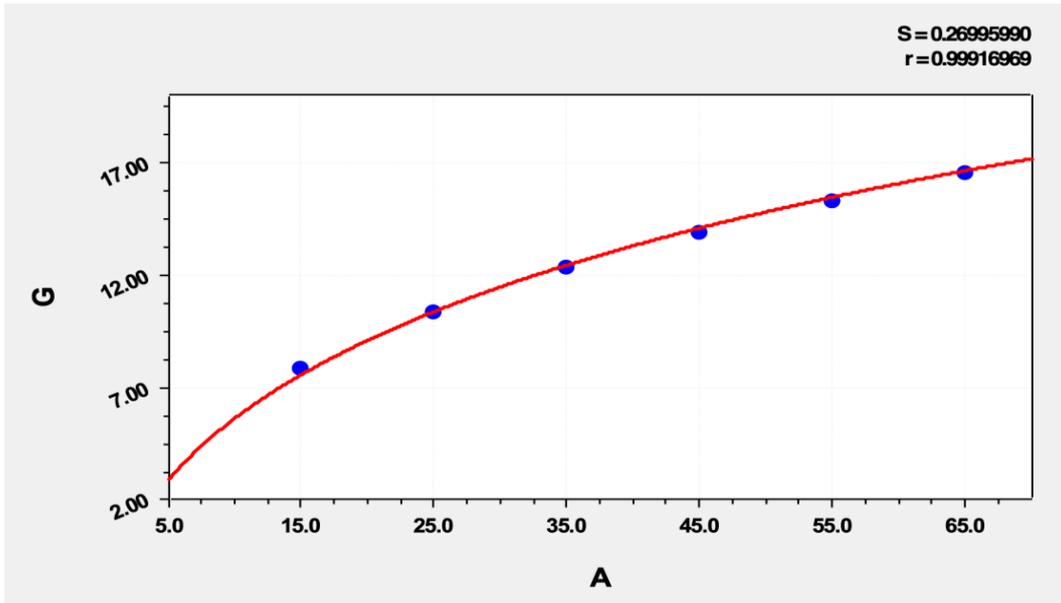


Vapor Pressure Model: $y=\exp(a+b/x+c\ln(x))$

Coefficient Data:

a = 2.996594 c = -0.39373524
b = -7.8630359

Рисунок А.4 - Динамика среднего прироста общего запаса в древостоях с преобладанием осины



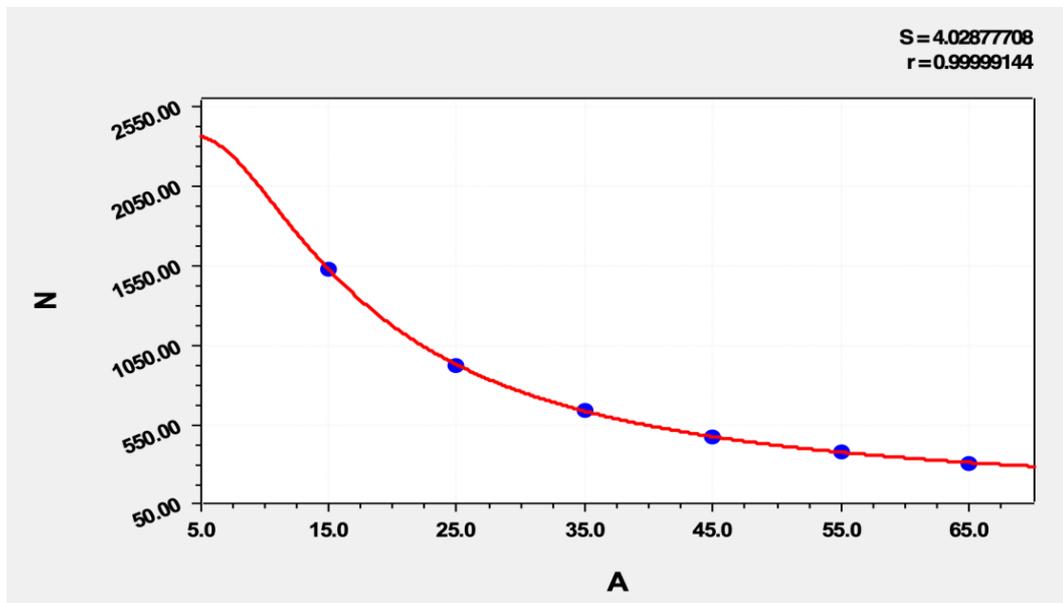
Weibull Model: $y=a-b*\exp(-c*x^d)$

Coefficient Data:

a = 36.655418 c = 0.096702529

b = 41.673533 d = 0.48564975

Рисунок А.5 - Динамика сумм площадей сечения (Осины, в древостоях с преобладанием Осины)



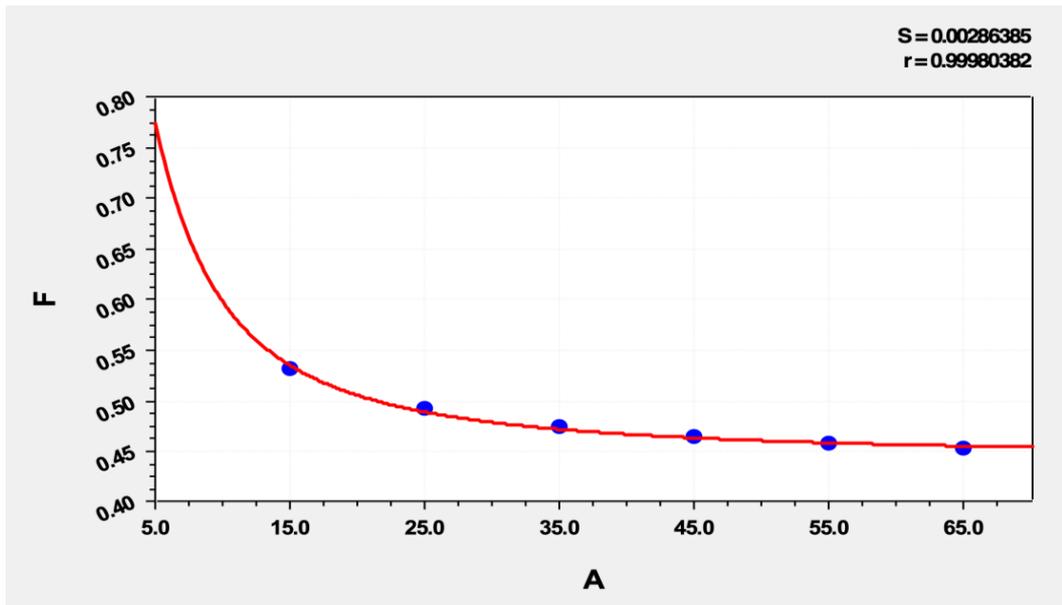
Weibull Model: $y=a-b*\exp(-c*x^d)$

Coefficient Data:

a = 2378.168 c = 56.137109

b = 2310.2819 d = -1.4898536

Рисунок А.6 - Динамика числа стволов (Осины, в древостоях с преобладанием осины)



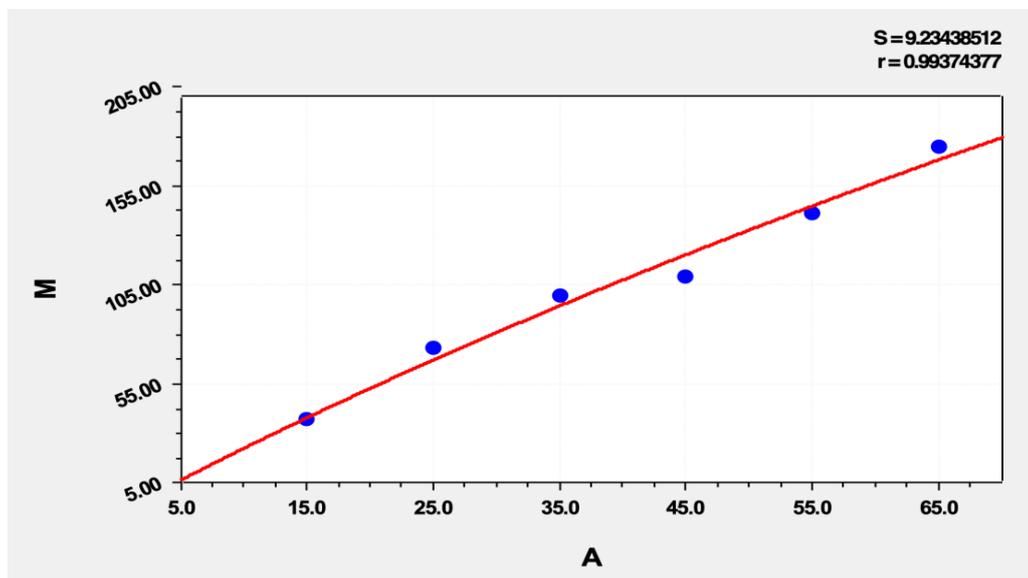
Weibull Model: $y=a-b*\exp(-c*x^d)$

Coefficient Data:

$a = 1.0047377$ $c = 9.483937$

$b = 0.56076905$ $d = -1.4697599$

Рисунок А.7 - Динамика видовых чисел (элемент леса: Осина, древостой с преобладанием осины)



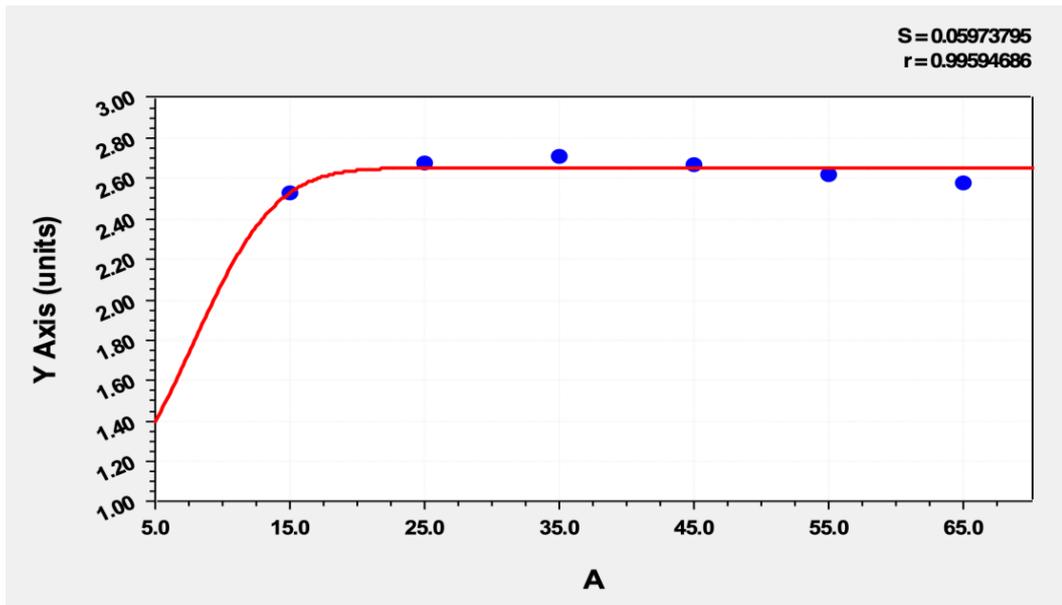
Weibull Model: $y=a-b*\exp(-c*x^d)$

Coefficient Data:

$a = 745.0681$ $c = 0.0051960189$

$b = 756.27238$ $d = 0.94717412$

Рисунок А.8 - Динамика средних запасов осины в древостоях с преобладанием осины в смешанных лиственных древостоях



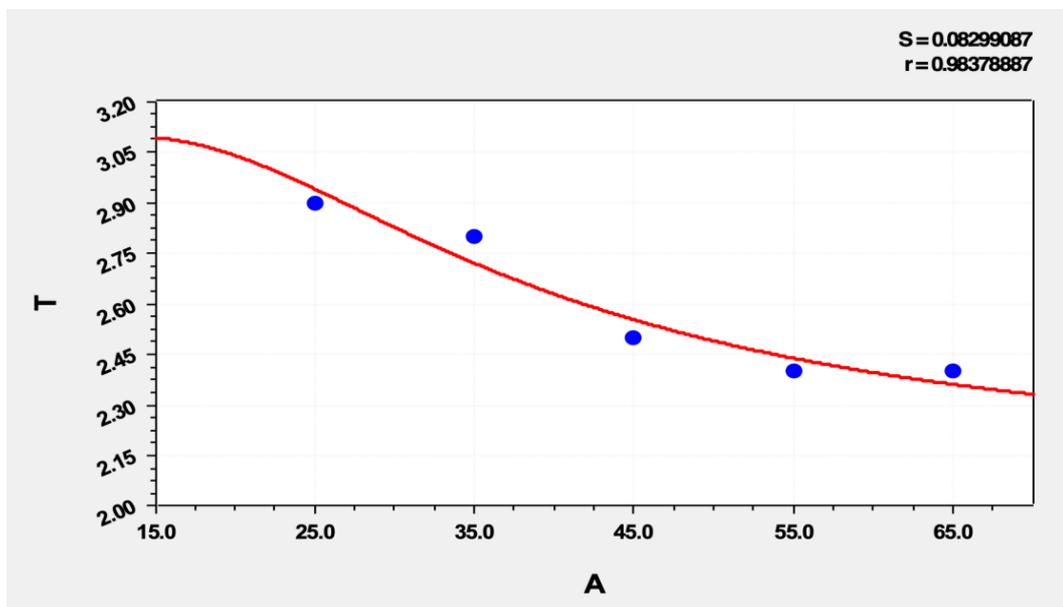
Weibull Model: $y=a-b*\exp(-c*x^d)$

Coefficient Data:

$a = 2.6520114$ $c = 0.0052641634$

$b = 1.5402026$ $d = 2.2809249$

Рисунок А.9 - Динамика среднего прироста (элемент леса: Осина, древостой с преобладанием осины)



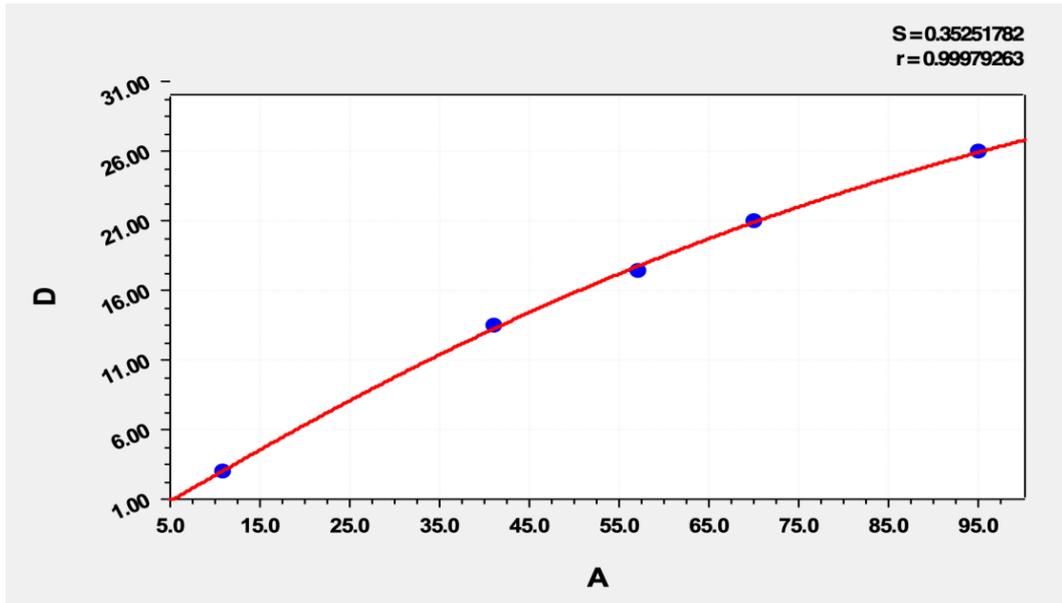
Weibull Model: $y=a-b*\exp(-c*x^d)$

Coefficient Data:

$a = 3.0999928$ $c = 818.53114$

$b = 0.99394215$ $d = -1.8983996$

Рисунок А.10 - Динамика текущего прироста (Элемент леса: Осина, древостой с преобладанием осины)



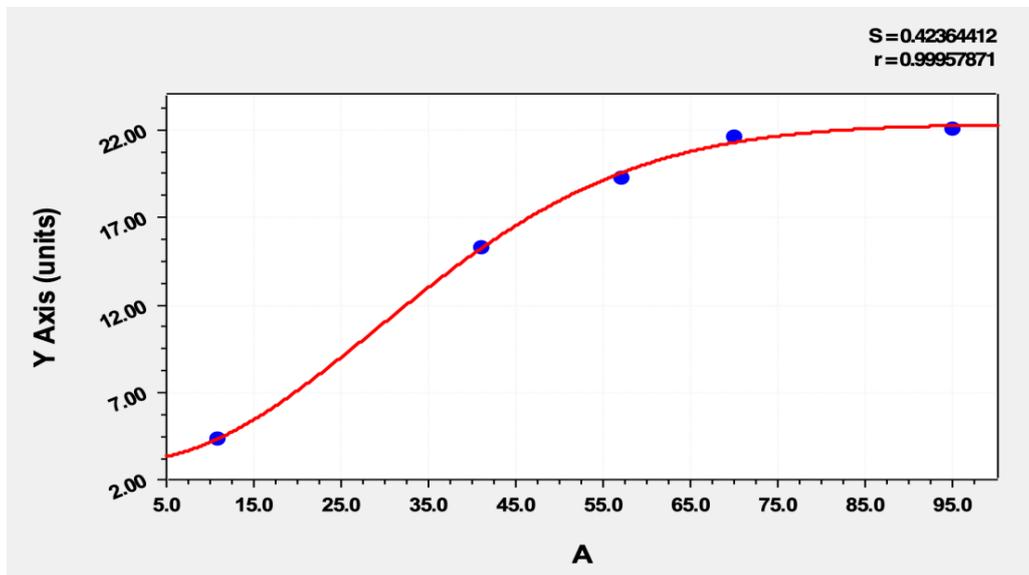
Weibull Model: $y=a-b*\exp(-c*x^d)$

Coefficient Data:

a = 41.084243 c = 0.0073423421

b = 41.882138 d = 1.0831666

Рисунок А.11 - Динамика средних диаметров 2 элемента леса – березы в насаждениях с преобладанием осины



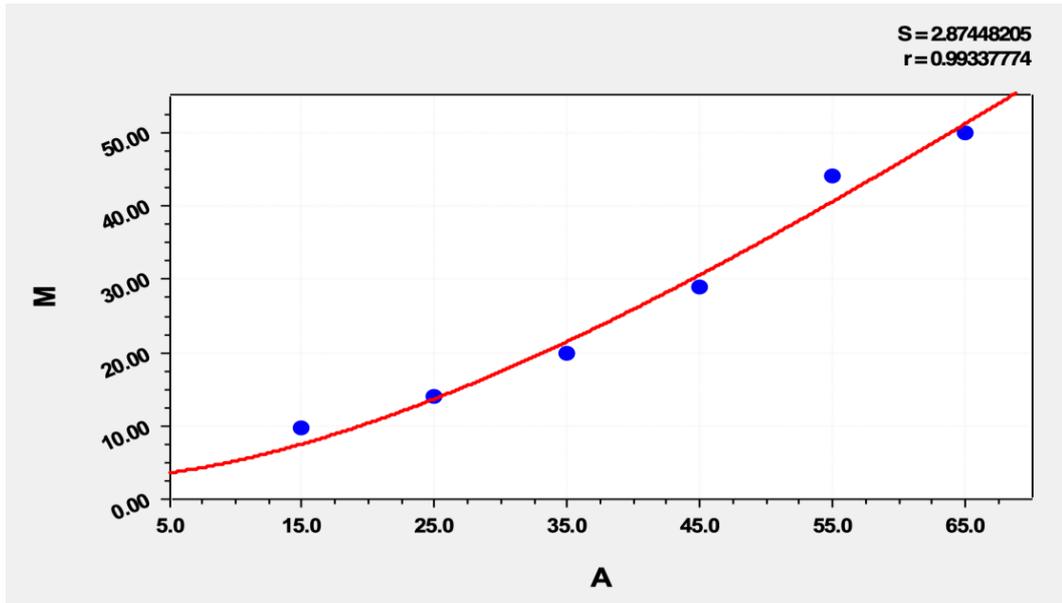
Weibull Model: $y=a-b*\exp(-c*x^d)$

Coefficient Data:

a = 22.315422 c = 0.00058193856

b = 19.239657 d = 2.0061042

Рисунок А.12 - Динамика высот 2 элемента леса – березы в лиственных древостоях с преобладанием осины



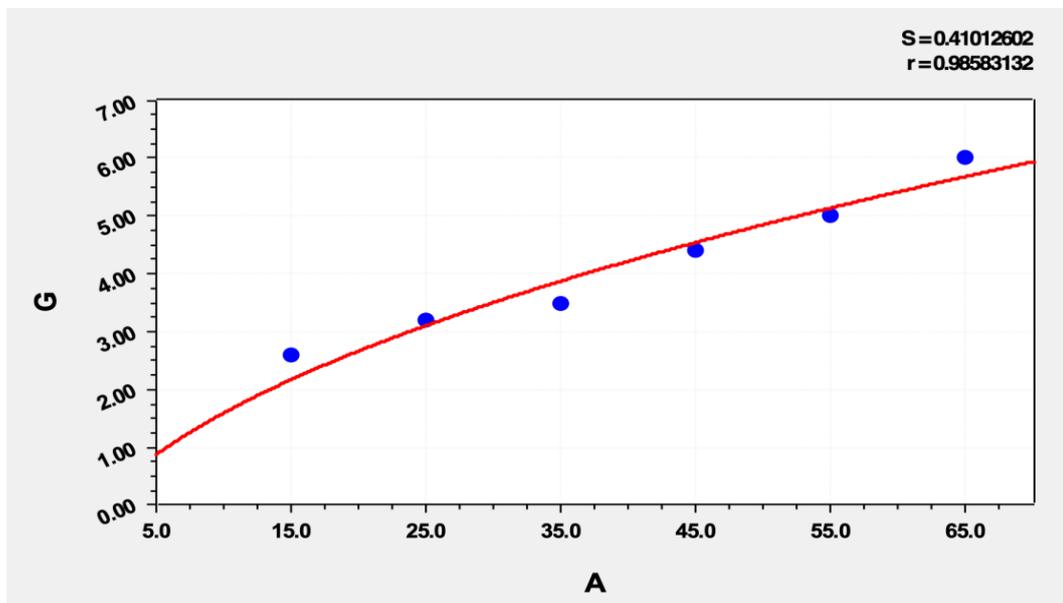
Weibull Model: $y=a-b*\exp(-c*x^d)$

Coefficient Data:

$a = 205.22289$ $c = 0.00025120816$

$b = 202.25253$ $d = 1.6745303$

Рисунок А.13 - Динамика запаса 2 элемента леса – березы в насаждениях с преобладанием осины



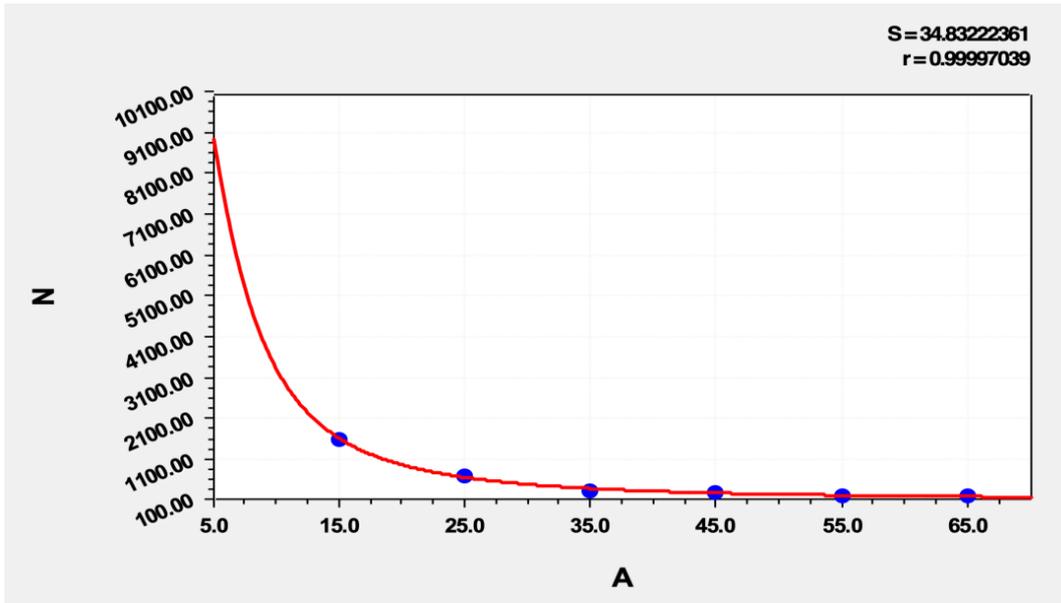
Weibull Model: $y=a-b*\exp(-c*x^d)$

Coefficient Data:

$a = 28.190128$ $c = 0.018805487$

$b = 28.733116$ $d = 0.61422888$

Рисунок А.14 - Динамика сумм площадей сечения 2 элемента леса – березы в насаждениях с преобладанием осины

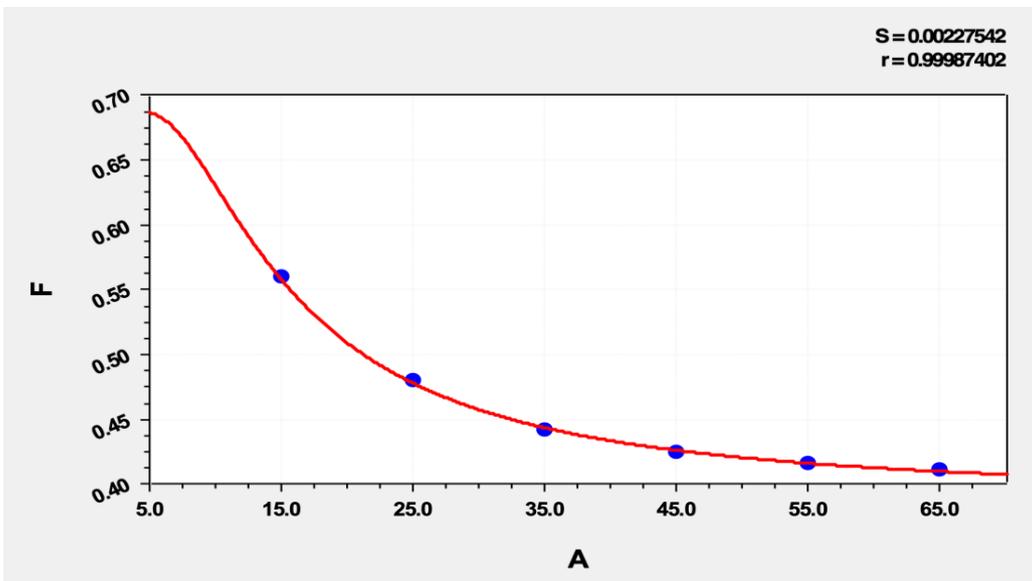


Weibull Model: $y=a-b*\exp(-c*x^d)$

Coefficient Data:

$a = 12487.536$ $c = 34.402417$
 $b = 12380.871$ $d = -2.0634857$

Рисунок А.15 - Динамика числа стволов 2 элемента леса – березы в насаждениях с преобладанием осины

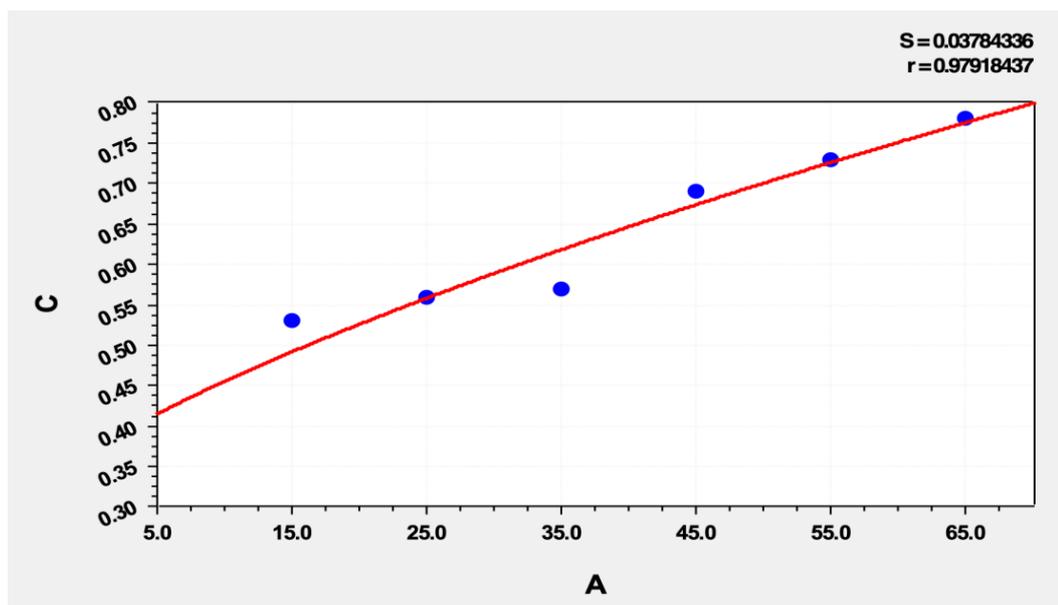


Weibull Model: $y=a-b*\exp(-c*x^d)$

Coefficient Data:

$a = 0.68839441$ $c = 78.750858$
 $b = 0.29854811$ $d = -1.6827721$

Рисунок А.16 - Динамика видовых чисел 2 элемента леса – березы в насаждениях с преобладанием осины

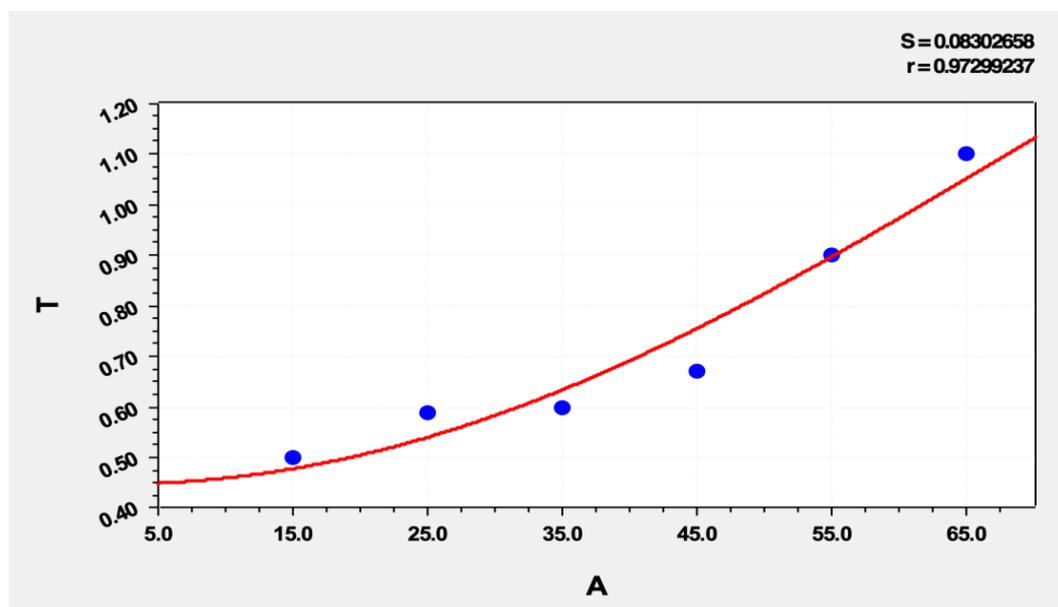


Weibull Model: $y=a-b*\exp(-c*x^d)$

Coefficient Data:

a = 2.523697 c = 0.0063073536
 b = 2.1610218 d = 0.84215721

Рисунок А.17 - Динамика среднего прироста 2 элемента леса – березы в насаждениях с преобладанием осины

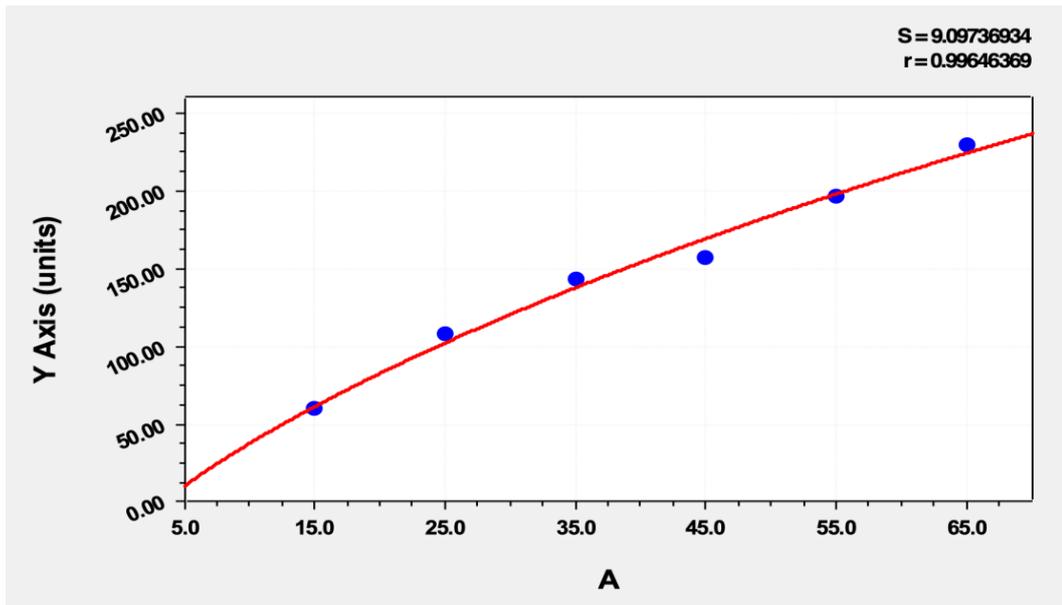


Weibull Model: $y=a-b*\exp(-c*x^d)$

Coefficient Data:

a = 2.0733061 c = 5.8199421e-005
 b = 1.6272041 d = 2.1532383

Рисунок А.18 - Динамика текущего изменения запаса 2 элемента леса – березы в насаждениях с преобладанием осины



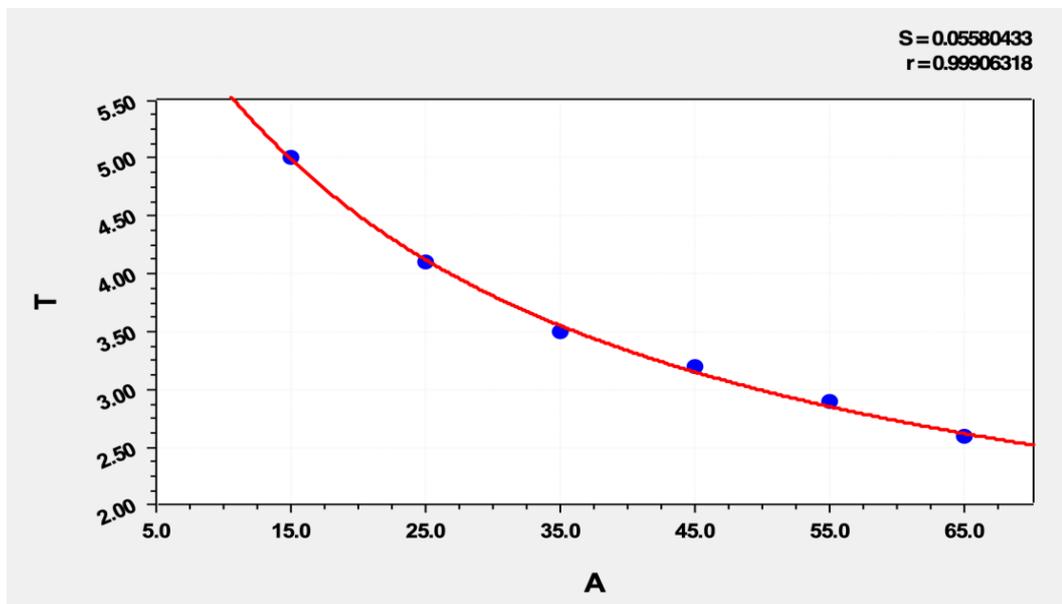
Weibull Model: $y=a-b*\exp(-c*x^d)$

Coefficient Data:

$a = 753.31873$ $c = 0.014272005$

$b = 781.63596$ $d = 0.79276449$

Рисунок А.19 - Динамика общего среднего запаса в древостоях с преобладанием осины



Weibull Model: $y=a-b*\exp(-c*x^d)$

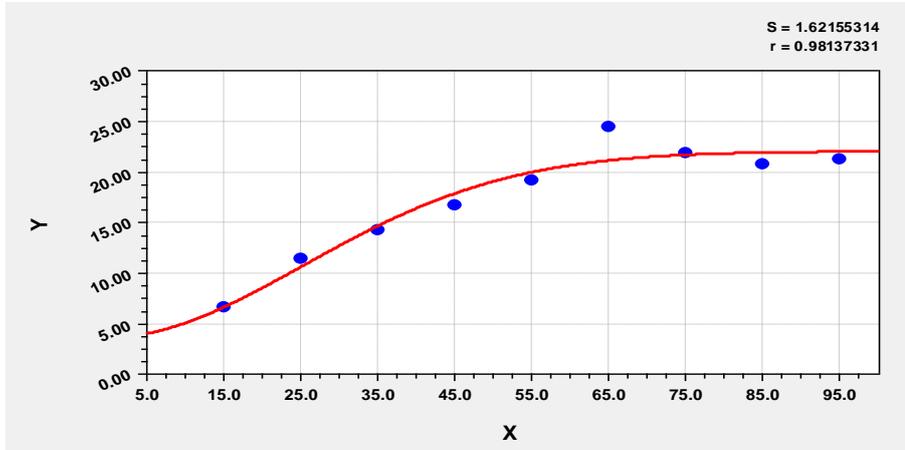
Coefficient Data:

$a = 6.5514065$ $c = 10.828399$

$b = 6.1531362$ $d = -0.76347918$

Рисунок А.20 - Динамика текущего изменения общего запаса в древостоях с преобладанием осины

Приложение Б - Аппроксимация уравнений и полученные графики
динамики основных таксационных показателей, главного и сопутствующего
элементов леса в березово-осиновых древостоях



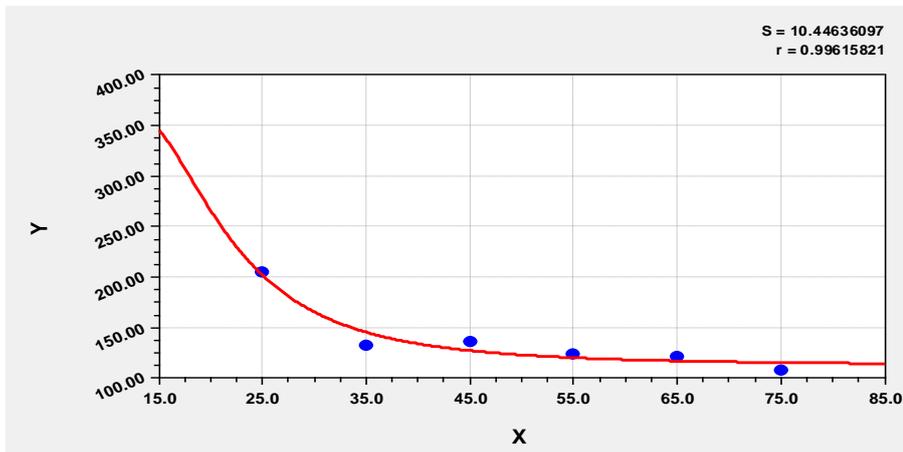
Weibull Model: $y=a-b*\exp(-c*x^d)$

Coefficient Data:

a = 22.056149 c = 0.00093677505

b = 18.399203 d = 1.9364497

Рисунок Б.1 – Динамика средних высот березы в смешанных лиственных древостоях с преобладанием березы



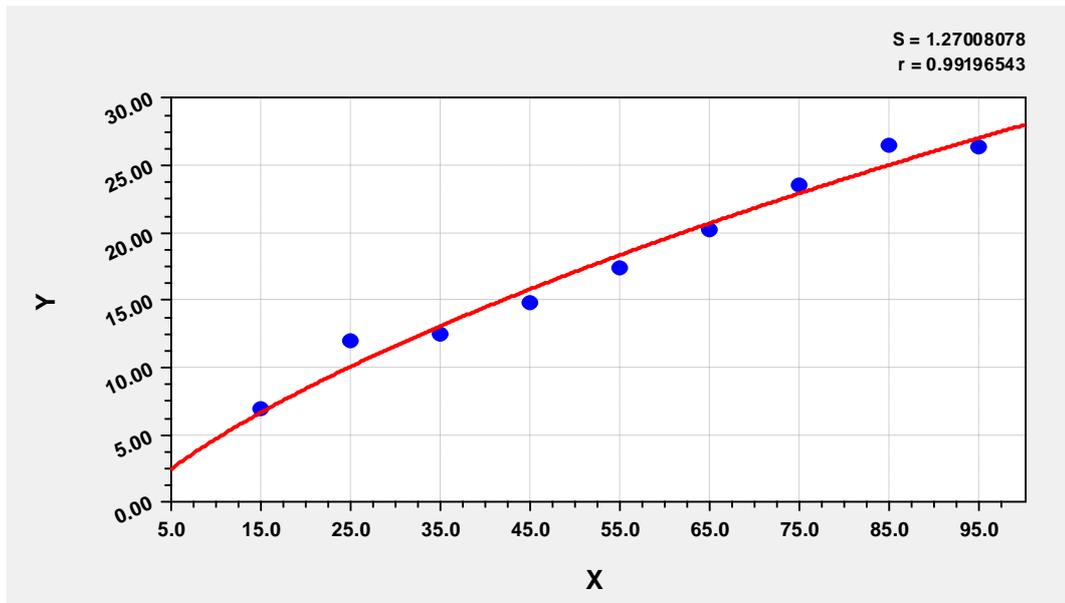
Weibull Model: $y=a-b*\exp(-c*x^d)$

Coefficient Data:

a = 368.67068 c = 22816.594

b = 255.90515 d = -3.3834718

Рисунок Б.2 – Динамика числа стволов осины в смешанных лиственных древостоях с преобладанием березы



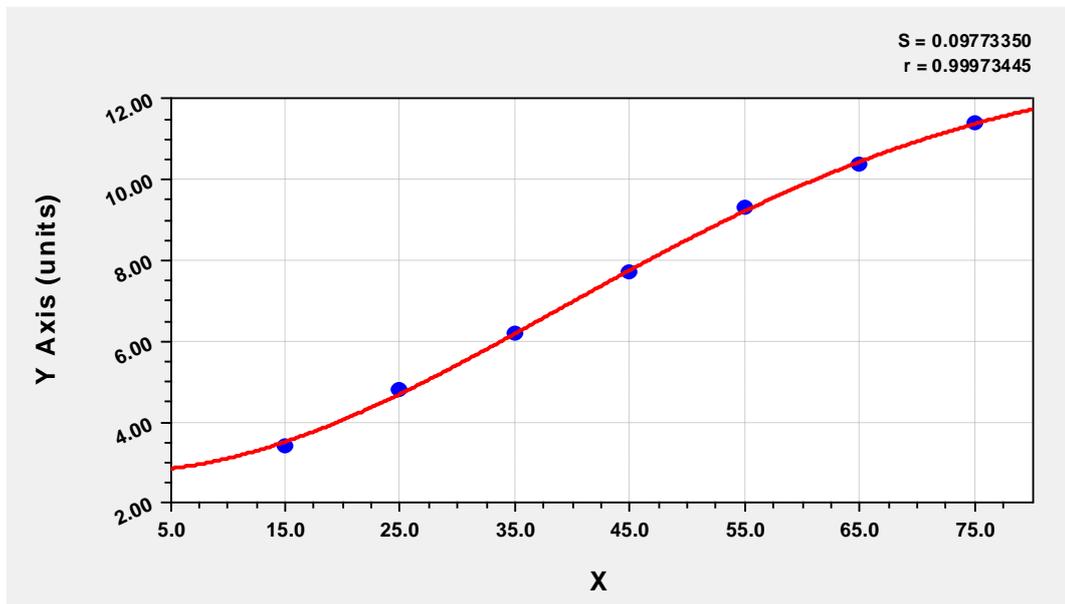
Weibull Model: $y=a-b*\exp(-c*x^d)$

Coefficient Data:

$a = 111.30073$ $c = 0.0085278571$

$b = 112.10058$ $d = 0.77114747$

Рисунок Б.3 - Динамика средних диаметров березы в смешанных лиственных древостоях с преобладанием березы



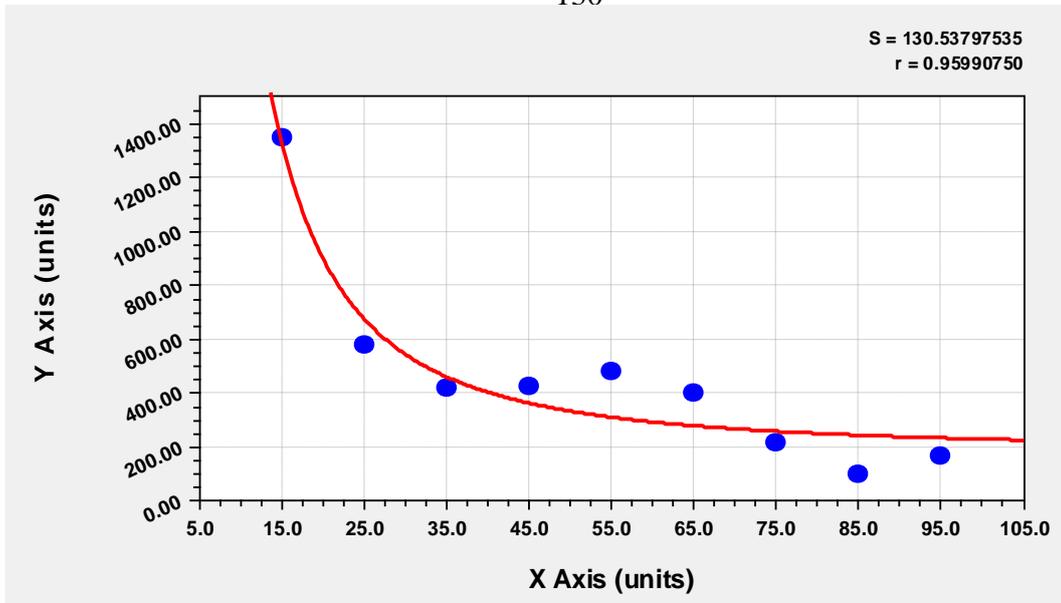
Weibull Model: $y=a-b*\exp(-c*x^d)$

Coefficient Data:

$a = 13.017858$ $c = 0.00036453402$

$b = 10.255306$ $d = 1.9744576$

Рисунок Б.4 – Динамика сумм площадей поперечный сечений березы в смешанных лиственных древостоях с преобладанием березы

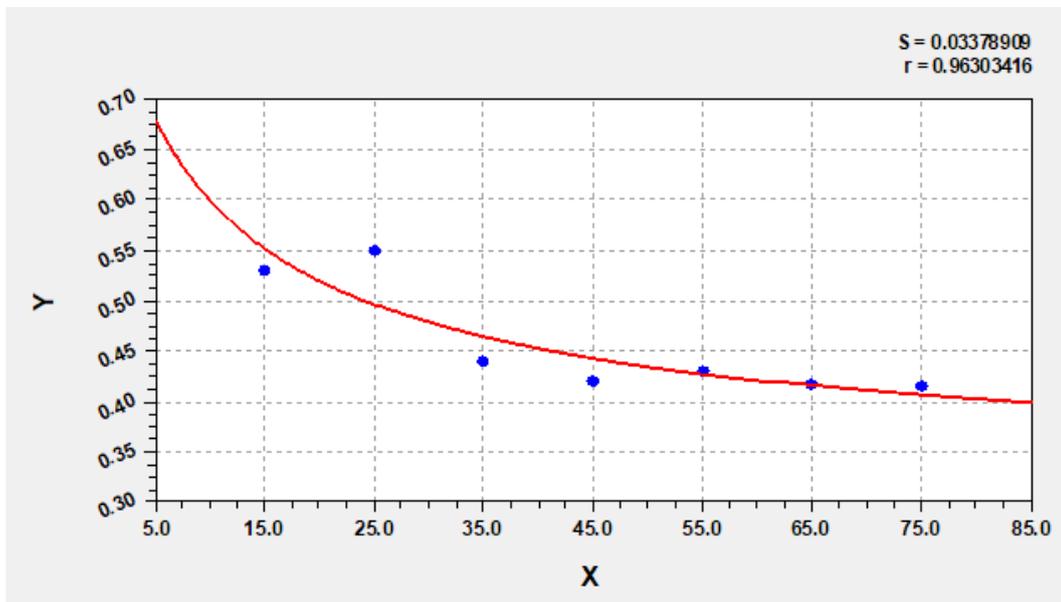


Weibull Model: $y=a-b*\exp(-c*x^d)$

Coefficient Data:

a = 6567.4035 c = 23.818119
 b = 6380.8527 d = -1.7715915

Рисунок Б.5 – Динамика числа стволов березы в смешанных лиственных древостоях с преобладанием березы

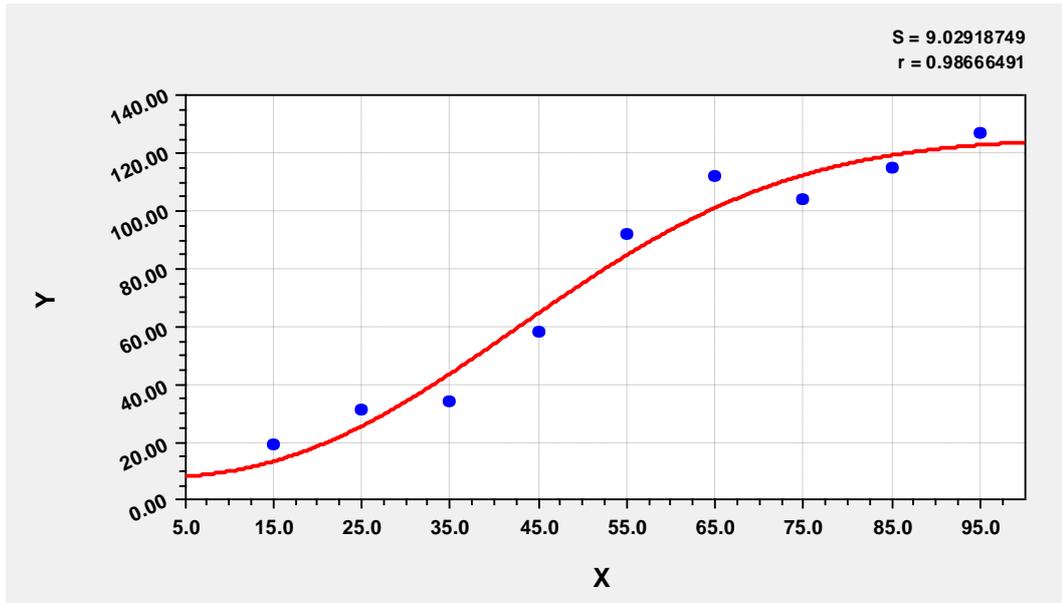


Weibull Model: $y=a-b*\exp(-c*x^d)$

Coefficient Data:

a = 6567.4035 c = 23.818119
 b = 6380.8527 d = -1.7715915

Рисунок Б.6 – Динамика видовых чисел березы в смешанных лиственных древостоях с преобладанием березы



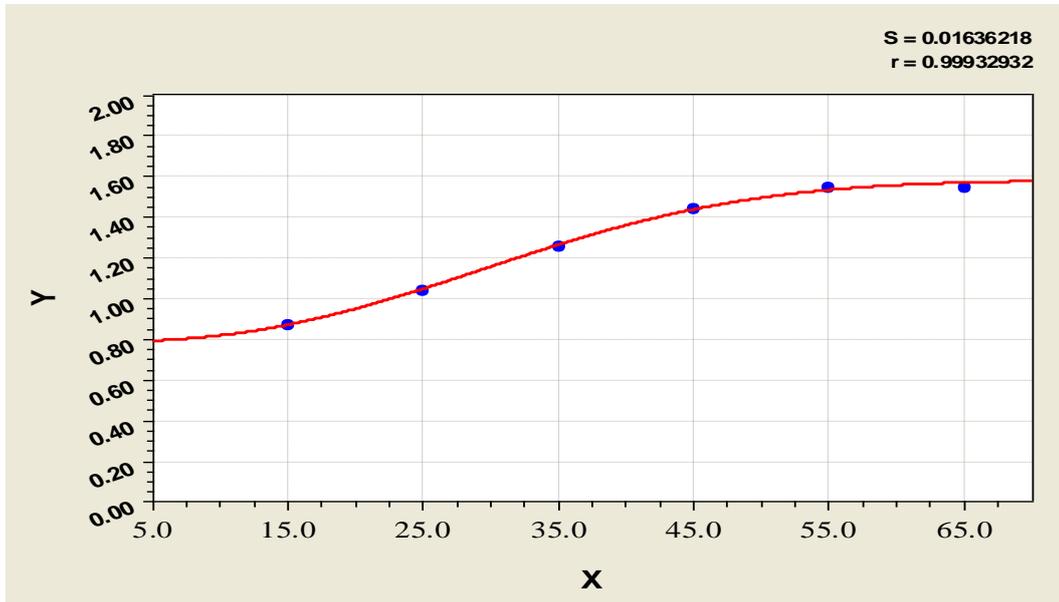
Weibull Model: $y=a-b*\exp(-c*x^d)$

Coefficient Data:

a = 125.331 c = 8.1606698e-005

b = 117.60057 d = 2.3653231

Рисунок Б.7 – Динамика запасов березы в смешанных лиственных древостоях с преобладанием березы



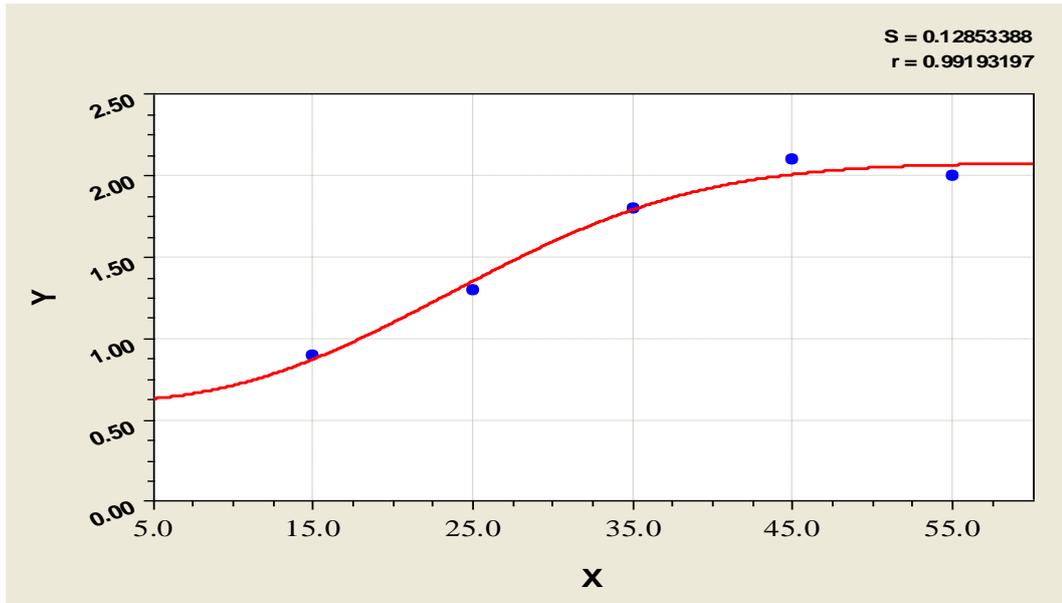
Weibull Model: $y=a-b*\exp(-c*x^d)$

Coefficient Data:

a = 1.58052119023E+000 c = 1.35999404631E-004

b = 7.93572495817E-001 d = 2.48111615776E+000

Рисунок Б.8 – Динамика среднего изменения запаса березы в смешанных лиственных древостоях с преобладанием березы



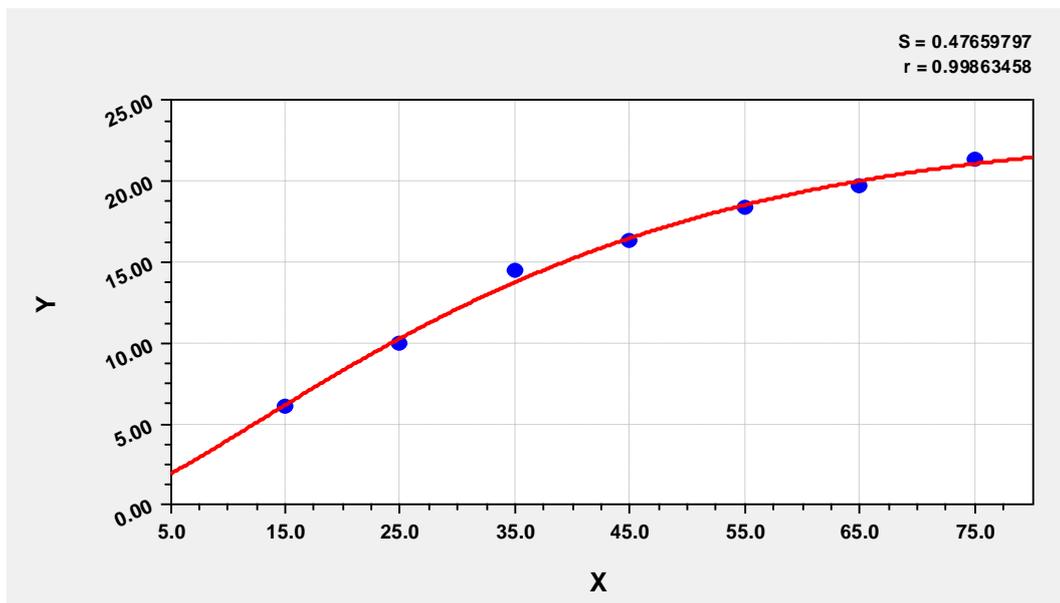
Weibull Model: $y=a-b*\exp(-c*x^d)$

Coefficient Data:

$a = 2.07659983932E+000$ $c = 2.24768231983E-004$

$b = 1.46424463817E+000$ $d = 2.50201531442E+000$

Рисунок Б.9 – Динамика текущего изменения запаса березы в смешанных лиственных древостоях с преобладанием березы



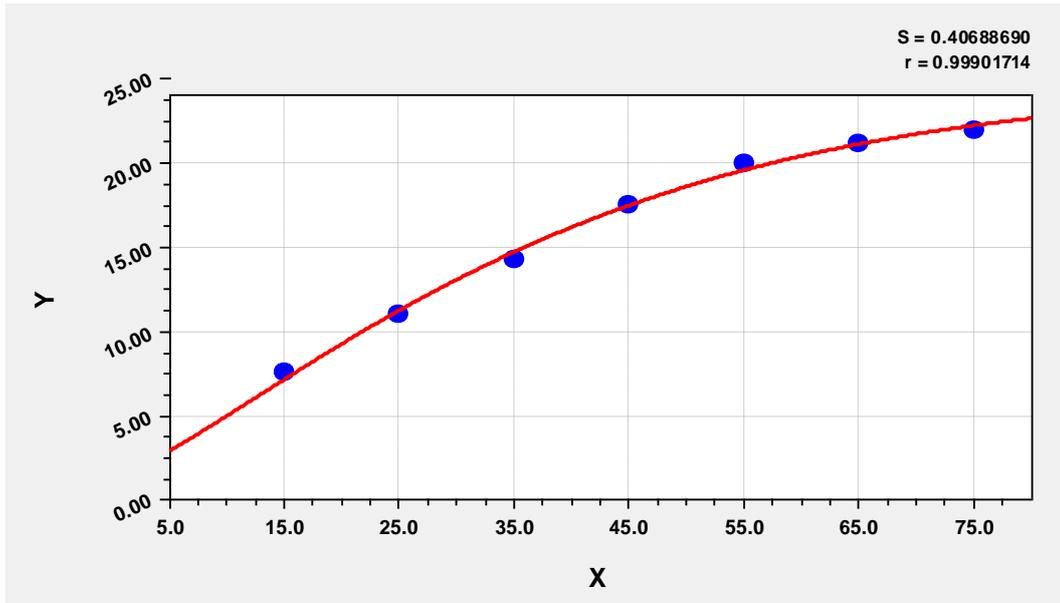
Weibull Model: $y=a-b*\exp(-c*x^d)$

Coefficient Data:

$a = 23.188107$ $c = 0.008752215$

$b = 22.812946$ $d = 1.2986422$

Рисунок Б.10 – Динамика средних диаметров осины в смешанных лиственных древостоях с преобладанием березы



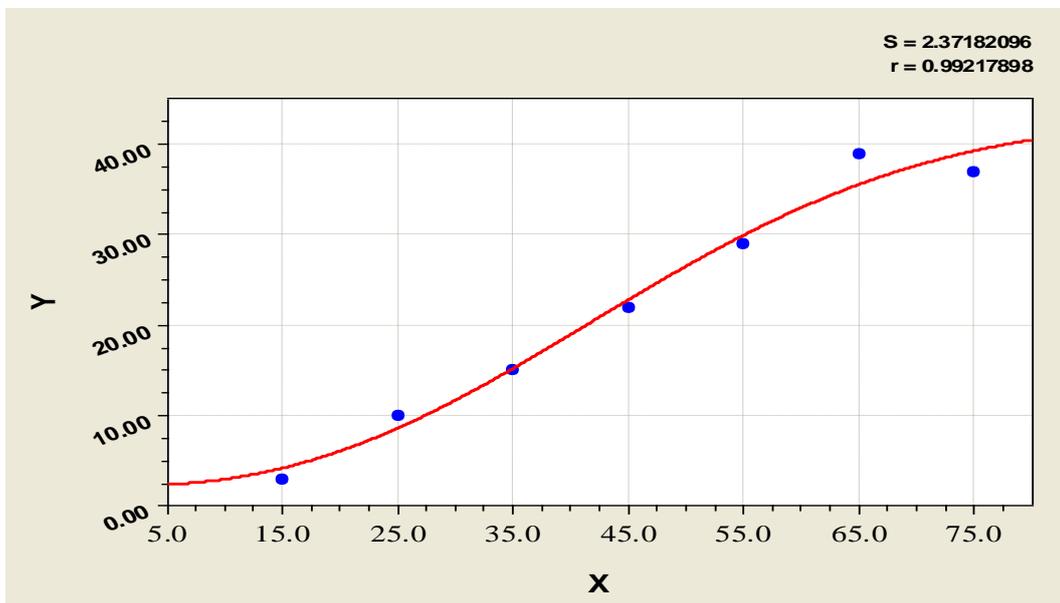
Weibull Model: $y=a-b*\exp(-c*x^d)$

Coefficient Data:

a = 24.58388 c = 0.0087763809

b = 23.209768 d = 1.2889605

Рисунок Б.11 – Динамика средних высот осины в смешанных лиственных древостоях с преобладанием березы



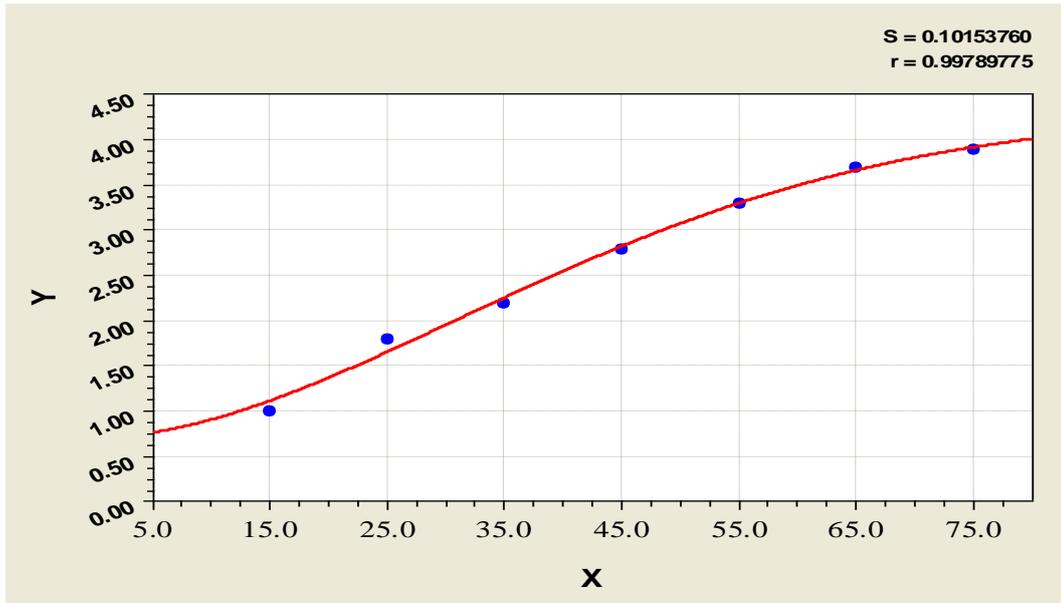
Weibull Model: $y=a-b*\exp(-c*x^d)$

Coefficient Data:

a = 4.28721398245E+001 c = 7.31270223801E-005

b = 4.06480384143E+001 d = 2.41062188173E+000

Рисунок Б.12 – Динамика запаса осины в смешанных лиственных древостоях с преобладанием березы

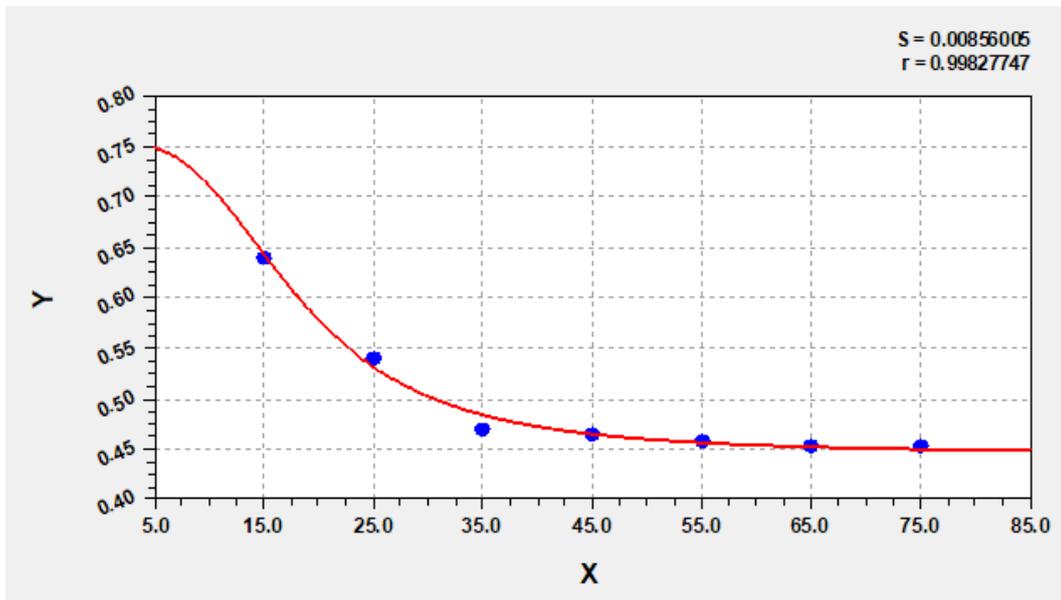


Rational Function: $y = (a + bx) / (1 + cx + dx^2)$

Coefficient Data:

$a = 5.8544902e-008$ $c = 2308025.6$
 $b = 1.6577138e+009$ $d = 218470.77$

Рисунок Б.13 – Динамика сумм площадей поперечных сечений осины в смешанных лиственных древостоях с преобладанием березы

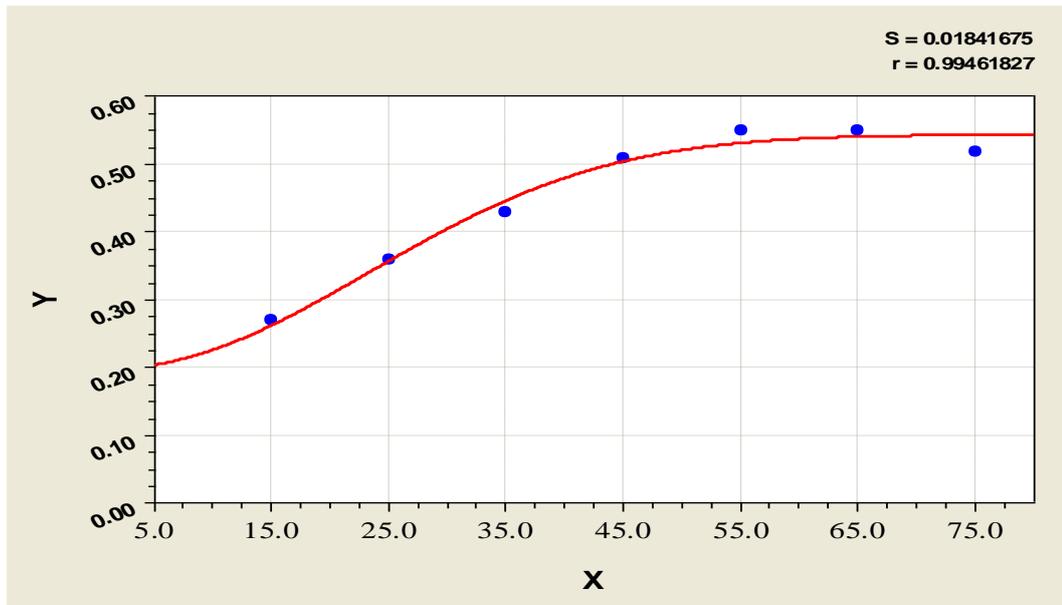


Weibull Model: $y = a - b \cdot \exp(-c \cdot x^d)$

Coefficient Data:

$a = 0.74971849$ $c = 483.4974$
 $b = 0.30881705$ $d = -2.2686058$

Рисунок Б.14 – Динамика видовых чисел осины в смешанных лиственных древостоях с преобладанием березы

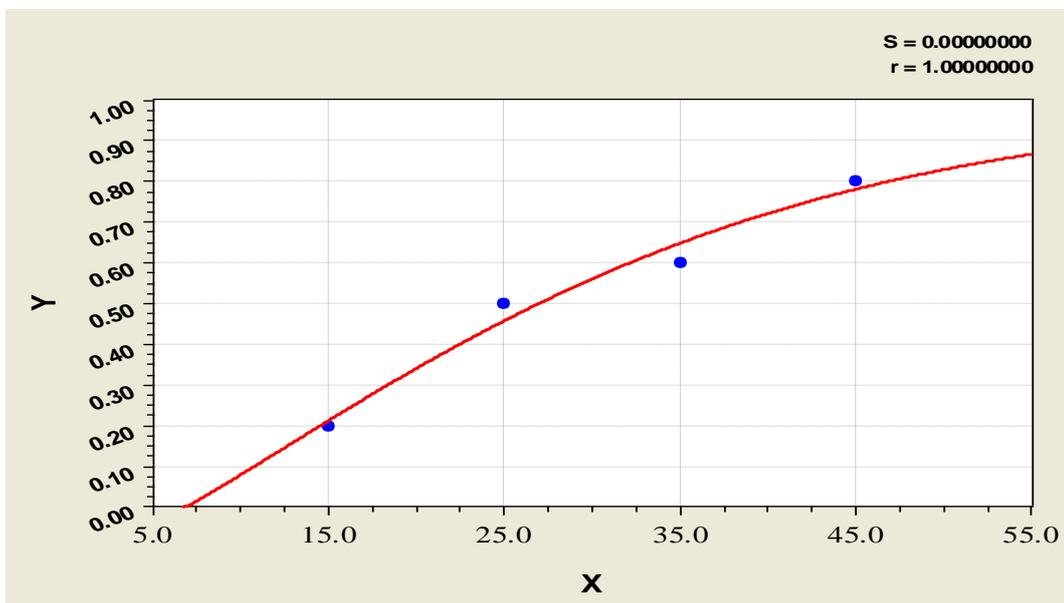


Weibull Model: $y=a-b*\exp(-c*x^d)$

Coefficient Data:

a =	5.43579811177E-001	c =	6.47769761126E-004
b =	3.46252706146E-001	d =	2.13277016879E+000

Рисунок Б.15 – Динамика среднего изменения запаса осины в смешанных лиственных древостоях с преобладанием березы

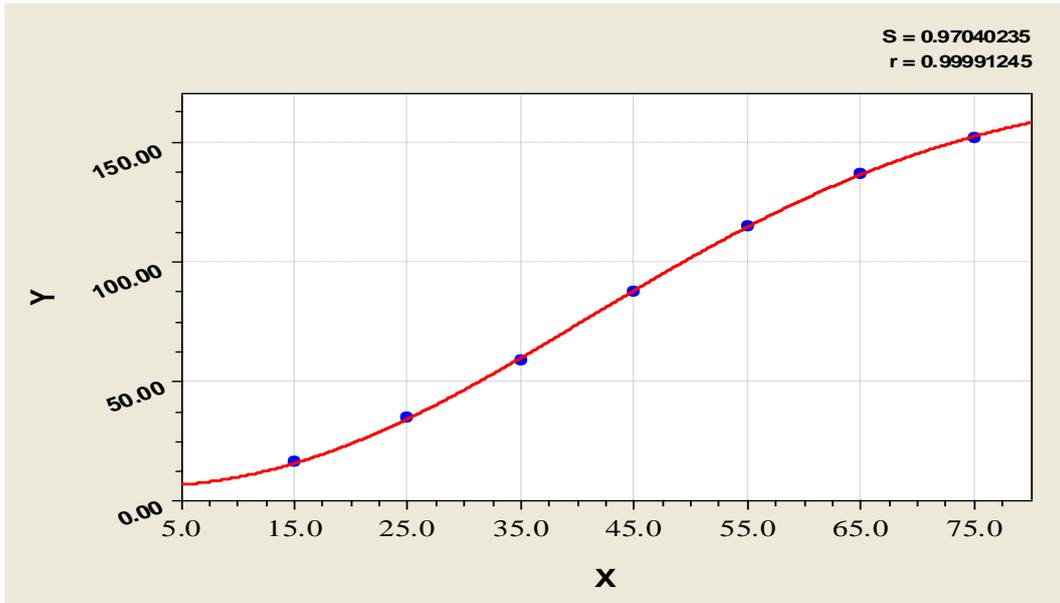


Weibull Model: $y=a-b*\exp(-c*x^d)$

Coefficient Data:

a =	9.83519673625E-001	c =	8.51270226106E-003
b =	1.11531418469E+000	d =	1.39225309377E+000

Рисунок Б.16 – Динамика текущего изменения запаса осины в смешанных лиственных древостоях с преобладанием березы



Weibull Model: $y=a-b*\exp(-c*x^d)$

Coefficient Data:

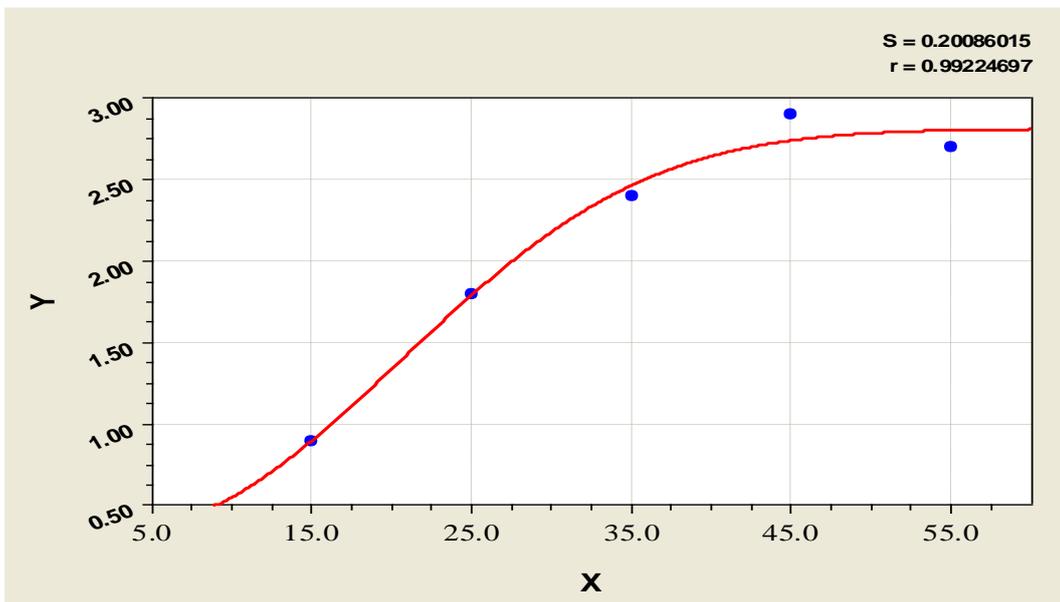
$a = 1.74288512450E+002$

$c = 1.67145228611E-004$

$b = 1.68372812400E+002$

$d = 2.17949243483E+000$

Рисунок Б.17 – Динамика запаса в смешанных лиственных древостоях с преобладанием березы



Weibull Model: $y=a-b*\exp(-c*x^d)$

Coefficient Data:

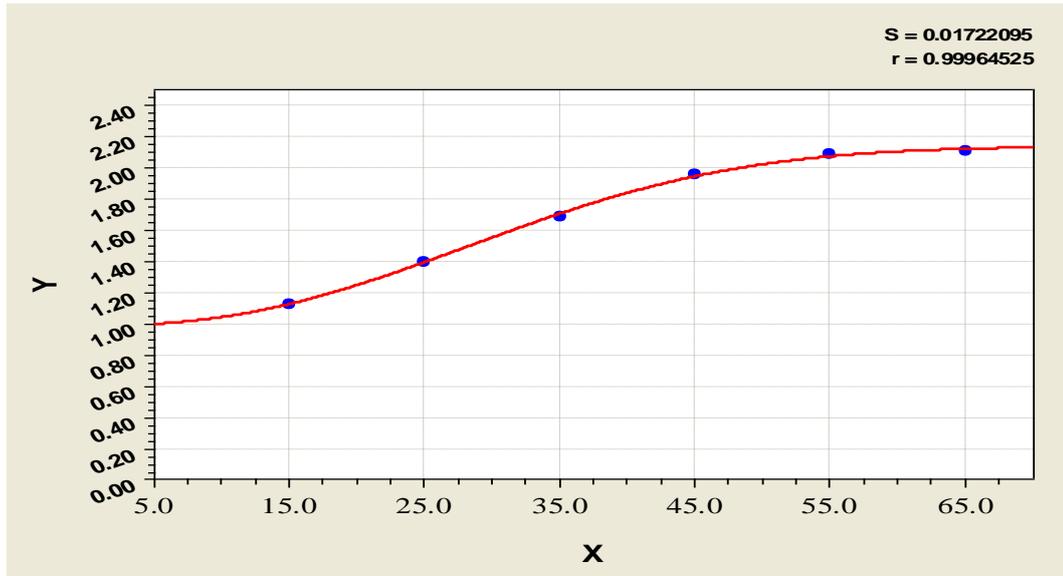
$a = 2.81165058260E+000$

$c = 4.80704827355E-004$

$b = 2.51415846543E+000$

$d = 2.34163337760E+000$

Рисунок Б.18 – Динамика текущего изменения запаса в смешанных лиственных древостоях с преобладанием березы



Weibull Model: $y=a-b*\exp(-c*x^d)$

Coefficient Data:

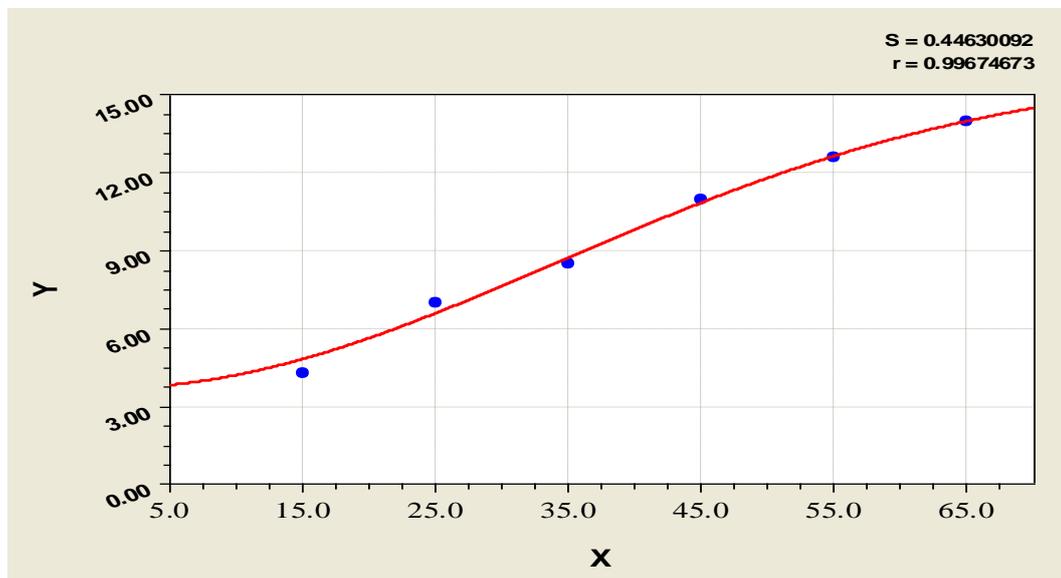
a = 2.13897912496E+000

c = 1.95309694151E-004

b = 1.14979497609E+000

d = 2.39688204072E+000

Рисунок Б.19 – Динамика среднего изменения запаса в смешанных лиственных древостоях с преобладанием березы



Weibull Model: $y=a-b*\exp(-c*x^d)$

Coefficient Data:

a = 1.59667530632E+001

c = 4.22111558105E-004

b = 1.22672617283E+001

d = 2.00629010701E+000

Рисунок Б.20 – Динамика сумм площадей поперечных сечений смешанных лиственных древостоев с преобладанием березы

Таблица В.2 – Объемные таблицы стволов осины в коре и без коры, м³

H, м D 1/3, см		5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
8	в коре	0,0135	0,0162	0,0189	0,0216	0,0243	0,0270	0,0297	0,0324	0,0351	0,0378	0,0405
	без коры	0,0115	0,0138	0,0161	0,0184	0,0207	0,0230	0,0253	0,0276	0,0299	0,0322	0,0345
9	в коре		0,0197	0,0230	0,0263	0,0296	0,0329	0,0362	0,0395	0,0428	0,0461	0,0494
	без коры		0,0169	0,0198	0,0226	0,0254	0,0283	0,0311	0,0340	0,0368	0,0396	0,0425
10	в коре			0,0276	0,0316	0,0355	0,0395	0,0434	0,0474	0,0513	0,0553	0,0592
	без коры			0,0239	0,0273	0,0307	0,0342	0,0375	0,0410	0,0444	0,0478	0,0512
11	в коре			0,0327	0,0373	0,0420	0,0467	0,0513	0,0560	0,0607	0,6530	0,0700
	без коры			0,0284	0,0324	0,0365	0,0406	0,0446	0,0487	0,0528	0,5679	0,0609
12	в коре				0,0436	0,0491	0,0545	0,0600	0,0654	0,0709	0,0763	0,0818
	без коры				0,0381	0,0429	0,0476	0,0524	0,0572	0,0620	0,0667	0,0715
13	в коре					0,0567	0,0630	0,0693	0,0756	0,0819	0,0883	0,0946
	без коры					0,0497	0,0553	0,0608	0,0663	0,0718	0,0774	0,0830
14	в коре							0,0794	0,0866	0,0938	0,1010	0,1083
	без коры							0,0699	0,0762	0,0825	0,0889	0,0953
15	в коре							0,0901	0,0983	0,1065	0,1147	0,1229
	без коры							0,0796	0,0868	0,0940	0,1013	0,1085
16	в коре							0,1016	0,1108	0,1201	0,1293	0,1385
	без коры							0,0899	0,0981	0,1063	0,1144	0,1226
17	в коре									0,1344	0,1447	0,1551
	без коры									0,1192	0,1283	0,1376

H, м D 1/3, см		16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
		8	в коре									
	без коры											
9	в коре											
	без коры											
10	в коре											
	без коры											
11	в коре	0,0747										
	без коры	0,0650										
12	в коре	0,0873										
	без коры	0,0763										
13	в коре	0,1009	0,1072	0,1135	0,1198							
	без коры	0,0885	0,0940	0,0995	0,1051							
14	в коре	0,1155	0,1227	0,1299	0,1371							
	без коры	0,1016	0,1080	0,1143	0,1206							
15	в коре	0,1311	0,1393	0,1475	0,1557							
	без коры	0,1158	0,1230	0,1302	0,1375							
16	в коре	0,1478	0,1570	0,1662	0,1755	0,1847	0,1939	0,2032	0,2124	0,2217	0,2309	0,2401
	без коры	0,1308	0,1389	0,1471	0,1553	0,1635	0,1716	0,1798	0,1880	0,1962	0,2043	0,2125
17	в коре	0,1654	0,1757	0,1861	0,1964	0,2068	0,2171	0,2274	0,2378	0,2481	0,2585	0,2688
	без коры	0,1467	0,1558	0,1651	0,1742	0,1834	0,1926	0,2017	0,2109	0,2201	0,2293	0,2384

H, м D 1/3, см		27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
8	в коре										
	без коры										
9	в коре										
	без коры										
10	в коре										
	без коры										
11	в коре										
	без коры										
12	в коре										
	без коры										
13	в коре										
	без коры										
14	в коре										
	без коры										
15	в коре										
	без коры										
16	в коре	0,2494	0,2586	0,2678	0,2771	0,2863	0,2955	0,3048	0,3140	0,3232	0,3325
	без коры	0,2207	0,2289	0,2370	0,2452	0,2534	0,2615	0,2697	0,2779	0,2860	0,2943
17	в коре	0,2791	0,2895	0,2998	0,3101	0,3205	0,3308	0,3412	0,3515	0,3618	0,3722
	без коры	0,2476	0,2568	0,2659	0,2751	0,2843	0,2934	0,3026	0,3118	0,3209	0,3301

Продолжение таблицы В.2

H, м D 1/3, см		16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
		18	в коре	0,1840	0,1955	0,2070	0,2185	0,2300	0,2415	0,2530	0,2646	0,2761
	без коры	0,1636	0,1738	0,1840	0,1942	0,2045	0,2147	0,2249	0,2352	0,2455	0,2557	0,2659
19	в коре	0,2036	0,2164	0,2291	0,2418	0,2546	0,2673	0,2800	0,2927	0,3055	0,3182	0,3309
	без коры	0,1814	0,1928	0,2041	0,2154	0,2268	0,2382	0,2495	0,2608	0,2722	0,2835	0,2948
20	в коре	0,2242	0,2382	0,2522	0,2663	0,2803	0,2943	0,3083	0,3223	0,3363	0,3503	0,3643
	без коры	0,2000	0,2125	0,2250	0,2375	0,2500	0,2625	0,2750	0,2875	0,3000	0,3125	0,3250
21	в коре	0,2457	0,2611	0,2765	0,2918	0,3072	0,3225	0,3379	0,3533	0,3686	0,3840	0,3993
	без коры	0,2197	0,2334	0,2472	0,2609	0,2746	0,2883	0,3021	0,3159	0,3295	0,3433	0,3570
22	в коре	0,2682	0,2850	0,3018	0,3185	0,3353	0,3520	0,3688	0,3856	0,4023	0,4191	0,4359
	без коры	0,2402	0,2552	0,2703	0,2852	0,3003	0,3152	0,3303	0,3453	0,3603	0,3753	0,3903
23	в коре			0,3281	0,3463	0,3645	0,3828	0,4010	0,4192	0,4375	0,4557	0,4739
	без коры			0,2943	0,3106	0,3270	0,3434	0,3597	0,3760	0,3924	0,4088	0,4251
24	в коре			0,3555	0,3752	0,3950	0,4147	0,4345	0,4542	0,4740	0,4937	0,5135
	без коры			0,3192	0,3369	0,3547	0,3724	0,3902	0,4079	0,4257	0,4433	0,4611
25	в коре			0,3839	0,4052	0,4266	0,4479	0,4692	0,4905	0,5119	0,5332	0,5545
	без коры			0,3451	0,3643	0,3835	0,4027	0,4218	0,4410	0,4602	0,4793	0,4985
26	в коре			0,4133	0,4363	0,4593	0,4822	0,5052	0,5281	0,5511	0,5741	0,5970
	без коры			0,3721	0,3928	0,4135	0,4341	0,4548	0,4754	0,4962	0,5169	0,5375
27	в коре			0,4438	0,4684	0,4931	0,5177	0,5424	0,5670	0,5917	0,6164	0,6410
	без коры			0,3999	0,4220	0,4443	0,4664	0,4887	0,5109	0,5331	0,5554	0,5775

H, м D 1/3, см		27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
18	в коре	0,3106	0,3221	0,3336	0,3451	0,3566	0,3681	0,3796	0,3911	0,4026	0,4141
	без коры	0,2761	0,2863	0,2966	0,3068	0,3170	0,3272	0,3375	0,3477	0,3579	0,3681
19	в коре	0,3436	0,3564	0,3691	0,3818	0,3946	0,4073	0,4200	0,4327	0,4455	0,4582
	без коры	0,3061	0,3176	0,3289	0,3402	0,3516	0,3629	0,3742	0,3855	0,3969	0,4083
20	в коре	0,3784	0,3924	0,4064	0,4204	0,4344	0,4484	0,4624	0,4765	0,4905	0,5045
	без коры	0,3375	0,3500	0,3625	0,3750	0,3875	0,4000	0,4125	0,4250	0,4375	0,4500
21	в коре	0,4147	0,4301	0,4454	0,4608	0,4761	0,4915	0,5068	0,5222	0,5376	0,5529
	без коры	0,3707	0,3845	0,3982	0,4120	0,4256	0,4394	0,4531	0,4668	0,4806	0,4943
22	в коре	0,4526	0,4694	0,4862	0,5029	0,5197	0,5364	0,5532	0,5700	0,5867	0,6035
	без коры	0,4053	0,4203	0,4354	0,4503	0,4654	0,4803	0,4954	0,5104	0,5254	0,5404
23	в коре	0,4921	0,5104	0,5286	0,5468	0,5651	0,5833	0,6015	0,6197	0,6380	0,6562
	без коры	0,4414	0,4578	0,4742	0,4905	0,5069	0,5232	0,5395	0,5559	0,5723	0,5886
24	в коре	0,5332	0,5530	0,5727	0,5925	0,6122	0,6320	0,6517	0,6715	0,6912	0,7110
	без коры	0,4788	0,4966	0,5143	0,5321	0,5498	0,5675	0,5852	0,6030	0,6207	0,6385
25	в коре	0,5758	0,5972	0,6185	0,6398	0,6612	0,6825	0,7038	0,7251	0,7465	0,7678
	без коры	0,5176	0,5369	0,5560	0,5752	0,5944	0,6136	0,6327	0,6519	0,6711	0,6903
26	в коре	0,6200	0,6430	0,6659	0,6889	0,7119	0,7348	0,7578	0,7807	0,8037	0,8267
	без коры	0,5582	0,5789	0,5995	0,6202	0,6409	0,6615	0,6822	0,7029	0,7236	0,7443
27	в коре	0,6657	0,6903	0,7150	0,7396	0,7643	0,7889	0,8136	0,8382	0,8629	0,8876
	без коры	0,5998	0,6220	0,6442	0,6664	0,6886	0,7108	0,7331	0,7552	0,7775	0,7997

H, м D 1/3, см		16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
		28	в коре			0,4752	0,5016	0,5148	0,5544	0,5808	0,6072	0,6336
	без коры			0,4286	0,4524	0,4643	0,5001	0,5239	0,5477	0,5715	0,5953	0,6191
29	в коре					0,5640	0,5922	0,6204	0,6486	0,6768	0,7050	0,7332
	без коры					0,5093	0,5348	0,5602	0,5857	0,6112	0,6366	0,6621
30	в коре					0,6011	0,6312	0,6612	0,6913	0,7214	0,7514	0,7815
	без коры					0,5434	0,5706	0,5977	0,6249	0,6521	0,6793	0,7065
31	в коре					0,6393	0,6712	0,7032	0,7352	0,7671	0,7991	0,8311
	без коры					0,5786	0,6074	0,6364	0,6654	0,6942	0,7232	0,7521
32	в коре					0,6785	0,7124	0,7463	0,7803	0,8142	0,8481	0,8820
	без коры					0,6147	0,6454	0,6761	0,7070	0,7377	0,7684	0,7991
33	в коре					0,7187	0,7546	0,7906	0,8265	0,8624	0,8984	0,9343
	без коры					0,6519	0,6844	0,7171	0,7496	0,7822	0,8148	0,8474
34	в коре							0,8359	0,8739	0,9119	0,9499	0,9879
	без коры							0,7583	0,7928	0,8273	0,8617	0,8962
35	в коре							0,8824	0,9225	0,9626	1,0027	1,0428
	без коры							0,8012	0,8376	0,8740	0,9105	0,9469
36	в коре							0,9300	0,9722	1,0145	1,0568	1,0990
	без коры							0,8454	0,8837	0,9222	0,9606	0,9990
37	в коре							0,9786	1,0230	1,0675	1,1120	1,1565
	без коры							0,8895	0,9299	0,9704	1,0108	1,0513

Н, м D 1/3, см		27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
28	в коре	0,7128	0,7392	0,7656	0,7920	0,8184	0,8448	0,8712	0,8976	0,9240	0,9504
	без коры	0,6429	0,6668	0,6906	0,7144	0,7382	0,7620	0,7858	0,8096	0,8334	0,8573
29	в коре	0,7614	0,7896	0,8178	0,8461	0,8743	0,9025	0,9307	0,9589	0,9871	1,0153
	без коры	0,6875	0,7130	0,7385	0,7640	0,7895	0,8150	0,8404	0,8659	0,8914	0,9168
30	в коре	0,8115	0,8416	0,8716	0,9017	0,9317	0,9618	0,9919	1,0219	1,0520	1,0820
	без коры	0,7336	0,7608	0,7879	0,8151	0,8423	0,8695	0,8967	0,9238	0,9510	0,9781
31	в коре	0,8630	0,8950	0,9270	0,9589	0,9909	1,0229	1,0548	1,0868	1,1187	1,1507
	без коры	0,7810	0,8100	0,8389	0,8678	0,8968	0,9257	0,9546	0,9836	1,0124	1,0414
32	в коре	0,9159	0,9499	0,9838	1,0177	1,0516	1,0856	1,1195	1,1534	1,1873	1,2213
	без коры	0,8298	0,8606	0,8913	0,9220	0,9527	0,9836	1,0143	1,0450	1,0757	1,1065
33	в коре	0,9703	1,0062	1,0421	1,0781	1,1140	1,1499	1,1859	1,2218	1,2577	1,2937
	без коры	0,8801	0,9126	0,9452	0,9778	1,0104	1,0430	1,0756	1,1082	1,1407	1,1734
34	в коре	1,0259	1,0639	1,1019	1,1399	1,1779	1,2159	1,2539	1,2919	1,3299	1,3679
	без коры	0,9307	0,9652	0,9996	1,0341	1,0686	1,1031	1,1375	1,1720	1,2065	1,2410
35	в коре	1,0830	1,1231	1,1632	1,2033	1,2434	1,2835	1,3236	1,3637	1,4038	1,4439
	без коры	0,9834	1,0198	1,0562	1,0926	1,1290	1,1654	1,2018	1,2382	1,2747	1,3111
36	в коре	1,1413	1,1836	1,2258	1,2681	1,3104	1,3527	1,3949	1,4372	1,4795	1,5217
	без коры	1,0374	1,0759	1,1143	1,1527	1,1912	1,2296	1,2680	1,3064	1,3449	1,3832
37	в коре	1,2010	1,2454	1,2899	1,3344	1,3789	1,4234	1,4678	1,5123	1,5568	1,6013
	без коры	1,0917	1,1321	1,1725	1,2130	1,2534	1,2939	1,3342	1,3747	1,4151	1,4556

Н, м D 1/3, см		16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
38	в коре							1,0282	1,0749	1,1217	1,1684	1,2152
	без коры							0,9357	0,9782	1,0207	1,0632	1,1058
39	в коре							1,0789	1,1279	1,1770	1,2260	1,2750
	без коры							0,9822	1,0268	1,0715	1,1162	1,1608
40	в коре							1,1306	1,1820	1,2334	1,2847	1,3361
	без коры							1,0300	1,0768	1,1236	1,1704	1,2172
41	в коре									1,2908	1,3446	1,3984
	без коры									1,1766	1,2256	1,2746
42	в коре									1,3493	1,4056	1,4618
	без коры									1,2306	1,2819	1,3332
43	в коре									1,4089	1,4679	1,5263
	без коры									1,2856	1,3395	1,3927
44	в коре									1,4695	1,5307	1,5919
	без коры									1,3417	1,3975	1,4534
45	в коре									1,5311	1,5949	1,6587
	без коры									1,3985	1,4568	1,5151
46	в коре									1,5936	1,6600	1,7264
	без коры									1,4564	1,5171	1,5778
47	в коре										1,7262	1,7952
	без коры										1,5783	1,6414

Н, м D 1/3, см		27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
38	в коре	1,2619	1,3086	1,3554	1,4021	1,4488	1,4956	1,5423	1,5891	1,6358	1,6825
	без коры	1,1483	1,1908	1,2334	1,2759	1,3184	1,3610	1,4035	1,4461	1,4886	1,5311
39	в коре	1,3241	1,3731	1,4222	1,4712	1,5203	1,5693	1,6183	1,6674	1,7164	1,7655
	без коры	1,2055	1,2501	1,2948	1,3394	1,3841	1,4287	1,4733	1,5180	1,5626	1,6073
40	в коре	1,3875	1,4389	1,4903	1,5417	1,5931	1,6445	1,6959	1,7473	1,7986	1,8500
	без коры	1,2640	1,3108	1,3577	1,4045	1,4513	1,4981	1,5450	1,5918	1,6385	1,6854
41	в коре	1,4522	1,5060	1,5597	1,6135	1,6673	1,7211	1,7749	1,8287	1,8824	1,9362
	без коры	1,3237	1,3727	1,4217	1,4707	1,5197	1,5688	1,6178	1,6669	1,7158	1,7648
42	в коре	1,5180	1,5742	1,6305	1,6867	1,7429	1,7991	1,8553	1,9116	1,9678	2,0240
	без коры	1,3844	1,4357	1,4870	1,5383	1,5895	1,6408	1,6920	1,7434	1,7946	1,8459
43	в коре	1,5850	1,6437	1,7024	1,7611	1,8198	1,8785	1,9372	1,9959	2,0547	2,1134
	без коры	1,4463	1,4999	1,5534	1,6070	1,6606	1,7141	1,7677	1,8213	1,8749	1,9285
44	в коре	1,6532	1,7144	1,7756	1,8369	1,8981	1,9593	2,0205	2,0818	2,1430	2,2042
	без коры	1,5094	1,5652	1,6211	1,6771	1,7330	1,7888	1,8447	1,9007	1,9566	2,0124
45	в коре	1,7224	1,7862	1,8500	1,9138	1,9776	2,0414	2,1052	2,1690	2,2328	2,2966
	без коры	1,5732	1,6315	1,6898	1,7481	1,8063	1,8646	1,9229	1,9812	2,0394	2,0977
46	в коре	1,7928	1,8592	1,9256	1,9920	2,0584	2,1248	2,1912	2,2576	2,3240	2,3904
	без коры	1,6384	1,6991	1,7598	1,8205	1,8812	1,9419	2,0025	2,0632	2,1239	2,1846
47	в коре	1,8643	1,9333	2,0024	2,0714	2,1405	2,2095	2,2786	2,3476	2,4167	2,4857
	без коры	1,7045	1,7676	1,8308	1,8939	1,9571	2,0201	2,0833	2,1464	2,2096	2,2727

Н, м D 1/3, см		16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
48	в коре										1,7933	1,8650
	без коры										1,6405	1,7061
49	в коре										1,8614	1,9359
	без коры										1,7036	1,7717
50	в коре										1,9304	2,0076
	без коры										1,7675	1,8382
51	в коре										2,0003	2,0804
	без коры										1,8323	1,9056
52	в коре										2,0712	2,1540
	без коры										1,8978	1,9737
53	в коре										2,1428	2,2285
	без коры										1,9643	2,0429
54	в коре										2,2154	2,3040
	без коры										2,0317	2,1130
55	в коре										2,2887	2,3802
	без коры										2,0997	2,1836
56	в коре										2,3628	2,4573
	без коры										2,1686	2,2553
57	в коре										2,4378	2,5353
	без коры										2,2381	2,3277

H, м D 1/3, см		27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
48	в коре	1,9368	2,0085	2,0802	2,1520	2,2237	2,2954	2,3672	2,4389	2,5106	2,5824
	без коры	1,7718	1,8374	1,9030	1,9686	2,0342	2,0998	2,1655	2,2311	2,2967	2,3624
49	в коре	2,0103	2,0848	2,1592	2,2337	2,3081	2,3826	2,4570	2,5315	2,6060	2,6804
	без коры	1,8398	1,9080	1,9761	2,0443	2,1124	2,1806	2,2486	2,3168	2,3850	2,4531
50	в коре	2,0849	2,1621	2,2393	2,3165	2,3937	2,4709	2,5482	2,6254	2,7026	2,7798
	без коры	1,9089	1,9796	2,0503	2,1210	2,1917	2,2624	2,3331	2,4038	2,4745	2,5452
51	в коре	2,1604	2,2404	2,3204	2,4004	2,4804	2,5604	2,6405	2,7205	2,8005	2,8805
	без коры	1,9789	2,0522	2,1255	2,1988	2,2720	2,3453	2,4187	2,4920	2,5653	2,6385
52	в коре	2,2368	2,3197	2,4025	2,4854	2,5682	2,6511	2,7339	2,8168	2,8996	2,9825
	без коры	2,0496	2,1255	2,2014	2,2774	2,3532	2,4292	2,5051	2,5810	2,6569	2,7329
53	в коре	2,3143	2,4000	2,4857	2,5714	2,6571	2,7428	2,8285	2,9143	3,0000	3,0857
	без коры	2,1215	2,2001	2,2786	2,3572	2,4358	2,5143	2,5929	2,6715	2,7501	2,8287
54	в коре	2,3926	2,4812	2,5698	2,6584	2,7470	2,8357	2,9243	3,0129	3,1015	3,1901
	без коры	2,1943	2,2755	2,3568	2,4380	2,5193	2,6006	2,6819	2,7631	2,8444	2,9256
55	в коре	2,4718	2,5633	2,6549	2,7464	2,8380	2,9295	3,0211	3,1126	3,2042	3,2957
	без коры	2,2676	2,3516	2,4356	2,5195	2,6036	2,6875	2,7716	2,8555	2,9395	3,0235
56	в коре	2,5519	2,6464	2,7409	2,8354	2,9299	3,0244	3,1189	3,2135	3,3080	3,4025
	без коры	2,3421	2,4289	2,5156	2,6023	2,6891	2,7758	2,8625	2,9494	3,0361	3,1228
57	в коре	2,6328	2,7303	2,8278	2,9253	3,0228	3,1203	3,2178	3,3153	3,4129	3,5104
	без коры	2,4172	2,5067	2,5962	2,6857	2,7752	2,8647	2,9543	3,0438	3,1334	3,2229

Продолжение таблицы В.2

H, м D 1/3, см		5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
		58	в коре									
без коры												
59	в коре											
	без коры											
60	в коре											
	без коры											

Продолжение таблицы В.2

H, м D 1/3, см		16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
		58	в коре									
без коры											2,3083	2,4007
59	в коре										2,5898	2,6934
	без коры										2,3792	2,4744
60	в коре										2,6670	2,7736
	без коры										2,4510	2,5489

H, м D 1/3, см		27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
58	в коре	2,7145	2,8150	2,9156	3,0161	3,1166	3,2172	3,3177	3,4183	3,5188	3,6193
	без коры	2,4930	2,5853	2,6777	2,7700	2,8623	2,9547	3,0470	3,1394	3,2317	3,3240
59	в коре	2,7970	2,9006	3,0042	3,1078	3,2114	3,3150	3,4186	3,5222	3,6258	3,7294
	без коры	2,5696	2,6648	2,7600	2,8551	2,9503	3,0455	3,1407	3,2358	3,3310	3,4262
60	в коре	2,8803	2,9870	3,0937	3,2003	3,3070	3,4137	3,5204	3,6271	3,7337	3,8404
	без коры	2,6470	2,7451	2,8431	2,9411	3,0391	3,1372	3,2352	3,3333	3,4313	3,5293

Приложение Г
(обязательное)

Таблица Г.1 – Общий вид таблицы массы стволлов и коры осины

Table with columns for diameter (D/3), height (H, m), and mass values for stem (ствол) and bark (кора) across various diameter and height categories.

Таблица Г.2 – Масса стволов и коры осины

D 1/3, см	H, м m, кг	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
		8	ствол в коре	6,43	7,72	9,00	10,29	11,57	12,86	14,15	15,43	16,72
ствола	5,41		6,49	7,58	8,66	9,74	10,82	11,91	12,99	14,07	15,15	16,24
коры	1,02		1,22	1,43	1,63	1,83	2,04	2,24	2,44	2,65	2,85	3,05
9	ствол в коре		9,38	10,95	12,52	14,09	15,66	17,23	18,80	20,37	21,95	23,52
	ствола		7,96	9,29	10,63	11,96	13,29	14,63	15,96	17,29	18,63	19,96
	коры		1,42	1,66	1,89	2,13	2,37	2,61	2,84	3,08	3,32	3,56
10	ствол в коре			13,13	15,04	16,89	18,79	20,65	22,55	24,41	26,31	28,17
	ствола			11,22	12,85	14,43	16,06	17,64	19,27	20,86	22,48	24,07
	коры			1,91	2,19	2,46	2,74	3,01	3,28	3,55	3,83	4,10
11	ствол в коре			15,55	17,74	19,98	22,21	24,40	26,63	28,87	310,57	33,29
	ствола			13,37	15,25	17,17	19,09	20,97	22,89	24,81	266,92	28,61
	коры			2,19	2,49	2,81	3,12	3,43	3,74	4,06	43,65	4,68
12	ствол в коре				20,73	23,34	25,91	28,53	31,09	33,71	36,27	38,89
	ствола				17,91	20,17	22,39	24,65	26,87	29,12	31,34	33,60
	коры				2,82	3,17	3,52	3,88	4,23	4,58	4,93	5,29
13	ствол в коре					26,95	29,94	32,94	35,93	38,93	41,97	44,96
	ствола					23,37	25,97	28,56	31,16	33,76	36,40	38,99
	коры					3,58	3,98	4,37	4,77	5,17	5,57	5,97
14	ствол в коре							37,73	41,15	44,57	47,99	51,46
	ствола							32,84	35,82	38,80	41,77	44,79
	коры							4,89	5,33	5,77	6,22	6,67

D 1/3, см	H, м		16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
	м, кг												
15	ствол в коре		62,28	66,17	70,07	73,96							
	ствола		54,41	57,81	61,21	64,62							
	коры		7,87	8,36	8,85	9,35							
16	ствол в коре		70,20	74,57	78,94	83,35							
	ствола		61,48	65,30	69,13	73,00	76,83	80,65	84,52	88,35	92,22	96,04	99,87
	коры		8,72	9,26	9,80	10,35	10,90	11,44	11,99	12,53	13,08	13,62	14,16
17	ствол в коре		78,54	83,43	88,37	93,26	98,20	103,09	107,98	112,92	117,81	122,75	127,64
	ствола		68,95	73,25	77,58	81,88	86,21	90,51	94,80	99,14	103,43	107,77	112,06
	коры		9,59	10,19	10,79	11,39	11,99	12,59	13,18	13,79	14,38	14,98	15,58
18	ствол в коре		87,36	92,82	98,28	103,74	109,20	114,66	120,12	125,62	131,08	136,54	142,00
	ствола		76,88	81,69	86,49	91,30	96,10	100,91	105,71	110,56	115,36	120,17	124,97
	коры		10,48	11,13	11,79	12,44	13,10	13,75	14,41	15,07	15,72	16,38	17,03
19	ствол в коре		96,65	102,72	108,75	114,78	120,86	126,88	132,91	138,94	145,02	151,05	157,07
	ствола		85,26	90,62	95,94	101,26	106,62	111,94	117,26	122,57	127,93	133,25	138,57
	коры		11,38	12,10	12,81	13,52	14,24	14,95	15,66	16,37	17,08	17,79	18,50
20	ствол в коре		106,42	113,06	119,71	126,40	133,04	139,69	146,33	152,98	159,62	166,27	172,91
	ствола		93,99	99,86	105,73	111,64	117,51	123,38	129,25	135,12	140,99	146,86	152,73
	коры		12,42	13,20	13,97	14,75	15,53	16,31	17,08	17,86	18,63	19,41	20,18
21	ствол в коре		116,60	123,91	131,22	138,48	145,78	153,04	160,35	167,66	174,92	182,23	189,49
	ствола		103,24	109,71	116,18	122,61	129,08	135,51	141,98	148,45	154,88	161,35	167,78
	коры		13,36	14,20	15,04	15,87	16,70	17,54	18,37	19,21	20,04	20,88	21,71

D 1/3, см	Н, м m, кг	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
		15	ствол в коре								
ствола											
коры											
16	ствол в коре										
	ствола	103,74	107,56	111,39	115,26	119,09	122,91	126,78	130,61	134,44	138,30
	коры	14,71	15,26	15,80	16,35	16,89	17,43	17,98	18,52	19,07	19,62
17	ствол в коре	132,53	137,47	142,36	147,25	152,19	157,08	162,02	166,91	171,80	176,74
	ствола	116,35	120,69	124,98	129,28	133,61	137,91	142,24	146,54	150,83	155,17
	коры	16,18	16,78	17,38	17,98	18,58	19,18	19,78	20,38	20,97	21,58
18	ствол в коре	147,46	152,92	158,38	163,84	169,30	174,76	180,22	185,68	191,14	196,60
	ствола	129,78	134,58	139,39	144,19	149,00	153,80	158,61	163,41	168,22	173,02
	коры	17,69	18,34	19,00	19,65	20,31	20,96	21,62	22,27	22,93	23,58
19	ствол в коре	163,10	169,18	175,21	181,24	187,31	193,34	199,37	205,40	211,47	217,50
	ствола	143,89	149,25	154,57	159,89	165,25	170,57	175,88	181,20	186,56	191,88
	коры	19,21	19,93	20,64	21,35	22,06	22,77	23,49	24,20	24,91	25,62
20	ствол в коре	179,61	186,25	192,90	199,54	206,19	212,83	219,48	226,17	232,81	239,46
	ствола	158,64	164,51	170,38	176,25	182,12	187,99	193,86	199,77	205,64	211,51
	коры	20,96	21,74	22,52	23,29	24,07	24,84	25,62	26,40	27,18	27,95
21	ствол в коре	196,80	204,11	211,37	218,68	225,94	233,25	240,51	247,81	255,12	262,38
	ствола	174,25	180,72	187,15	193,62	200,05	206,52	212,95	219,42	225,89	232,32
	коры	22,55	23,39	24,22	25,06	25,89	26,73	27,56	28,40	29,23	30,07

D 1/3, см	H, м		16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
	m, кг												
22	ствол в коре		127,26	135,23	143,20	151,13	159,10	167,02	174,99	182,96	190,89	198,86	206,83
	ствола		112,88	119,95	127,02	134,05	141,12	148,15	155,22	162,29	169,32	176,39	183,46
	коры		14,38	15,28	16,18	17,07	17,97	18,87	19,77	20,67	21,57	22,47	23,37
23	ствол в коре				155,66	164,29	172,93	181,61	190,25	198,88	207,56	216,20	224,83
	ствола				138,32	146,00	153,67	161,38	169,06	176,73	184,45	192,12	199,79
	коры				17,34	18,30	19,26	20,23	21,19	22,15	23,12	24,08	25,04
24	ствол в коре				168,64	177,99	187,38	196,73	206,12	215,47	224,86	234,20	243,60
	ствола				150,04	158,36	166,71	175,03	183,39	191,70	200,06	208,37	216,73
	коры				18,60	19,63	20,67	21,70	22,74	23,77	24,80	25,83	26,87
25	ствол в коре				182,10	192,20	202,35	212,46	222,56	232,67	242,82	252,92	263,02
	ствола				162,21	171,21	180,25	189,25	198,25	207,25	216,29	225,29	234,29
	коры				19,89	20,99	22,10	23,21	24,31	25,41	26,52	27,63	28,73
26	ствол в коре				196,02	206,93	217,84	228,70	239,61	250,47	261,38	272,29	283,15
	ствола				174,88	184,62	194,35	204,04	213,77	223,46	233,19	242,93	252,62
	коры				21,14	22,32	23,49	24,66	25,84	27,01	28,19	29,36	30,53
27	ствол в коре				210,48	222,14	233,86	245,52	257,24	268,90	280,62	292,33	304,00
	ствола				187,94	198,35	208,81	219,23	229,69	240,11	250,57	261,03	271,44
	коры				22,54	23,79	25,04	26,29	27,55	28,80	30,05	31,31	32,55
28	ствол в коре				225,35	237,87	244,13	262,90	275,42	287,94	300,46	312,98	325,50
	ствола				201,46	212,65	218,24	235,03	246,22	257,42	268,61	279,80	290,99
	коры				23,89	25,22	25,88	27,87	29,20	30,53	31,85	33,18	34,51

D 1/3, см	H, м		27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
	m, кг											
22	ствол в коре		214,76	222,73	230,70	238,62	246,59	254,52	262,49	270,46	278,39	286,36
	ствола		190,49	197,56	204,63	211,66	218,73	225,76	232,83	239,90	246,93	254,00
	коры		24,26	25,16	26,06	26,96	27,86	28,76	29,66	30,56	31,45	32,35
23	ствол в коре		233,47	242,15	250,78	259,42	268,10	276,73	285,37	294,00	302,69	311,32
	ствола		207,46	215,18	222,85	230,53	238,24	245,91	253,59	261,26	268,97	276,65
	коры		26,00	26,97	27,93	28,89	29,86	30,82	31,78	32,74	33,71	34,67
24	ствол в коре		252,94	262,34	271,68	281,07	290,42	299,81	309,16	318,55	327,90	337,29
	ствола		225,04	233,40	241,71	250,07	258,39	266,74	275,06	283,41	291,73	300,08
	коры		27,90	28,94	29,97	31,00	32,03	33,07	34,10	35,14	36,17	37,20
25	ствол в коре		273,13	283,28	293,38	303,48	313,64	323,74	333,84	343,95	354,10	364,20
	ствола		243,29	252,33	261,33	270,33	279,38	288,38	297,38	306,38	315,42	324,42
	коры		29,83	30,94	32,05	33,15	34,26	35,36	36,47	37,57	38,68	39,78
26	ствол в коре		294,06	304,97	315,83	326,74	337,64	348,51	359,41	370,28	381,18	392,09
	ствола		262,35	272,08	281,77	291,50	301,23	310,92	320,66	330,35	340,08	349,81
	коры		31,71	32,89	34,06	35,23	36,41	37,58	38,76	39,93	41,11	42,28
27	ствол в коре		315,71	327,38	339,09	350,76	362,47	374,14	385,86	397,52	409,24	420,95
	ствола		281,90	292,32	302,78	313,20	323,66	334,08	344,54	354,95	365,41	375,87
	коры		33,81	35,06	36,31	37,56	38,82	40,07	41,32	42,57	43,82	45,08
28	ствол в коре		338,02	350,54	363,06	375,58	388,10	400,62	413,14	425,65	438,17	450,69
	ствола		302,18	313,38	324,57	335,76	346,95	358,14	369,34	380,53	391,72	402,91
	коры		35,84	37,16	38,49	39,82	41,14	42,47	43,80	45,13	46,45	47,78

D 1/3, см	H, м m, кг	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
		29	ствол в коре					267,43	280,80	294,18	307,55	320,92
ствола						239,37	251,34	263,30	275,27	287,24	299,21	311,18
коры						28,07	29,47	30,87	32,27	33,68	35,08	36,48
30	ствол в коре					285,00	299,27	313,49	327,76	342,04	356,26	370,53
	ствола					255,40	268,18	280,93	293,72	306,51	319,25	332,04
	коры					29,60	31,09	32,56	34,05	35,53	37,00	38,49
31	ствол в коре					303,08	318,21	333,38	348,55	363,67	378,84	394,01
	ствола					271,93	285,49	299,11	312,72	326,29	339,90	353,51
	коры					31,16	32,71	34,27	35,83	37,38	38,94	40,50
32	ствол в коре					321,64	337,71	353,78	369,89	385,96	402,04	418,11
	ствола					288,92	303,35	317,79	332,27	346,70	361,14	375,57
	коры					32,72	34,35	35,99	37,63	39,26	40,90	42,53
33	ствол в коре					340,66	357,68	374,74	391,76	408,78	425,84	442,86
	ствола					306,37	321,68	337,02	352,33	367,63	382,98	398,28
	коры					34,29	36,00	37,72	39,43	41,14	42,86	44,57
34	ствол в коре							396,21	414,22	432,23	450,24	468,26
	ствола							356,41	372,62	388,82	405,02	421,22
	коры							39,79	41,60	43,41	45,22	47,03
35	ствол в коре							418,22	437,22	456,23	475,24	494,24
	ствола							376,57	393,69	410,80	427,91	445,03
	коры							41,65	43,54	45,43	47,32	49,22

D 1/3, см	Н, м m, кг	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
		29	ствол в коре	361,03	374,41	387,78	401,20	414,57	427,94	441,31	454,68
ствола	323,15		335,11	347,08	359,09	371,06	383,03	395,00	406,97	418,94	430,90
коры	37,89		39,29	40,69	42,10	43,51	44,91	46,31	47,72	49,12	50,52
30	ствол в коре	384,75	399,03	413,25	427,52	441,75	456,02	470,29	484,51	498,78	513,01
	ствола	344,79	357,58	370,33	383,11	395,86	408,65	421,44	434,18	446,97	459,72
	коры	39,96	41,45	42,92	44,41	45,88	47,37	48,85	50,33	51,81	53,29
31	ствол в коре	409,14	424,31	439,48	454,60	469,77	484,94	500,06	515,24	530,36	545,53
	ствола	367,08	380,69	394,30	407,87	421,48	435,09	448,66	462,27	475,84	489,45
	коры	42,06	43,62	45,18	46,73	48,29	49,85	51,41	52,97	54,52	56,08
32	ствол в коре	434,18	450,29	466,36	482,43	498,50	514,62	530,69	546,76	562,83	578,95
	ствола	390,01	404,49	418,92	433,36	447,79	462,27	476,71	491,14	505,58	520,05
	коры	44,17	45,81	47,44	49,08	50,71	52,35	53,98	55,62	57,25	58,89
33	ствол в коре	459,92	476,94	493,95	511,02	528,03	545,05	562,12	579,13	596,15	613,21
	ствола	413,63	428,93	444,24	459,58	474,89	490,19	505,54	520,84	536,14	551,49
	коры	46,29	48,00	49,72	51,44	53,15	54,86	56,58	58,29	60,00	61,72
34	ствол в коре	486,27	504,28	522,29	540,30	558,31	576,32	594,34	612,35	630,36	648,37
	ствола	437,43	453,63	469,83	486,04	502,24	518,44	534,64	550,85	567,05	583,25
	коры	48,84	50,65	52,46	54,27	56,08	57,88	59,69	61,50	63,31	65,12
35	ствол в коре	513,29	532,30	551,31	570,31	589,32	608,32	627,33	646,33	665,34	684,35
	ствола	462,18	479,29	496,41	513,52	530,63	547,75	564,86	581,97	599,09	616,20
	коры	51,11	53,01	54,90	56,79	58,68	60,58	62,47	64,36	66,25	68,15

D 1/3, см	H, м		16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
	m, кг												
36	ствол в коре								440,74	460,74	480,78	500,83	520,83
	ствола								397,32	415,35	433,42	451,50	469,53
	коры									43,42	45,39	47,36	49,33
37	ствол в коре								463,77	484,81	505,90	526,99	548,08
	ствола								418,09	437,06	456,07	475,08	494,09
	коры									45,68	47,76	49,83	51,91
38	ствол в коре								487,23	509,36	531,54	553,67	575,85
	ствола								439,76	459,73	479,75	499,72	519,74
	коры									47,47	49,63	51,79	53,95
39	ствол в коре								511,24	534,46	557,72	580,94	604,16
	ствола								461,65	482,61	503,62	524,59	545,56
	коры									49,59	51,84	54,10	56,35
40	ствол в коре								535,71	560,06	584,42	608,73	633,08
	ствола								484,09	506,10	528,10	550,07	572,08
	коры									51,62	53,97	56,31	58,66
41	ствол в коре										611,59	637,08	662,57
	ствола										552,99	576,03	599,08
	коры										58,60	61,05	63,49
42	ствол в коре										639,28	665,95	692,58
	ствола										578,36	602,50	626,59
	коры										60,91	63,45	65,99

D 1/3, см	Н, м m, кг	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
		36	ствол в коре	540,88	560,92	580,92	600,97	621,02	641,06	661,06	681,11
ствола	487,60		505,67	523,70	541,77	559,84	577,91	595,94	614,01	632,09	650,12
коры	53,28		55,25	57,22	59,20	61,17	63,15	65,12	67,09	69,07	71,04
37	ствол в коре	569,17	590,21	611,30	632,39	653,48	674,57	695,61	716,70	737,79	758,88
	ствола	513,10	532,07	551,08	570,10	589,11	608,12	627,09	646,10	665,11	684,12
	коры	56,07	58,14	60,22	62,29	64,37	66,45	68,52	70,60	72,68	74,75
38	ствол в коре	597,98	620,11	642,28	664,41	686,54	708,72	730,85	753,03	775,16	797,29
	ствола	539,71	559,69	579,70	599,68	619,65	639,67	659,64	679,66	699,63	719,61
	коры	58,26	60,42	62,58	64,73	66,89	69,05	71,21	73,37	75,52	77,68
39	ствол в коре	627,43	650,65	673,91	697,13	720,40	743,62	766,84	790,10	813,32	836,59
	ствола	566,57	587,53	608,54	629,51	650,52	671,48	692,45	713,46	734,43	755,44
	коры	60,86	63,11	65,37	67,62	69,88	72,13	74,38	76,64	78,89	81,15
40	ствол в коре	657,43	681,79	706,14	730,50	754,85	779,21	803,56	827,92	852,23	876,58
	ствола	594,09	616,09	638,10	660,11	682,12	704,13	726,13	748,14	770,11	792,11
	коры	63,35	65,70	68,04	70,39	72,74	75,08	77,43	79,78	82,12	84,47
41	ствол в коре	688,06	713,55	738,99	764,49	789,98	815,47	840,96	866,45	891,89	917,38
	ствола	622,13	645,18	668,18	691,23	714,28	737,33	760,38	783,42	806,43	829,48
	коры	65,93	68,37	70,81	73,25	75,70	78,14	80,58	83,02	85,46	87,90
42	ствол в коре	719,20	745,83	772,50	799,13	825,76	852,38	879,01	905,69	932,31	958,94
	ствола	650,68	674,77	698,90	722,99	747,08	771,17	795,26	819,39	843,48	867,57
	коры	68,53	71,07	73,61	76,14	78,68	81,22	83,76	86,30	88,83	91,37

D 1/3, см	H, м m, кг	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
		43	ствол в коре									667,48
ствола										604,24	629,55	654,59
коры										63,24	65,89	68,51
44	ствол в коре									696,16	725,16	754,15
	ствола									630,58	656,84	683,10
	коры									65,59	68,32	71,05
45	ствол в коре									725,32	755,54	785,77
	ствола									657,30	684,69	712,08
	коры									68,02	70,85	73,69
46	ствол в коре									754,89	786,35	817,80
	ствола									684,50	713,02	741,55
	коры									70,39	73,32	76,25
47	ствол в коре										817,68	850,36
	ствола										741,78	771,44
	коры										75,89	78,92
48	ствол в коре										849,42	883,38
	ствола										771,04	801,87
	коры										78,38	81,51
49	ствол в коре										881,65	916,93
	ствола										800,67	832,72
	коры										80,98	84,22

D 1/3, см	H, м m, кг	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
		43	ствол в коре	750,91	778,72	806,53	834,34	862,15	889,96	917,77	945,58
ствола	679,77		704,94	730,12	755,29	780,47	805,64	830,82	855,99	881,21	906,38
коры	71,15		73,78	76,42	79,05	81,69	84,32	86,96	89,59	92,23	94,87
44	ствол в коре	783,19	812,18	841,17	870,21	899,21	928,20	957,19	986,23	1015,23	1044,22
	ствола	709,40	735,67	761,93	788,23	814,49	840,76	867,02	893,32	919,58	945,84
	коры	73,78	76,52	79,25	81,98	84,71	87,45	90,18	92,91	95,64	98,38
45	ствол в коре	815,94	846,17	876,39	906,61	936,84	967,06	997,28	1027,51	1057,73	1087,95
	ствола	739,42	766,81	794,20	821,59	848,98	876,37	903,76	931,15	958,54	985,93
	коры	76,52	79,35	82,19	85,02	87,86	90,69	93,53	96,36	99,19	102,03
46	ствол в коре	849,25	880,71	912,16	943,61	975,07	1006,52	1037,98	1069,43	1100,88	1132,34
	ствола	770,07	798,59	827,11	855,63	884,15	912,67	941,19	969,71	998,23	1026,76
	коры	79,19	82,12	85,05	87,99	90,92	93,85	96,78	99,72	102,65	105,58
47	ствол в коре	883,09	915,78	948,51	981,19	1013,92	1046,61	1079,34	1112,02	1144,75	1177,44
	ствола	801,13	830,78	860,47	890,12	919,82	949,47	979,16	1008,81	1038,51	1068,16
	коры	81,96	85,00	88,03	91,07	94,11	97,14	100,18	103,21	106,25	109,28
48	ствол в коре	917,39	951,35	985,32	1019,32	1053,29	1087,25	1121,26	1155,22	1189,18	1223,19
	ствола	832,74	863,57	894,39	925,27	956,09	986,92	1017,79	1048,62	1079,45	1110,32
	коры	84,65	87,79	90,92	94,06	97,19	100,33	103,46	106,60	109,73	112,87
49	ствол в коре	952,17	987,46	1022,70	1057,98	1093,22	1128,51	1163,75	1199,04	1234,32	1269,56
	ствола	864,72	896,76	928,77	960,81	992,82	1024,86	1056,86	1088,91	1120,96	1152,96
	коры	87,45	90,69	93,93	97,17	100,41	103,65	106,89	110,13	113,37	116,60

D 1/3, см	H, м m, кг	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
		50	ствол в коре									
ствола											830,71	863,93
коры											83,58	86,92
51	ствол в коре										947,37	985,30
	ствола										861,17	895,65
	коры										86,20	89,65
52	ствол в коре										980,92	1020,13
	ствола										891,99	927,64
	коры										88,93	92,49
53	ствол в коре										1014,79	1055,38
	ствола										923,22	960,15
	коры										91,57	95,23
54	ствол в коре										1049,14	1091,09
	ствола										954,92	993,11
	коры										94,22	97,98
55	ствол в коре										1083,82	1127,15
	ствола										986,84	1026,29
	коры										96,98	100,86
56	ствол в коре										1118,87	1163,62
	ствола										1019,23	1060,00
	коры										99,64	103,62

D 1/3, см	H, м m, кг	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
		50	ствол в коре	987,47	1024,03	1060,60	1097,16	1133,73	1170,29	1206,90	1243,47
ствола	897,20		930,42	963,64	996,86	1030,09	1063,31	1096,57	1129,79	1163,02	1196,24
коры	90,27		93,61	96,96	100,30	103,64	106,98	110,33	113,67	117,02	120,36
51	ствол в коре	1023,19	1061,08	1098,97	1136,86	1174,75	1212,64	1250,57	1288,46	1326,35	1364,24
	ствола	930,10	964,54	998,98	1033,42	1067,86	1102,30	1136,79	1171,23	1205,67	1240,11
	коры	93,10	96,54	99,99	103,44	106,89	110,33	113,78	117,23	120,68	124,13
52	ствол в коре	1059,35	1098,61	1137,82	1177,08	1216,30	1255,56	1294,77	1334,03	1373,25	1412,51
	ствола	963,30	999,00	1034,66	1070,36	1106,02	1141,73	1177,38	1213,09	1248,74	1284,45
	коры	96,04	99,60	103,16	106,72	110,27	113,83	117,39	120,95	124,50	128,06
53	ствол в коре	1096,01	1136,60	1177,18	1217,77	1258,35	1298,94	1339,53	1380,16	1420,75	1461,33
	ствола	997,11	1034,04	1070,96	1107,89	1144,81	1181,73	1218,66	1255,62	1292,55	1329,47
	коры	98,90	102,56	106,22	109,88	113,55	117,21	120,87	124,54	128,20	131,86
54	ствол в коре	1133,05	1175,01	1216,97	1258,92	1300,88	1342,89	1384,85	1426,80	1468,76	1510,72
	ствола	1031,30	1069,49	1107,68	1145,87	1184,06	1222,29	1260,48	1298,67	1336,86	1375,05
	коры	101,75	105,52	109,29	113,06	116,82	120,60	124,36	128,13	131,90	135,67
55	ствол в коре	1170,53	1213,86	1257,23	1300,56	1343,94	1387,27	1430,65	1473,98	1517,35	1560,68
	ствола	1065,79	1105,24	1144,73	1184,19	1223,68	1263,14	1302,63	1342,08	1381,58	1421,03
	коры	104,74	108,62	112,50	116,38	120,26	124,13	128,02	131,89	135,77	139,65
56	ствол в коре	1208,41	1253,16	1297,91	1342,66	1387,41	1432,16	1476,91	1521,70	1566,45	1611,20
	ствола	1100,80	1141,57	1182,33	1223,10	1263,86	1304,62	1345,39	1386,19	1426,96	1467,72
	коры	107,61	111,59	115,58	119,56	123,55	127,53	131,52	135,51	139,49	143,48

D 1/3, см	H, м		16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
	m, кг												
57	ствол в коре											1154,35	1200,52
	ствола											1051,93	1094,00
	коры											102,42	106,52
58	ствол в коре											1190,12	1237,75
	ствола											1084,90	1128,33
	коры											105,21	109,42
59	ствол в коре											1226,26	1275,31
	ствола											1118,25	1162,98
	коры											108,01	112,33
60	ствол в коре											1262,78	1313,25
	ствола											1151,96	1198,00
	коры											110,82	115,25

D 1/3, см	H, м		27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
	m, кг											
57	ствол в коре		1246,69	1292,86	1339,02	1385,19	1431,36	1477,53	1523,70	1569,87	1616,08	1662,25
	ствола		1136,07	1178,14	1220,22	1262,29	1304,36	1346,43	1388,50	1430,58	1472,69	1514,76
	коры		110,62	114,71	118,81	122,91	127,00	131,10	135,19	139,29	143,39	147,49
58	ствол в коре		1285,34	1332,93	1380,56	1428,15	1475,74	1523,37	1570,96	1618,60	1666,18	1713,77
	ствола		1171,71	1215,09	1258,51	1301,89	1345,27	1388,70	1432,08	1475,50	1518,88	1562,26
	коры		113,63	117,84	122,05	126,26	130,46	134,67	138,88	143,09	147,30	151,51
59	ствол в коре		1324,37	1373,42	1422,48	1471,53	1520,58	1569,64	1618,69	1667,75	1716,80	1765,86
	ствола		1207,71	1252,45	1297,18	1341,91	1386,65	1431,38	1476,11	1520,85	1565,58	1610,31
	коры		116,65	120,98	125,30	129,62	133,94	138,26	142,58	146,90	151,22	155,54
60	ствол в коре		1363,77	1414,29	1464,81	1515,29	1565,81	1616,33	1666,85	1717,37	1767,84	1818,36
	ствола		1244,09	1290,17	1336,26	1382,31	1428,39	1474,48	1520,57	1566,65	1612,70	1658,78
	коры		119,69	124,12	128,55	132,98	137,42	141,85	146,28	150,72	155,15	159,58