

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова»

*На правах рукописи*

**Филиппов Павел Борисович**

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ СПОСОБОВ ВЫРАЩИВАНИЯ ДУБА  
ЧЕРЕШЧАТОГО С ЕГО СПУТНИКАМИ В ПОЛЕЗАЩИТНЫХ ЛЕСНЫХ  
ПОЛОСАХ ДОНСКОЙ РАВНИНЫ**

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,  
Проездов Пётр Николаевич

Саратов – 2025

## Оглавление

<b>Введение .....</b>	<b>4</b>
<b>Глава 1 Аналитический обзор .....</b>	<b>10</b>
1.1 История разработки и изучения способов выращивания защитных лесных насаждений с участием дуба черешчатого .....	10
1.2 Влияние различных факторов на рост и развитие дуба черешчатого .....	18
1.3 Взаимодействие дуба черешчатого и его спутников .....	26
1.4 Основные методы изучения продуктивности камбия .....	38
<i>Выводы по главе 1 .....</i>	<i>40</i>
<b>Глава 2 Природно-климатические условия и методика исследований .....</b>	<b>42</b>
2.1 Природно-климатические условия района исследований .....	42
2.2 Краткая характеристика объектов исследования .....	48
2.3 Методика исследований .....	61
<i>Выводы по главе 2 .....</i>	<i>65</i>
<b>Глава 3 Рост и развитие <i>Quercus robur</i> L. в полезащитных лесных полосах Донской равнины .....</b>	<b>67</b>
3. 1 Состояние и таксационные показатели полезащитных лесных полос с участием дуба .....	67
3. 2 Влияние способа выращивания полезащитных лесных полос на рост и развитие дуба .....	93
3.3 Воздействие преобладающей породы-спутника на рост и развитие дуба..	98
3.4 Влияние способа выращивания полезащитных лесных полос и подбора пород-спутников на динамику продуктивности камбия дуба черешчатого...	102
3.5 Усовершенствованный подход к определению и изучению продуктивности камбия древесных пород .....	107
3.6 Динамика радиальных приростов дуба черешчатого в зависимости от увлажнения года .....	114
<i>Выводы по главе 3 .....</i>	<i>118</i>
<b>Глава 4 Биологическая продуктивность и экономическая эффективность основных способов выращивания полезащитных лесных полос с участием дуба черешчатого .....</b>	<b>121</b>

4.1 Биологическая продуктивность основных способов выращивания полезащитных лесных полос с участием дуба черешчатого .....	121
4.2 Экономическая эффективность основных способов выращивания полезащитных лесных полос с участием дуба черешчатого .....	125
<i>Выводы по главе 4</i> .....	131
<b>Заключение</b> .....	133
<b>Рекомендации производству</b> .....	136
<b>Перспективы дальнейшей разработки темы</b> .....	137
<b>Список литературы</b> .....	138
<b>Приложения</b> .....	165
<i>Приложение А</i> .....	166
<i>Приложение Б</i> .....	167
<i>Приложение В</i> .....	168
<i>Приложение Г</i> .....	180
<i>Приложение Д</i> .....	192
<i>Приложение Е</i> .....	193
<i>Приложение Ж</i> .....	194

## Введение

**Актуальность темы исследования.** Более половины земель сельскохозяйственного назначения Саратовской области (57,2%) находятся под влиянием засухи, эрозии, дефляции, засоления, дегумификации и др. согласно «Национальной программе действий по борьбе с опустыниванием в Саратовской области» (2024). Одной из причин указанных проблем является низкая лесистость, составляющая 1,09% от площади земель сельскохозяйственного назначения. ФНЦ агроэкологии рекомендует нормализованную лесистость пашни – 2,5 %, сельскохозяйственных угодий – 4 % (2024).

Для территории Саратовской области одним из ключевых лесообразователей является дуб черешчатый. Его доля от общей площади лесов Саратовской области согласно актуальным данным государственного лесного реестра и лесному плану Саратовской области за 2019-2028 годы составляет 44,2% (251,6 тыс. га). Такая роль, занимаемая дубом в естественных лесных сообществах области, стала причиной использования этой породы при выращивании защитных лесных насаждений разного назначения. Ценность применения дуба черешчатого в качестве главной породы в защитных лесных насаждениях, несмотря на его медленный рост (смыкание лесных полос с его участием происходит в возрасте 7-10 лет), обусловлена такими его свойствами, как долговечность и способность неоднократно давать поросль от пня (что при грамотно проводимой и своевременной реконструкции лесных полос с его участием также способствует увеличению их срока службы). Все вышеперечисленное делает поиск наиболее оптимальных способов выращивания дуба черешчатого интересной и актуальной темой для отечественной науки. Выбранная область исследования направлена на выявление и демонстрацию перспективы агролесомелиоративного действия полезащитных лесных полос с дубом черешчатым в составе.

**Степень разработанности темы.** Исследованием способов выращивания полезащитных лесных полос занимались многие ученые: Г.Н. Высоцкий (1901,



1949), Н.И. Сус (1933, 1948), Я.Д. Панфилов (1936, 1948, 1952); Ю.В. Ключников (1948), В.М. Котов (1962), Д.Д. Лавриенко (1962, 1965), В.Н. Виноградов (1964), Е.С. Павловский (1965), А.И. Разаренов (1978), А.В. Хавронькин (1986), Д.К. Сучков (2018) и др.

Влияние различных природных и антропогенных факторов на рост и развитие дуба черешчатого изучали: П.Н. Проездов, Д.А. Маштаков, А.И. Разаренов (2010); А.И. Миленин (2012); Д.В. Михин, О.В. Трегубов (2013); К.З. Аминева, Р.В. Уразгильдин и А.Ю. Кулагин (2014); Н.Г. Берлин (2015); В.И. Михин, Е.А. Михина (2018); В.Г. Юферов (2018); Н.Ф. Каплина (2019); О.В. Грибачева (2019, 2020); К.И. Карпович, Н.А. Митрофанова (2020); М.В. Петров (2020), Н.В. Примаков (2023) и др.

Взаимоотношения дуба и его основных спутников исследовали: С.Н. Кружилин (2008); Д.В. Михин, О.В. Трегубов (2013); Н.Г. Берлин, Д.А. Маштаков (2014); В.Д. Тунякин, Н.В. Рыбалкина (2019); О.В. Грибачева, А.И. Чернодубов, Д. В. Сотников (2020); В.Д. Тунякин, Н.В. Рыбалкина, Л.М. Шеншин (2022); А.А. Мартынюк (2023); А.С. Чеканышкин (2024) и др.

Основные методы изучения продуктивности камбия были изложены в работах С.С. Пятницкого (1959); А. Mahmood (1971); А.И. Разаренова (1978); П.А. Аксенова (2002); Г.Ф. Антоновой и В.В. Стасовой (2003; 2023); А.В. Тихомировым (2022) и др.

Анализ опубликованных материалов указал на то, что несмотря на значительное количество исследований, посвященных росту и развитию дуба черешчатого в полезащитных лесных полосах, проблема влияния способа выращивания полезащитных полос с участием дуба в литературе часто обходится стороной или упоминается «по касательной», а разработка простого метода расчета продуктивности камбия, позволяющего проследить многолетнюю его динамику при оставлении дерева на корню – является важной и актуальной для отечественной науки задачей.

**Цель исследования** – выявить наиболее эффективный способ выращивания полезащитных лесных полос с участием дуба черешчатого и его спутников на

основе продуктивности камбиальной ткани и других ростовых показателей древесных пород в условиях степи Донской равнины.

**Объект исследования** – способы создания полезащитных лесных полос с участием в составе дуба черешчатого и способы его смешения с разными породами-спутниками в условиях степи Донской равнины.

**Предмет исследования** – показатели роста и развития дуба черешчатого для разных способов выращивания полезащитных лесных полос и разных вариантов смешения дуба черешчатого с его основными породами-спутниками.

**Задачи исследования:**

1. Обосновать наилучший способ создания полезащитных лесных полос с участием дуба черешчатого с использованием методов математической обработки экспериментальных результатов – дисперсионного, регрессионного и корреляционного анализов;
2. Установить влияние пород-спутников на рост и развитие дуба черешчатого в полезащитных лесных полосах с использованием методов математической обработки экспериментальных результатов – дисперсионного, регрессионного и корреляционного анализов;
3. Снизить трудоемкость определения продуктивности камбиальной ткани, путем преобразования формулы С.С. Пятницкого;
4. Дать оценку биологической продуктивности и экономической эффективности способов выращивания дуба черешчатого.

**Научная новизна** исследования состоит в определении на основе собранных полевых данных наиболее подходящего для выращивания дуба черешчатого способа создания полезащитных лесных полос для степных районов европейской части РФ (где применяются полезащитные лесные полосы с участием дуба черешчатого), снижении трудоемкости методики определения продуктивности камбиальной ткани древесных пород.

**Теоретическая и практическая значимость работы.** Теоретическая значимость работы состоит в установлении влияния способа выращивания и выбранных пород-спутников на продуктивность камбия дуба черешчатого и, как

следствие, на его ростовые характеристики в полегающих лесных полосах. Внесенные в расчет продуктивности камбия изменения позволяют снизить трудоемкость исследований и повысить безопасность для исследуемого модельного дерева, так как порода остается расти на корню за счет применения приростного бурава. Предлагаемый нами подход позволяет анализировать динамику таксационных показателей в ретроспективе.

Итоги исследования демонстрируют важный практический потенциал выращивания дуба черешчатого и его спутников (ясеня ланцетного, клена остролистного и вяза гладкого) в полегающих лесных полосах степи Донской равнины. С целью повышения продуктивности дуба черешчатого в полегающих лесных полосах Екатериновского района Саратовской области внедрены рубки ухода, подразумевающие удаление из их состава вяза гладкого. Фактический экономический эффект от рубок ухода в лесных полосах 40 га составил 347,4 тыс. руб. Получен акт о внедрении результатов исследования.

**Методология и методы исследования.** Методология и методы исследования базируются на лесном кодексе Российской Федерации с использованием принципов организации теории и практики классического лесоводства и лесной таксации, агролесомелиорации, стандартных и частных методик планирования и проведения экспериментов. Насаждения изучались методами лесной таксации (ОСТ 56-69-83) с учетом методики ВНИИ агролесомелиорации для защитных лесных насаждений (1985). Расчет размеров годовых приростов производился средствами геоинформационной системы (ГИС) QGIS по взятым при помощи приростного бурава кернам. Отбор и анализ образцов древесины осуществлялся согласно методикам, описанным в работах «Основы дендрохронологии» Красноярского государственного университета (2000) и «Практикум по экологическому древоведению» Марийского государственного технологического университета (2010). Для изучения взаимоотношений между древесными породами в ПЗЛП и их жизнеустойчивости применяли методику К.К. Высоцкого (1962). Диагностика жизненного состояния осуществлялась по методике В.А. Алексеева (1989). Продуктивность камбия

вычислялась по методике, описанной С.С. Пятницким (1959) и А.И. Разареновым (1978). Экспериментальные данные обрабатывали по методике Б.А. Доспехова (2012) с использованием компьютерных программ Statistica 10 и «Пакета анализа» табличного процессора MS Excel.

#### **Положения, выносимые на защиту:**

- Результаты оценки роста и развития дуба черешчатого и его спутников в полегающих лесных полосах при различных способах выращивания с использованием статистического анализа материалов исследования;
- Усовершенствованный подход к определению продуктивности камбиальной ткани древесных пород в зависимости от высоты, диаметра ствола и толщины годичного кольца на год исследования;
- Оценка биологической продуктивности и экономической эффективности способов выращивания полегающих лесных полос.

**Степень достоверности и апробация результатов.** Достоверность полученных результатов исследований обеспечена комплексными экспериментальными обоснованиями с использованием современных методов обработки данных наблюдений, сопоставлением полученных результатов с имеющимися в литературе, актом о внедрении результатов исследований. Материалы диссертационной работы докладывались на ежегодных конференциях профессорско-преподавательского состава и аспирантов Вавиловского университета (Саратов, 2021-2025); конференциях Всероссийского (Мониторинг лесных и лесомелиоративных систем, инновационные технологии лесоразведения, Воронеж, 2023) и Национального уровня (V-VII Национальные конференции по итогам научной и производственной работы преподавателей и студентов в области лесного дела, ландшафтной архитектуры, мелиорации и экологии, Саратов 2023-2025), а также на различных этапах ежегодного Всероссийского конкурса на лучшую научную работу среди студентов, аспирантов и молодых ученых аграрных образовательных и научных организаций России (Саратов 2023-2024).

**Публикации.** По материалам диссертационных исследований опубликовано 6 научных работ, из них – 2 статьи в изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ (0,93 п.л. (общий объём статьи)/ 0,5 п.л. (личное участие)), 4 статьи во Всероссийских и национальных сборниках научных трудов (1,13 п.л./ 1,0 п.л.). Общий объем публикаций – 2,06 п.л./ 1,5 п.л.

**Структура и объем работы.** Диссертация состоит из введения, 4 глав, заключения, списка литературы и приложений. Текст изложен на 194 страницах и содержит 40 рисунков и 25 таблиц, 7 приложений, акт внедрения. Список литературы включает в себя 211 наименований, включая 11 публикаций на иностранном языке.

## Глава 1 Аналитический обзор

### 1.1 История разработки и изучения способов выращивания защитных лесных насаждений с участием дуба черешчатого

Вопросам выращивания высокопродуктивных, биологически устойчивых и эффективных защитных лесных насаждений всегда придавалось первостепенное значение. Лесные полосы являются надежной защитой агроландшафтов, однако, для корректного выполнения ими этой функции требуется верный подбор таких факторов как размещение, способ выращивания и конструкция полезащитных насаждений [197, 198]. При том, в отличие от вопросов поиска наиболее оптимальной конструкции лесных полос (для условий степи Европейской части РФ согласно действующим до сих пор инструктивным указаниям [59] оптимальной является продуваемая конструкция полезащитных лесных полос), на вопрос эффективного выращивания защитных лесных насаждений тяжело найти однозначный ответ. Вопросы поиска наиболее эффективных способов выращивания и их сравнения обсуждались на протяжении всей истории агролесомелиоративной науки, но на некоторые особенности роста и взаимодействия пород в составе защитных лесных насаждений можно посмотреть только издалека, так как многие заложенные разными способами выращивания лесные полосы до сих пор существуют и ждут своего изучения.

Вначале внимание ученых привлекали относительно несложные вопросы агротехники и подбора древесных пород (работы В.Е. Граффа [43, 44], Л.Б. Барка [19, 20], Ф.Ф. Тиханова [33] и др.), но со временем тематика этих вопросов все более усложнялась. Так единичные и зачастую эмпирические исследования сменялись системным подходом к изучению стоящих перед агролесомелиорацией проблем (Г.Н. Высоцкий [34-36], Г.Ф. Морозов [111, 112], А.Л. Бельгард [23], Н.И. Сус [168, 169], Я.Д. Панфилов [130, 131, 138], Д.Д. Лавриненко [86, 87, 163], С.А. Крывда [79], А.В. Альбенский [4, 5], В.Н. Виноградов [31], А.Ф. Литовкина [91], А.С. Барабанщиков [6], С.М. Зепалов [57], М.В. Колесниченко [72, 73], Е.С. Павловский [122-129], И.К. Винокурова [89], А.Т. Аниканов [27], и др.). Однако,

несмотря на развитие агролесомелиорации как науки, разработка способов выращивания эффективных и устойчивых насаждений в условиях степи не теряет своей актуальности. Способ выращивания защитных лесных насаждений, в частности полезащитных лесных полос, во многом определяет не только саму технологию их выращивания, но и жизнеустойчивость всего будущего насаждения.

Многообразие известных в лесокультурной практике способов не в последнюю очередь связано с поисками путей успешного выращивания дуба черешчатого – самой устойчивой и долговечной породы в степи [150]. По мнению П.Д. Никитина [114] все существующие способы выращивания лесных полос с участием дуба можно объединить в два – рядовой и шахматный. Остальные способы, по его мнению, являются лишь «модификациями» этих двух. Со временем эти модификации приобрели качества самостоятельных способов и широко применяются в защитном лесоразведении (коридорный, строчно-луночный, диагонально-групповой и др.). Несколько подробнее остановимся на некоторых из них.

*Рядовой способ посадки* – это размещение сеянцев или саженцев рядами, располагаемыми на определенном расстоянии друг от друга. Данный способ является на текущий момент основным и наиболее механизированным способом выращивания лесных (древесных и кустарниковых) искусственных насаждений [196].

*Коридорный способ* выращивания дуба в полезащитных лесных полосах – изначально подвид рядового способа выращивания, подразумевающий его посадку и дальнейший рост вместе с быстрорастущими породами. В качестве быстрорастущих пород чаще всего использовалась береза, клен ясенелистный и разные виды тополя [196]. Впервые данный способ был предложен Ю.В. Ключниковым [69] в начале 40-х годов в Каменной степи. Способ предусматривает выращивание дуба в коридорах, образуемых рядами сопутствующих и быстрорастущих пород. Способ быстро пошел в производство, так как сочетал в себе два весьма важных требования к полезащитным лесным

полосам: получение быстрого мелиоративного эффекта и успешный рост дуба. Изучая специфику микроклимата в коридорах, Е.С. Павловский [125] установил наличие в них исключительно благоприятных условий для роста дуба. В первые пять лет дуб давал прирост по 40–70 см, а в 6–7 лет – по 60–90 см. Казалось, проблема успешного выращивания дуба была близка к разрешению.

Несмотря на перечисленные преимущества, этот способ критиковался некоторыми исследователями. Так Б.И. Логгинов [92], Ф.И. Травень [173, 174] обращали внимание на особенности взаимоотношения дуба с быстрорастущими породами. Однако самим автором коридорного способа [69] подразумевалась лишь временная роль быстрорастущих пород, которые должны быть удалены постепенными рубками к 20–25 годам. Б.С. Павловский [129], И.В. Трещевский и др. [118, 175], изучая этот вопрос, пришли к выводу, что лучший эффект при этом, как с экономической, так и лесоводственной точки зрения, дают не постепенные и выборочные рубки, а сплошные.

С переходом на широкие междурядья коридорная схема также претерпела изменения. Ряды дуба стали группировать вместе по 2-3 в общий коридор. Быстрорастущие породы высаживали в крайние ряды, иногда вместе с теневой породой: Б+Т-Д-Д-Д-Б+Т (Б+Т – береза + тополь, Д – дуб черешчатый). В Каменной степи Е.С. Павловским [129] изучалось значение ширины междурядий. По вышеуказанной схеме были заложены две полосы с разной шириной междурядий (шириной 1,5 и 3 м). За 6 лет наблюдений было выявлено, что дуб в полосе с широкими междурядьями превосходил дуб в полосе с узкими междурядьями как по высоте (2,6 м в полосе с широкими междурядьями против 2,0 м в полосе с узкими), так и по диаметру (1,6 см в полосе с широкими междурядьями против 0,8 см в полосе с узкими). Аналогичные данные в пользу широких междурядий в подобном опыте получены В.М. Котовым на Поволжской агролесомелиоративной опытной станции (Поволжская АГЛОС) [75] и С.Н. Адриановым в Волгоградском опытном хозяйстве ВНИАЛМИ [7].

Характерной чертой роста дуба в коридорной схеме является отставание роста по диаметру от роста по высоте. По данным Е. С. Павловского [122, 128], в



14 лет в коридорах дуб имел высоту от 5 до 6,8 м, а диаметр – от 4,5 до 6 см. Коридорный способ не лишен некоторых недостатков, присущих рядовым посадкам вообще. Существенный из них – необходимость рубок ухода. Тем не менее, коридорный способ с широкими междурядьями, по мнению Е.С. Павловского, является одним из лучших способов выращивания эффективных и долговечных насаждений [150].

Выше отмечалось, что рядовой способ не исключает групповую посадку (посев) растений. Группы могут состоять из лунок, отстоящих друг от друга на расстоянии 30-50 см, и располагаться в одну строчку (строчно-луночные посевы) или в виде гнезда, состоящего из 4-5-6 лунок (гнездовой посев).

*Строчно-луночный посев дуба* является сейчас основным способом в защитном лесоразведении. Он позволяет полностью механизировать производственные процессы по уходу за почвой и древостоем, а лунка с 3-5 растениями в какой-то мере удовлетворяет и биоэкологической стороне выращивания устойчивых лесных насаждений.

*Гнездовой посев дуба* разработан и теоретически обоснован акад. Т.Д. Лысенко [93]. При размещении дуба гнездами (группами), по мнению Т.Д. Лысенко, «... создается значительно большая их устойчивость, как против травянистой сорной растительности, так и против угнетения их другими более быстрорастущими лесными породами» (цит. По Е.Д. Годневу [39] , 1951).

Такого же мнения придерживались многие ученые: Е.Д. Годнев [39], Н.И. Ивченко [58, 164], В.М. Котов [75], Ю.Г. Леман [88], В.Д. Огиевский [117] и др [3]. Выращивание дуба гнездовым методом в своем изначальном варианте предусматривалось под защитным покровом сельскохозяйственных культур. Подразумевалось, что вводимые зерновые культуры станут защитой для молодых сеянцев дуба и уход за такими культурами изначально не предполагался. Гнездовым посевом под покровом зерновых сельскохозяйственных культур закладывались одни из первых государственных защитных лесных полос с участием дуба. Размеры гнезд составляли 0,6×0,6 м, а зерновые культуры высевались по всей площади полосы. Однако данный метод провалился, т. К.

введенные сельскохозяйственные растения сильно иссушали почву, тем самым конкурируя с посевами дуба за влагу. По данным массовой инвентаризации 2–3-летних сеянцев дуба (1951–1952 гг.), количество сохранившихся дубков под покровом сельскохозяйственных культур при гнездовом посеве составляло 1 332 шт./ га, а без покрова – 4 932 шт./га [53]. Иссушающее воздействие на дубки и, как следствие, нецелесообразность такого приема было в дальнейшем отмечено также широким рядом исследователей: Е.Д. Годневым [39], В.Я. Колдановым [71], В.М. Котовым [75] и Е.С. Павловским [129].

Например, В.М. Котовым [75] на Поволжской АГЛЮС было установлено различие во влажности метрового слоя почвы в зависимости от наличия или отсутствия покрова пшеницы. В год посадки влажность метрового слоя почвы по состоянию на 30 августа была под сплошным покровом пшеницы – 13,3 %, без покрова – 20,4 %. На схожую картину обращает внимание Е.Д. Годнев [39], говоря о разнице в числе, высоте и диаметре дубков в гнездовых посевах в зависимости от наличия и отсутствия сплошного покрова зерновых культур. Эти показатели были выше на площадях, находящихся под черным паром и ниже под сплошным покровом ячменя.

По результатам обнаруженных ошибок в данный метод создания лесных полос был внесен ряд изменений [173, 174]: при сохранении гнездового посева дуба был исключен посев зерновых, а для защиты дуба подразумевался посев одного-двух рядов высокостебельчатых культурных растений на расстоянии 20–30 м, что дало гораздо лучшие результаты [97].

Количество дубков в гнездах также оказывает влияние на дальнейший рост дуба в лесных полосах. На это обращал внимание и сам автор способа, отмечая с одной стороны необходимость густоты посева дуба в гнездах, а с другой предупреждая о том, что его перегушенность может привести к недостатку влаги [150]. Это говорит о необходимости поиска оптимального баланса при принятии решения о количестве дубков в гнездах. При том это количество может быть разным в зависимости от условий. Например, по данным В.Д. Годнева [39], в 9-летних гнездовых культурах Вольского лесхоза Саратовской области

оптимальным будет считаться 16-20 дубков в гнезде, по данным А.В. Хавроньина [185] в условиях Поволжской АГЛОС – 15-20 дубков, Н.И. Ивченко [58] на Балашовской опытной станции пишет об оптимуме в 20-25 дубков; Г.П. Шестоперов, А.П. Антонова и А.П. Казакова [193] отмечают лучший рост дуба в многонаселенных гнездах.

Также особую важность имеет вопрос смешения главной породы в гнездах. В литературе представлены разные мнения по этой проблеме. Некоторые авторы говорят о положительном влиянии введения в гнезда быстрорастущих сопутствующих пород или кустарников. Так В.А. Бодров, И.Н. Сазонов [3] и П.И. Герасименко [37, 38] считают, что в условиях степной зоны Украины дуб в смешанных насаждениях обладает лучшим ростом, имеет лучшую форму ствола, лучше очищается от сучьев. Для повышения эффективности полос они рекомендуют использовать быстрорастущую березу в качестве временной, которую в 15-17 лет необходимо вырубать. Е.С. Павловский [122, 127] также отмечает положительную роль быстрорастущих и сопутствующих пород лишь в начальной стадии (до смыкания).

Другие авторы наоборот, отмечают лучший рост дуба в чистых гнездах. Такое мнение можно встретить в работах С.Н. Адрианова [7], В.М. Котова [75], Л.С. Савельевой и А.В. Хавроньина [158]. В.А. Бодров и И.Н. Сазонов [3] также обращают внимание на высокую биопродуктивность дуба в гнездах за счет повышения их конкурентной способности и лучших условий для роста. На черноземах Украины ими рекомендуется выращивание дубовых лесных полос только гнездовым способом.

Одним из недостатков гнездового способа также является трудность механизации посевов и уходов в гнездах. Собственно, с увеличением механизации лесопосадочных работ от вышеуказанного метода стали постепенно отказываться в пользу рядового способа, а к 1970-м годам для удобства механизированных уходов перешли от узких полутораметровых к трехметровым широким междурядьям. Ранее, до комплексной механизации процессов обработки почвы, посадки лесных культур и уходов за ними, для всех перечисленных

мероприятий использовалась конная тяга, в связи с чем закладываемая ширина междурядий в лесных полосах составляла 1,5 м. Благодаря таким узким междурядьям лесные культуры быстро смыкались и уже в достаточно раннем возрасте в них формировалась полноценная лесная среда. Позже, в связи с вышеупомянутым процессом комплексной механизации сельского и лесного хозяйства, закладываемая ширина междурядий увеличилась до 2,5–3 м для удобства механизированной обработки и уходов [97].

*Шахматный способ* посадки лесных полос – это способ размещения входящих в состав создаваемой лесной полосы древесных и кустарниковых растений, при котором они располагаются равномерно в шахматном порядке [196]. Автор способа В.Я. Векшегонов [29] обосновывал такой подход с одной стороны улучшением условий произрастания в лесной полосе (увеличение площади питания, улучшение условий освещенности и влагообеспеченности), а с другой – сведением к минимуму ручных агротехнических уходов за почвой. До В.Я. Векшегонова данный способ применялся только в массивном лесоразведении [157]. Широко применялся и изучался данный способ: в : в Северном Казахстане – В.Я. Векшегоновым [28, 29], И.М. Болдыревым, В.В. Бозриковым [3] и Н.Т. Петровым [133]; в Каменной степи – Е.С. Павловским [122]; на Поволжской АГЛОС – В.М. Котовым [75]; на Балашовской опытной станции – Н.И. Ивченко [58]. При уже перечисленных достоинствах недостатками шахматного способа является ручная маркировка и посев (посадка) большая трактороемкость при уходах.

Выбор наиболее эффективного из перечисленных способов довольно затруднителен. Мнения исследователей рознятся по данному вопросу. Так В.М. Котов [75] и А.В. Хавроньин [185] говорят о преимуществах гнездового способа выращивания дуба. И.Н. Сазонов [3], соглашаясь с вышесказанными выводами все же отмечает лучшие показатели роста в первые 15 лет у дуба в рядовых посадках.

Е.С. Павловский [122] наоборот, отмечает лучший рост дуба в лесных полосах коридорного способа выращивания в первые 12 лет. При том высота дуба

была разной в зависимости от конкретной быстрорастущей породы, применяемой в коридорной схеме. Так в 12 лет дуб в смешении с березой имел высоту 6,7 м, в смешении с кленом ясенелистным – 6,2 м и в смешении с тополем – 6 м. Далее, после 12 лет, Е.С. Павловский отмечает снижение интенсивности роста главной породы за счет обострения межвидовой конкуренции дуба и быстрорастущих пород.

По мнению А.И. Разаренова [150] лучший рост дуб показывает в ширококоридорной схеме с 3-метровыми междурядьями, отдельно отмечая недопустимость смешения дуба с тополем как с быстрорастущей породой. Среди лесных полос с узкими междурядьями (1,5 м) им также отмечается хорошие показатели роста в первые 8-10 лет в лесных полосах коридорного способа выращивания. Однако уже к 20 годам лучшие результаты роста дает дуб в рядовых лесных полосах без применения быстрорастущих пород. Среди гнездовых А.И. Разаренов считает наиболее эффективными чистые посевы дуба, где тот растет лучше, чем в гнездовых полосах с введением в состав сопутствующих пород и кустарников. Аналогичного взгляда на эффективность чистых насаждений дуба придерживаются С.Н. Поликанов, В.Н. Болдырев и Т.Н. Давиденко [139].

Важным преимуществом тех или иных способов выращивания защитных лесных насаждений является наличие меньших экономических издержек при их создании и эксплуатации. Наименьшие затраты труда средств получаются в процессе выращивания лесных полос шахматным способом. Однако для данного способа остаются неразрешенными вопросы механизации, маркировки и посадки. Их решение могло бы сделать этот способ более доступным и экономичным. Наиболее трудоемким и дорогостоящим при создании является гнездовой способ. Рядовой способ с широкими междурядьями сравнительно экономичен, так как позволяет механизировать весь технологический процесс [150].

А.В. Хавроньин [185] подтверждает вышесказанные слова о дороговизне гнездовых посевов. Так по его данным посев и однократный уход за одним гектаром лесной полосы, созданной квадратно-гнездовым способом, превосходит

по стоимости квадратно-луночный способ в 3 раза, а строчно-луночный в 6,4 раза. А.И. Разаренов [150], однако обращает внимание, что в иных условиях разница в стоимости создания лесных полос разными способами может носить иной характер. В качестве примера он приводит данные по НИИ СХ Юго-Востока, где средняя стоимость гектара (без стоимости посадочного материала) рядовых полос выше, чем гнездовых в 1,85 и квадратно-гнездовых – в 1,91 раза [150].

Таким образом, принятый способ выращивания лесных полос определяет показатели роста дуба черешчатого, его взаимоотношения с другими породами в составе насаждения, а также необходимость и объемы агротехнических и лесоводственных мер ухода. В конечном итоге способ выращивания определяет жизнеспособность, устойчивость и эффективность насаждений. Все существующие способы выращивания полезащитных лесных полос с дубом имеют свои недостатки, так и преимущества. Из них тяжело выделить один универсальный способ. Применение того или иного способа можно считать целесообразным в тех случаях, когда его достоинства преобладают над недостатками. В разных хозяйствах и условиях это могут быть разные способы. Отсюда вытекает необходимость широкого обобщения, дальнейшего изучения и усовершенствования способов и приемов выращивания защитных лесных насаждений.

## **1.2 Влияние различных факторов на рост и развитие дуба черешчатого**

Дуб черешчатый (*Quercus robur* L., 1753) как важнейший лесообразователь Саратовской области часто применяется при создании защитных лесных насаждений (ЗЛН) как главная порода. Изучение процессов роста и развития этой породы в лесных полосах разного назначения (в первую очередь в полезащитных лесных полосах) при усилении в наши дни аридизации климата, эрозионных и дефляционных процессов как никогда актуально [113, 166]. Однако, несмотря на эту актуальность, исследований по вышеуказанной теме сильно меньше, чем исследований, так или иначе связанных с изучением влияния полезащитных

лесных полос на продуктивность защищаемых ими сельскохозяйственных культур. Одним из пионеров исследований, посвященных показателям роста и развития дуба черешчатого (и других пород) в составе систем полезащитных лесных полос, был Анатолий Иванович Разаренов [150].

Во многих современных работах обращается внимание на влияние различных факторов на показатели роста и развития дуба черешчатого. К.З. Аминева, Р.В. Уразгильдин и А.Ю. Кулагин [10] обращают внимание на влияние на радиальные приросты древесины лесных растений таких факторов, как генетические особенности этих растений и различные факторы окружающей среды. Однако каждый из этих факторов по отдельности не определяет на все 100% наблюдаемую динамику радиальных приростов [10].

М.Ю. Сауткина, Н.Ф. Кузнецова и В.Д. Тунякин [160] обращают внимание, что в дубовых лесных полосах в условиях Каменной Степи показатели роста главной породы зависят от таких параметров, как мезорельеф, состав лесной полосы и способ смешения главной породы со спутниками. Лучшими условиями мезорельефа, на которых дуб показал повышенные значения высоты и диаметра, авторы считают плакорные условия.

П.Н. Проездов, Д.В. Есков, Д.А. Маштаков, А.Н. Автономов и А.В. Розанов [210] в своем анализе роста дуба отмечают тесную взаимосвязь между высотой основных древесных пород с возрастом и основными таксационными показателями с довольно высокими коэффициентами детерминации (0,89-0,98).

О. В. Грибачева [45] дополняет вышесказанное, указывая на то, что динамика таксационных диаметров дуба связана с местом расположения изучаемых деревьев в насаждении. Также ей отмечается, что расположение изучаемых древостоев относительно сторон света также может оказывать влияние на диаметры дуба.

С. И. Годунов и В. В. Тищенко [40] также обращают внимание на то, что схемы смешения дуба черешчатого с его спутниками при создании искусственных лесных насаждений оказывают влияние на его таксационные показатели и санитарное состояние. Помимо основных биометрических показателей различия

были обнаружены также по таким параметрам, как густота стояния и развитие деревьев. Несмотря на выявленную зависимость всех этих показателей от схем смешения, наибольшее влияние в условиях проводимых исследований по мнению данных авторов оказывают влажность и сроки затопления почв, на которых произрастают изучаемые насаждения. Также на состояние насаждений, в частности и на дуб черешчатый, способны влиять породный состав, конструкция, возраст и антропогенные факторы [199].

А.И. Разаренов и С. В. Кабанов в своей работе 2007 года [149] указывают на возможность лесных полос с узкими междурядьями давать древесину высокого качества, что косвенно указывает на позитивное влияние таких междурядий на показатели роста и развития древесных пород.

К.И. Карпович, Н. А. Митрофанова и М. В. Петров [65] пишут о позитивном влиянии вводимых в состав лесных полос быстрорастущих пород таких, как липа, клен остролистный, желтая акация, лещина и жимолость обыкновенная на показатели роста дуба. Следствием этого влияние также можно считать повышение экономической и мелиоративной эффективности данных лесополос.

Н.Ф. Каплина [61, 62, 64] при изучении динамики ранней и поздней древесины на годовичных кольцах дуба черешчатого обращает внимание на наличие 2–5-летних и 12-летних циклов развития. Наличие таких зависимостей – по ее мнению – возможно применять для прогнозирования радиальных приростов дуба на различных временных отрезках, что может помочь при планировании различных лесохозяйственных мероприятий. В другой своей работе Н.Ф. Каплина [63] замечает различия в радиальных приростах дуба в зависимости от типа ветвления кроны.

В.И. Михин и Е.А. Михина [109] выводят следующие наиболее подходящие параметры размещения посадочных мест для полезащитных лесных полос рядового способа создания с участием дуба черешчатого: размещение посадочных мест –  $2,5 \times 0,7$ – $1,0$  м, густота посадки –  $4,0$ – $6,0$  тыс. шт./ га, ширина лесных полос – от  $7,5$ – $10$  до  $15$  м. Также, как К.И. Карпович, Н.А. Митрофанова и М.В. Петров, они обращают внимание на позитивное влияние в составе дубовых



лесных полос быстрорастущих пород и выделяют в качестве лучших спутников клен (остролистный и татарский), ясень (обыкновенный и ланцетный) и липу мелколистную. Наиболее подходящим типом смешения дуба с этими породами В.И. Михин и Е.А. Михина считают порядовое смешение.

Н.Г. Берлин [24] обращает внимание на позитивное влияние ясеня ланцетного, на состояние и сохранность дуба черешчатого в лесных полосах. Клен остролистный как спутник показал себя несколько хуже, т. к. дуб в смешении с ним продемонстрировал более низкие по сравнению с его смесью с ясенем показатели жизнеспособности. Несмотря на это, дуб дает одинаково высокие показатели запаса с обеими этими породами в отличие от его смешения с вязом приземистым.

G. Kerr [204] отмечает позитивное влияние принципа «free growth» (свободный рост) на такие таксационные показатели дуба черешчатого как диаметр и запас.

Группа ученых из Венгрии и Румынии [208] установила, что дуб черешчатый лучше возобновляется на открытый и опушечных участках леса, чем в его глубине, что можно связать в первую очередь со светолюбием дуба.

Многие ученые пишут о влиянии на радиальный прирост дуба таких климатических показателей как температура и количество осадков. Так, К. З. Аминева, Р.В. Уразгильдин, А. Ю. Кулагин [10] отмечают, что величина радиального прироста дуба черешчатого изменяется под влиянием климатических факторов, таких как температура воздуха (максимумы прироста совпадают с периодами повышения температуры воздуха и наоборот минимумы с периодами ее понижения), а также от метеорологических данных в случае усиления степени промышленного загрязнения.

За последние 20 лет наблюдается рост заинтересованности в выявлении воздействия климатических показателей на толщину годовичных колец [74, 186, 194]. Согласно К.З. Аминева, Р.В. Уразгильдину и А. Ю. Кулагину [10], главными такими показателями являются температура и осадки.

Г.А. Зайцев [56] пишет о влиянии осадков на радиальный прирост дуба, подтверждая эти слова данными о положительной корреляции радиального прироста дуба с температурой в августе и отрицательной с температурой в октябре и осадками в апреле; в условиях контроля он отмечает отрицательную корреляцию с температурой в ноябре и осадками в сентябре.

В.Н. Киселев, Е.В. Матюшевская, А.Е. Яротов, П.А. Митрахович [68] пишут, наоборот, о низкой чувствительности дуба к изменчивости климатических факторов, однако обращают внимание на зависимость радиального прироста от солнечной радиации с запозданием на два года.

Н.В. Кныш и М.В. Ермохин [70] пишут о влиянии температур января, сентября и ноября предыдущего года и количества осадков ранней весной и летом на колебания радиального прироста дуба.

С.Е. Кучеров и А.А. Мулдашев [85] отмечают в районе своих исследований снижение радиального прироста, связанное с массовым размножением непарного шелкопряда и предшествующими этому размножению морозными зимами.

А.И. Миленин [105] пишет о том, что на радиальный прирост дуба влияют летние осадки; так, в насаждениях раннего дуба показатели прироста выше 100% в годы с количеством осадков 149 мм и выше, в случае же меньшего количества осадков индексы прироста всегда были ниже 100%.

Так же А.М. Миленин [106] замечает, что температура воздуха влияет на радиальный прирост дуба значительно меньше, чем атмосферные осадки.

Е.А. Пидоря [134] отмечает, что с увеличением атмосферных осадков повышаются и показатели радиального прироста дуба.

Р.Ю. Янбаев, А.Х. Садыков, А.Р. Исламгулов и Н.Н. Редькина [200] отмечают варьирование радиальных приростов дуба по годам в зависимости от изменения температуры и количества осадков.

Ю.П. Демаков и А.В. Исаев [47] пишут, что сильная вариация величины годичного радиального прироста дуба связана с высокой чувствительностью этой породы к изменениям условий среды и ее большими адаптационными возможностями.

А.А. Новак и Р.Р. Вицега [207] пишут о влиянии на радиальный прирост дуба черешчатого таких факторов как изменчивость климата и солнечная активность, что дает, по их мнению, возможность для прогнозирования жизненного состояния дуба.

Группа латвийских исследователей [206] отмечает корреляцию ширины годовичных колец дуба черешчатого с весенними температурами, температурой летнего периода прошлого года, количеством осадков в августе текущего вегетационного периода, при этом в зависимости от региона характер данной корреляции может меняться.

D. Davies, N. J. Loader [201] пишут о связи климатических показателей и площадь сосудов ранней древесины деревьев дуба черешчатого, произрастающих в Великобритании, но отмечают необходимость более глубокого исследования данной темы.

Группа ученых из Польши и Словакии [203] наоборот пишут об отсутствии зависимости ширины годовичных колец дуба черешчатого от климатических параметров.

Группа ученых из Сербии и Хорватии [211] при изучении анатомических характеристик волокон древесины дуба пришла к выводу о сильном влиянии гидрологических условий на размеры волокон древесины дуба.

Помимо вышеуказанных факторов на радиальный прирост дуба может оказывать влияние высота и возраст дерева.

О.В. Балун и А.С. Арсентьева [18] пишут о зависимости толщины годовичного кольца и возраста разных древесных пород, в том числе и дуба черешчатого.

А.Н. Белов и А.А. Белов [22] пишут, что толщина годовичных колец зависит от высоты на стволе, а степень снижения толщины годовичных колец в зависимости от высоты растет при объедании листвы насекомыми, а также при повышении температуры (особенно июльской).

А.М. Миленин [107] указывает на то, что вариация ширины годовичного кольца изменяется с возрастом следующим образом: наименьшая величина

вариации ширины годичного кольца наблюдалась им в 50 лет, в 70 лет коэффициент вариации ширины годичного кольца постепенно возрастал. Также А.М. Миленин отмечает, что с увеличением возраста дуба средняя ширина годичного кольца снижается.

Не менее важны сведения о зависимости радиального прироста дуба от лесорастительных условий.

А.Е. Горбачева [41] пишет о разном характере вариативности колебаний радиальных приростов дуба в разных типах лесорастительных условиях и выявляет лучшие лесорастительные условия для дуба.

Е.А. Орлик и А.И. Миленин [119] указывают на различия ширины годичных колец в насаждениях дуба разных лесорастительных условий, а также у дуба разных экотипов.

Ряд исследователей [65] отмечает влияние типа леса на показатели годичного прироста дуба черешчатого. В первую очередь, они связывают эту динамику с различиями в составе древостоя.

Все вышесказанное подтверждает то, что биология произрастающих в насаждении пород, экологические и климатические условия их роста, влияние болезней и вредителей и способ выращивания этих пород определяют характер взаимоотношения между ними и динамику этих взаимоотношений. Некоторые из перечисленных факторов – в особенности антропогенные – хорошо поддаются регулированию человеком [150]. Так, Д.Д. Лавриненко [86, 87] и А.Е. Дьяченко [52] выделили следующие варианты регулирования этих взаимоотношений человеком:

1. Размещением древесных пород на площади
2. Разновременным введением в создаваемое насаждение разных пород
3. Рубками ухода

Л.С. Савельева [158, 159] обращает внимание на ключевую роль влияния воздействия человека на формирование долговечных и устойчивых защитных лесных насаждений.

Некоторые авторы пишут о влиянии на радиальный прирост дуба промышленного и радиоактивного загрязнения окружающей среды.

Н.И. Вишневская, А.П. Водолажский и М.Т. Сериков [32] отмечают возрастание амплитуды колебания радиальных приростов по мере приближения к автомобильной трассе.

С.В. Щетинкин и Н.А. Щетинкина [195] указывают на наличие нарушений в динамике радиальных приростов дуба под воздействием радиации.

П.С. Дрыгина и А.Н. Водолажский [51] пишут о том, что при определенных уровнях загрязнения радиация оказывает влияние на радиальный прирост дуба, причем более сильное влияние оказало радиационное облучение в минимальной дозе, а не в максимальной.

Многие ученые обращают внимание на прямую связь между повышением уровня загрязнения окружающей среды и повышение показателей повышения радиального прироста. Однако данная динамика не является устойчивой и не продолжается длительное время. Некоторыми учеными отмечается, что при спаде показателей годичного прироста в условиях техногенного загрязнения, степени участия поздней древесины в годичном кольце возрастает. К.З. Аминева, Р.В. Уразгильдин и А.Ю. Кулагин [10] обращают внимание на высокую силу воздействия техногенного загрязнения на рост и развития дуба черешчатого на ранних стадия онтогенеза. Виргинильный период онтогенеза в таком случае проходит у дуба быстрее, однако на скорость прохождения других периодов онтогенеза техногенное загрязнение не влияет. Несколько иная динамика наблюдается при хроническом загрязнении. В этом случае на ранних стадиях онтогенеза динамика радиального прироста идет на спад и растет доля поздней древесины в составе годичных колец. Для генеративных растений в зоне хронического загрязнения может наблюдаться даже стимулирование прироста (в этом случае данный показатель может быть близок к динамике приростов при слабом загрязнении или в чистых (контрольных) условиях).

Группой польских ученых [202] отмечено улучшение роста дуба черешчатого после открытия завода по производству азотных удобрений. Данную

динамику они объясняют тем, что дуб хуже накапливает азот, чем растущая с ним сосна, что в свою очередь поспособствовало снижению конкурентного давления на дуб со стороны последней.

### **1.3 Взаимодействие дуба черешчатого и его спутников**

Трудно недооценить значение взаимоотношения древесных пород при создании защитных лесных насаждений. Без знаний о специфике этих взаимоотношений тяжело спрогнозировать дальнейшее развитие создаваемых насаждений и еще сложнее управлять этим развитием, нельзя обоснованно разработать схемы смешения и успешно выращивать биологически устойчивые и эффективные лесонасаждения. Размещение и сочетание древесных пород имеют исключительно важное значение. Так, неправильный подбор пород (даже при соответствии экологическим условиям произрастания) может приводить к образованию нежизнестойких и малоэффективных насаждений [150].

Г.Н. Высоцкий [34, 36] и Н.Н. Степанов [165] считали, что для объективной оценки правильности подбора пород следует использовать показатель жизнеспособности (биологической устойчивости) насаждения. Под этим термином они понимали способность сопротивления насаждения комплексу возможных отрицательных факторов, характерных для степных условий.

Некоторые ученые (В.А. Бодров [3], С.М. Вепалов [3], Б.И. Логгинов [92], В.Т. Николаенко [42]) несколько иначе трактуют данный термин. Они считают, что жизнеспособность является способностью насаждений к длительному произрастанию и возобновлению на занятой территории, а также противостоять возможным воздействиям болезней, вредителей и изменчивости климата в определенных лесорастительных условиях. Такого же мнения придерживается Л.С. Савельева [158, 159].

Известно, что лучшие показатели жизнеспособности демонстрируют те насаждения, в которых регистрируется наименьший уровень межвидовой конкуренции. В отличие от межвидовых взаимоотношений, внутривидовые

отношения протекают с меньшей остротой и ограничиваются борьбой представителей одного вида за важнейшие ресурсы, необходимые для их существования: влагу, пищу и свет. Вопросами межвидовой и внутривидовой конкуренции дуба в защитных лесных насаждениях занимались Е.Д. Годнев [39], В.Д. Огиевский [117], Ф.И. Травень [173, 174] и Ф.Н. Харитонович [187]. Если виды, входящие в состав насаждения, не соответствуют друг другу, то их взаимная конкуренция протекает с повышенной силой. Ввиду сложности и динамики межвидовых взаимоотношений у древесных растений исследователями выделяются различные их формы.

Так, В.Н. Сукачевым [167] была создана первая такая классификация, включающая в себя три группы возможных взаимоотношений:

1. Контактные взаимосвязи (коакции)
2. Трансбиотические
3. Трансабиотические

В дальнейшем свои классификации предлагали и другие ученые. В. М. Колесниченко [72] обратил внимание на противоречия среди предлагаемых разными авторами классификаций. Одни (П.С. Погребняк [136], Д.Д. Лавриненко, [86, 87]; А.И. Ахромейко [16]) отдают предпочтение тем или иным формам и игнорируют другие. А.А. Корчагин и Е.М. Лавренко [137], М.В. Марков [95] некоторые формы взаимного влияния уподобляют типу взаимоотношений. При опоре на это свое наблюдение В.М. Колесниченко была создана собственная классификация, включающая в себя следующие группы:

1. Генеалогические влияния – при опылении цветков.
2. Физиологические – срастание корней и организмов.
3. Биотрофные – потребление и возврат питательных веществ.
4. Биофизические – изменение физических факторов среды: света, тепла, влаги и др.
5. Механические – при охлестывании, давлении.
6. Биохимические – посредством выделения и поглощения летучих активных веществ – фитонцидов.

Все перечисленные формы взаимодействия могут проявляться в разные периоды жизни растений с разной силой или затухать вовсе. Характер изменения силы этих параметров и определяется спецификой межвидовых взаимоотношений и показывает важность комплексности взгляда на эту проблему. Вопросами взаимоотношений древесных пород занимались А.И. Ахромейко [16], Г.Н. Высоцкий [34, 35], А.Е. Дьяченко [52], М.В. Колесниченко [72], Г.Ф. Морозов [111], В.Т. Николаенко и др. [42], Е.С. Павловский [124], И.Н. Рахтеенко [151-154], Л.С. Савельева [158, 159], А.А. Шаповалов [190] и другие. Значительную часть этих исследований составляет изучение взаимовлияний дуба с другими породами. Существуют различные методы изучения взаимодействий растений: с использованием меченых атомов – А. И. Ахромейко [16], Д. Д. Лавриненко [86, 87], И.Н. Маяцкий [102], А.Е. Вербин [30]; ультрафиолетового излучения – И. С. Марченко [98, 99]. Используются биохимические методы – М.В.Колесниченко [72]. Однако, для изучения итогов взаимодействия древесных пород, как считают А.Е. Дьяченко [52] и Д.Д. Лавриненко [86, 87], обычный таксационный метод (примененный в наших исследованиях) является основным.

В засушливых условиях большое значение приобретает изучение корневых систем. Наряду с траншейным и скелетным методом наиболее результативным здесь является способ исследования корненаселенности Н.А. Качинского (метод монолитов) [66], впоследствии усовершенствованный И.Н. Рахтеенко [151-154], А.Я. Орловым [120] и др. Метод монолитов, как считает Д.Д. Лавриненко [86, 87], наиболее применим при изучении взаимодействия двух пород.

Исследования многих авторов богаты на конкретные примеры взаимодействия дуба с его спутниками. Согласно исследованиям С.Н. Кружилина [76], в первые годы своей жизни дуб черешчатый отстает в росте от своих спутников (клен остролистный, липа мелколистная). При узких (1,5 м) междурядьях вышеуказанные спутники создают верхушечное затенение, являющееся причиной выпадения дуба из насаждения.

Также Кружилин пишет, что в смешанных дубово-кленовых культурах при более широких (3 м) междурядьях наиболее критическим для дуба является



период с 11 до 20 лет – именно в этот период клен обгоняет дуб по высоте. Эта разница в высоте выравнивается только к 25 годам.

С.Н. Кружилин [76] не рекомендует создавать культуры дуба по древесному типу смешения со следующими породами: ясень ланцетный, орех черный, сосна крымская, т. К. при порядковом смешении возрастает конкуренция этих пород с дубом черешчатым, что в свою очередь негативно сказывается на жизнеспособности и устойчивости создаваемых культур. Лучшим спутником среди кустарников С.Н. Кружилин [76] считает свидину кроваво-красную.

С.Н. Кружилин [77] отмечает наличие конкуренции между дубом и ясенем при их смешении рядами. Следствием этой конкуренции являются низкие показатели роста дуба. Ряды кустарника между дубом и ясенем решают эту проблему, ослабляя конкуренцию между этими двумя породами. Однако, после выпадения кустарника к 30–40 годам конкуренция между дубом и ясенем резко возрастает, что негативно сказывается на устойчивости насаждений.

С.Н. Кружилин [78] выделяет в качестве лучших спутников дуба следующие виды: клен остролистный, клен полевой, липа мелколистная, липа крупнолистная. Их наличие в составе насаждения предотвращает задержание почвы и способствует сохранению в ней большего количества влаги. В условиях Д 1 клен при смешении с дубом обгоняет последний в росте. Однако, начиная с 21 года, интенсивность роста клена снижается, а к 34 годам дуб обгоняет его по высоте.

Рядом авторов [45] было установлено, что при отсутствии рубок ухода (особенно в крайних рядах) в лесных полосах с дубом и кленом в составе искривляется форма стволов и снижаются показатели роста главной породы (дуба).

И.И. Ревяко [155] выделяет в качестве лучших спутников дуба черешчатого в условиях Нижнего Дона следующие породы: клен остролистный, липа мелколистная, кизил, свидина кроваво-красная, жимолость татарская.

А.И. Разаренов и С. В. Кабанов [149] обращают внимание на отставание дуба черешчатого от своих спутников (вяза гладкого и клена остролистного) по

высоте в первые 20 лет своей жизни. Текущий прирост по высоте у дуба начал превышать таковой у вяза и клена только к 25 годам.

Для условий Д 1 – 2 А.И. Разаренов и С. В. Кабанов [149] выделяют клен остролистный в качестве более предпочтительного спутника для дуба черешчатого по сравнению с вязом гладким и кленом ясенелистным, отмечают [139], что значения запаса фитомассы в чистых дубовых насаждениях превышают таковые в смешанных насаждениях.

А.И. Разаренов выявил [150], что дуб в смешении с клёном остролистным за счет хорошего отенения почвы клёном, а также удобного взаиморасположения корней (глубокостержневая корневая система дуба и поверхностно-стержнево-якорная корневая система клёна находятся на разной глубине, что исключает угнетающее воздействие этих пород друг на друга) показывает лучшее развитие как в корневой, так и в надземной своей части в условиях Д 1-2.

Исследования Е.С. Павловского [127], А.А. Шаповалова [191] подтверждают вышесказанное.

Ряд исследователей хорошим спутником дуба на обыкновенных черноземах считают также ясень ланцетный [101, 175]. Несмотря на более интенсивный рост ясеня по сравнению с дубом в первые 10 лет [48, 150], как в подземной, так и в надземной его части, к 20 годам их показатели роста выравниваются. Боковое отенение ясенем дуба положительно сказывается на его росте. Ажурность кроны ясеня и относительно небольшое превышение его по высоте в первые годы роста ПЗЛП обуславливает отсутствие в дубово-ясеновых насаждениях острой межвидовой конкуренции в надземной части. Различное расположение корней дуба и ясеня по горизонтали в толще почвогрунта исключает неблагоприятные взаимовлияния корневых систем, особенно при широких междурядьях [150]. Интересны также взаимоотношения дуба с вязом. В литературе отмечается, что в полезащитных лесных полосах вяз оказывает достаточно сильную конкуренцию дубу как в надземной [15, 100], так и в подземной части [148].

Д.В. Михин и О.В. Трегубов [110] обращают внимание на влияние лесокультурных приемов создания лесных полос и их положения в рельефе на

показатели роста дуба черешчатого в полезащитных лесных полосах. Также они отмечают изменение показателей роста дуба черешчатого в зависимости от его нахождения в центральном или опушечном ряду.

О.В. Грибачева, А.И. Чернодубов и Д. В. Сотников пишут [45] о необходимости проведения рубок ухода и мониторинга за болезнями и вредителями для лучшего роста дуба черешчатого. Также ими отмечается польза рубок реконструкции при выведении дуба черешчатого в первый ярус.

В.Д. Тунякин, Н.В. Рыбалкина и Л.М. Шеншин [177] отмечают что, высокая концентрация большого количества деревьев дуба черешчатого в узкой лесной полосе на малой площади приводит к ранней конкуренции за надземное пространство, в следствие чего повреждается снижается жизнеспособность не только отстающих в росте, но и вышедших в лидеры деревьев.

Н.В. Примаков [145] обращает внимание на необходимость проведения рубок ухода для поддержания агрономической эффективности полезащитных лесных полос Краснодарского края (в т.ч. полос с участием дуба черешчатого). В некоторых случаях он также рекомендует для улучшения экологического состояния и повышения мелиоративного эффекта проводить реконструкцию лесополос.

К похожему выводу приходит и Д.К. Сучков [170], отмечая необходимость восстановления и устройства новых защитных лесополос.

С.Н. Кружилин [77] обращает внимание на то, что в дубово-ясеневых культурах в условиях черноземной зоны степи юга России при полутораметровых междурядьях начиная с 9 лет ряды ясеня создают верхушечное затенение рядов дуба. Увеличение ширины междурядий до 3-х метров не решает полностью указанную проблему. Однако добавление свидины кроваво-красной между дубом и ясенем предотвращает заглушение дуба со стороны ясеня. Также С.Н. Кружилин [76, 78] указывает на то, что нахождение дуба во втором ярусе при порядовом смешении с кленом не отражается негативно на его росте при ширине междурядий равной 3 м.

При смешении чистыми рядами с кленом татарским дуб черешчатый растет в высоту хуже, чем при таком же смешении с кленом остролистным.

С.Н. Кружилин [77] отмечает положительное влияние на приросты дуба следующих показателей: процент участия в составе насаждения, происхождение посадочного материала, почвенные условия, условия увлажнения и тип смешения пород.

А.В. Баландин и В.И. Михин [17] считают, что на рост и состояние дуба черешчатого в полезащитных лесных полосах на черноземе выщелоченном оказывает влияние параметры этих лесных полос и подбор спутников для дуба. Ими отмечается, что введение сопутствующих пород и кустарников для дуба положительно сказывается на его росте и состоянии. В качестве положительно влияющих на показатели роста дуба спутников они выделяют яблоню, акацию желтую и ясень. Отдельно отмечается, что смешанные защитные лесные насаждения из дуба черешчатого с ясенем и акацией желтой в возрасте от 27 до 36 лет имеют лучший рост по сравнению с чистыми по составу дубовыми полосами.

Ф.И. Травень [173] отмечает благоприятное влияние кустарников на произрастающие рядом древесные породы (в том числе на дуб черешчатый) благодаря создаваемому ими затенению почвы, которая в свою очередь затрудняет рост степной растительности. О важности наличия кустарников в дубовых лесополосах также писал Г.Н. Высоцкий [34, 35], обращая внимание на то, что низкорослые кустарники защищают главную породу (дуб) от агрессивной конкуренции со стороны степной растительности, при этом не затеняя молодые светолюбивые растения дуба, следовательно, не мешая его росту. Об успешном опыте применения кустарников между рядами дуба и сопутствующих пород также писал Н.А. Сидельник [162].

Ф. Н. Харитонович [186] выделяет рост устойчивости дуба черешчатого при порядковом способе смешения с кустарниковыми породами (скумпией, бересклетом, жимолостью, бирючиной, смородиной золотистой, акацией желтой); древесными породами (кленом остролистным, ясенем ланцетным, липой мелколистной) на обыкновенных черноземах. Такие породы, как ясень

обыкновенный, береза повислая, робиния лжеакация, тополя и ильмовые наоборот продемонстрировали низкую степень устойчивости, а, следовательно, и более плохое состояние дуба черешчатого в их составе.

В.Д. Тунякин и Н.В. Рыбалкина [177] отмечают возможность сохранения дуба черешчатого в условиях юго-востока Воронежской области в качестве главной породы в лесных полосах под пологом березы повислой.

А.С. Чеканышкин [189] также обращает внимание на влияние сочетания древесных пород в лесных полосах на рост и состояние дуба черешчатого. Так, дуб давал лучшие приросты по высоте и диаметру в прерывистых лесных полосах блочной посадки по сравнению с дубом в лесных полосах сплошной рядовой посадки.

Также А.С. Чеканышкин [189] обращает внимание на необходимость соблюдения необходимых рубок ухода для поддержания роста и жизнеспособности дуба черешчатого в лесных полосах.

В.И. Ерусалимский, А.А. Власенко [54] отмечают отрицательное влияние на раннем этапе жизни культур ясеня ланцетного на рост дуба черешчатого при их порядном смешении. В целях борьбы с этим отрицательным влиянием ими предлагается проводить не менее чем двукратное прореживание рядов ясеня.

В.И. Ерусалимский, А.А. Власенко [54] отмечают, что при правильном уходе ясень ланцетный является удачным спутником для дуба. М.В. Колесниченко [73] пишет, что ясень ланцетный не имеет себе равных среди спутников дуба на темно-каштановых почвах.

Ряд ученых обращает свое внимание на важность правильного выбора способа смешения дуба и ясеня. Так, Ф.С. Барышман [21] и А.А. Кулыгин [84] обращали внимание на неправильность создания культур дуба с порядовым смешением с ясенем в виде спутника. Другими исследователями обращалось внимание на то, что при размещении дуба большими биогруппами [173], при применении широких междурядий (трехметровых вместо полуметровых) [53], при отделении рядов дуба от рядов ясеня рядами других сопутствующих пород при регулярном проведении уходов [86, 87] – создание защитных лесных

насаждений из дуба с ясенем в спутниках вполне допустимо. Также существует мнение [37, 84], что в качестве буфера между дубом и ясенем следует использовать кустарниковые, а не древесные породы, т. к. кустарники не способны усиливать негативное влияние ясеня на дуб.

Как и ясень ланцетный, при своевременном прореживании клен остролистный защищает почву междурядий от задернения и положительно влияет на рост дуба черешчатого.

В.И. Турусов, А.С. Чеканышкин и А.А. Лепехин [178] отмечают, что первоначальный процент участия дуба черешчатого в насаждениях является значительным фактором для роста и развития последнего.

Также, В.И. Турусов, А.С. Чеканышкин и А.А. Лепехин [178] обращают внимание на лучшие условия роста для дуба черешчатого на плакорных условиях по сравнению со склоновыми.

В.И. Турусов, А.С. Чеканышкин и А.А. Лепехин [178] обращают внимание на необходимость регулярного проведения рубок ухода с целью поддержания хороших условий роста для главной породы (дуба).

В.И. Михин и Е.А. Михина [108] обращают внимание на положительное влияние участия в составе дубовых лесных полос акации желтой на высоту, диаметр, приросты и сохранность дуба черешчатого. Также, В.И. Михин и Е.А. Михина [108] отмечают увеличение на 10% высоты центральных рядов дуба черешчатого по сравнению с опушечными при одновременном уменьшении диаметра на 14%.

А.А. Мартынюк, Т.Я. Турчин, И. Я. Чеплянский и А.К. Кулик [97] связывают положительное влияние на санитарное состояние дуба черешчатого с его произрастанием вместе со вторым ярусом подгонных пород – клена остролистного и липы мелколистной.

О.В. Грибачева [46] отмечает, что без мер по содействию возобновлению в полезной лесной полосе может произойти смена дуба черешчатого на иные лиственные породы, в первую очередь на клен. Несвоевременность рубок ухода в таких лесных полосах может приводить к затенению дуба кленом. Также О. В.

Грибачева [46] обращает внимание на негативное влияние терна колючего на рост дуба черешчатого в лесных полосах.

М.Ю. Сауткина, Н. Ф. Кузнецова и В.Д. Тунякин [160] обращают внимание, что на биометрические показатели дуба черешчатого влияют мезорельеф, условия и место произрастания, состав смешения и густота главной и сопутствующих пород в насаждениях. Также, М.Ю. Сауткина, Н. Ф. Кузнецова и В.Д. Тунякин [160] обращают внимание на необходимость проведения лесоводственных уходов с целью удаления из состава быстрорастущих пород., подавляющих рост самосева дуба черешчатого. Эти меры исключают возможность препятствования естественному возобновлению главной породы (дуба).

В.Д. Тунякин и Н.В. Рыбалкина [176] отмечают положительную роль регулярных рубок осветления осветления дуба.

М.В. Драпалюк, В.Ю. Заплетин, О. М. Корчагин [50] обращают внимание на недостаточный объем проводимых в отечественной и зарубежной науке исследований, посвященных изучению динамики корневых систем разных древесных пород, в частности – дуба.

По данным Западной ассоциации лесной генетики, исследованию корневых систем посвящено всего 2 % работ [209].

В собственных исследованиях М.В. Драпалюк, В.Ю. Заплетин и О.М. Корчагин [50] выделяют следующую особенность корневой системы дуба: в случае повреждения по тем или иным причинам главного (стержневого) корня ось роста повреждённого корня изменяется, а стержневой характер корневой системы дуба восстанавливается.

Е.Н. Кулакова и А.И. Чернодубов [83] пишут о преимуществе дуба черешчатого по росту и продуктивности над ясенем обыкновенным в условиях предгорий Карачаево-Черкесской Республики.

В.Ю. Кулаков и С.М. Матвеев [81] отмечают, что на склонах разных экспозиций Западного Кавказа между дубом черешчатым и грабом кавказским в молодом возрасте обостряется межвидовая конкуренция, приводящая к вытеснению дуба в ходе сукцессионного процесса

Н.Г. Берлин и Д.А. Маштаков [26] обращают внимание на то, что в 35-летнем возрасте дубово-ясеневая лесная полоса дала больший объем фитомассы, чем дубово-вязовая, что говорит о том, что ясень является более предпочтительным спутником для дуба.

М.В. Герасименко и И.В. Соколовский [37] отмечают необходимость при формировании насаждений дуба удалять господствующие деревья липы для предотвращения ее угнетающего воздействия на дуб.

В.В. Чеботарева, П.А. Чеботарев и В.Г. Стороженко [188] обращают внимание на необратимость происходящих в лесостепной зоне трансформаций дубовых древостоев в лиственные насаждения без участия дуба. Единственной возможностью сохранения дуба они видят в его искусственном воспроизводстве семенным путем.

Некоторыми учеными отмечают, что для некоторых условий может быть предпочтительным выращивание чистых насаждений дуба черешчатого. Так, примером успешного введения чистых дубовых насаждений в культуры может послужить опыт Харьковской области [102], в которой был выявлен лучший рост чистых культур дуба в сравнении с культурами дуба в смешении с кустарниками. Также, чистые культуры дуба создавались на юго-востоке России [101, 105, 159] на черноземах южных, темно-каштановых, каштановых и светло-каштановых почвах. Опыт создания чистых культур дуба в Сальской степи на темно-каштановых почвах подтверждает положительный опыт юго-востока России [67]. Некоторые ученые также пишут о превосходстве и повышенной устойчивости чистых насаждений дуба над смешанными на солонцеватых почвах [55], а также в полупустынных условиях [80, 97].

Ряд исследователей [82] выделяют в качестве одной из наиболее подходящих пород-спутников для дуба черешчатого и клена остролистного вяз приземистый, отмечая антагонизм между ясенем пенсильванским и вязом приземистым.

Также некоторые исследователи [96, 97] отмечают высокие показатели устойчивости и состояния дубовых лесных насаждений, входящих в состав ГЗЛП



Воронеж — Ростов в смешении с такими спутниками, как клен, ясень и липа. Данные участки этой государственной лесной полосы создавались на обыкновенных черноземах по древесно-теневому и комбинированному типу, из пород-спутников в данных лесных полосах формировался жизнеспособный и устойчивый подрост.

П.В. Сидаренко, В.В. Засоба, Э.Н. Богданов, Ланцева Н.Н. и Д.С. Скрынников [161] считают, что биологическая продуктивность дуба черешчатого зависит от видового состава древесных пород, лесопатологического состояния деревьев и проводимых лесохозяйственных мероприятий. Также ими отмечено наибольшая биологическая продуктивность в смешанных древостоях с преобладанием дуба черешчатого и желтой акации и наименьшая биологическая продуктивность в смешанных насаждениях с преобладанием ясеня ланцетного.

Н.Г. Берлин, С. В. Кабанов, Д.А. Маштаков [25] отмечают, что диаметры стволов деревьев, произрастающих в лесных полосах, оказывают воздействие на вертикальную структуру надземной фитомассы. У высоких деревьев с большим диаметром большая часть фитомассы концентрируется в средней части дерева, а у более низких деревьев с меньшими диаметрами большая часть фитомассы располагается в нижней их части. Также ими отмечается влияние породы-спутника на форму кроны дуба в лесных полосах. Так, в лесных полосах с ясенем дуб имеет более низкоопущенную крону, чем в лесных полосах с вязом.

А. В. Попов и Н. В. Рыбалкина [141] отмечают, что насаждения с преобладанием клена остролистного и дуба черешчатого являются наиболее устойчивыми к экстремальным климатическим изменениям в условиях Каменной Степи. В качестве наиболее перспективных пород для создания защитных лесных насаждений выделяют дуб черешчатый, ясень ланцетный, клен остролистный.

В. Ф. Решетников и К. М. Сторожишина [156] отмечают наличие интенсивного роста клена в дубово-кленовых насаждениях до 40-50 лет с дальнейшим его переходом под полог дуба.

А.Д. Буштынов [3] подтверждает вышесказанное своими наблюдениями.

Благодаря своей теневыносливости клен способен длительное время существовать под пологом дуба.

#### **1.4 Основные методы изучения продуктивности камбия**

Камбий, согласно В.И. Полонскому и Т.В. Карпюк [140] является вторичной образовательной тканью как голосеменных, так и покрытосеменных растений и имеющий вид тонкого цилиндрического слоя клеток. Деятельность камбиальной ткани обуславливает годовые приросты древесины, что, в свою очередь, вызывает интерес к изучению продуктивности данной ткани не только в теоретическом, но и в прикладном плане.

Наиболее точным способом узнать продуктивность камбия растения является сбор образцов камбиальной ткани для дальнейшего изучения под микроскопом [205]. Образцы зрелой ткани для таких исследований собирают при помощи специальных инструментов на высоте 1,3 м, после чего подвергают окрашиванию крезильным прочным фиолетовым (0,5 % водный раствор) с дальнейшим помещением в глицерин или глицерин-желатину [12]. После вышеописанной обработки исследователем при помощи светового микроскопа при стократном увеличении определяется общее количество клеток в камбиальной зоне с оглядкой на следующую закономерность: каждое деление камбиальной клетки дает две клетки ксилемы или флоэмы (проводящей ткани), которые в свою очередь делятся на четыре клетки ксилемной/флоэмной ткани [11].

Похожий метод предлагает П.А. Аксенов [8]. Его отличие от предыдущего метода заключается в использовании в качестве образцов для исследования поперечных спилов стволов древесных пород, проходящих довольно тщательную предварительную обработку. Поперечные спилы предварительно высушивают и шлифуют, после чего под микроскопом измеряются в четырех направлениях величины радиальных приростов, а сам спил разделяется на узкоугольные секторы. После проделанных манипуляций спил размягчается в

спиртоглицериновой смеси, после чего из него изготавливаются и окрашиваются микропрепараты для дальнейшего подсчета и измерения камбиальных клеток.

А.В. Тихомиров [172] предлагает оценивать продуктивность камбиальной ткани через измерение под бинокулярной лупой радиальных приростов ранней и поздней древесины на спилах и кернах

Однако, несмотря на свою высокую точность – микроскопические методы определения активности камбия являются крайне трудоемкими и требуют наличия специальных инструментов и реактивов, а также достаточно высокой квалификации исследователя.

Более простым является метод определения продуктивности камбия, разработанный С.С. Пятницким [60]. Необходимые для расчетов параметры при данном методе берутся из спилов модельных деревьев. Построен этот метод на подсчете отношения между текущим приростом дерева по объему и средней площади камбия в исследуемом году. Основываясь на этом отношении С.С. Пятницкий вывел следующую формулу [60]

$$ПК = \frac{\sum d_n^2 - \sum d_{n-1}^2}{2(\sum d_n + \sum d_{n+1})}, \quad (1)$$

где  $ПК$  – продуктивность камбия,  $дм^3/м^2$ ,

$d$  – диаметр обрубка ствола модельного дерева, см.

Ввиду громоздкости расчетов по данной формуле и трудоемкости работы со взятием моделей, данный метод был усовершенствован А.И. Разареновым [147, 150], который вывел следующую формулу

$$ПК = 1,68h + 3,65d - 0,05, \quad (2)$$

где  $ПК$  – продуктивность камбия, отношение прироста древесины по объему за некоторый период времени к площади поверхности камбиальной ткани,  $дм^3/м^2$ ;

$h$  – средний прирост по высоте, м;

$d$  – средний прирост по диаметру, см.

Выгодной особенностью данного способа является небольшое количество параметров для расчета продуктивности камбия и участие в этих расчетов такого параметра как высота.

Минусами методов С.С. Пятницкого и А.И. Разаренова является необходимость взятия модельных деревьев в первом случае, и необходимость – при расчете продуктивности камбия в ретроспективе – многолетнего сбора данных во втором. Таким образом, разработка усовершенствованного и простого метода расчета продуктивности камбия, позволяющего проследить многолетнюю его динамику при оставлении дерева на корню – является важной и актуальной для отечественной науки задачей.

### ***Выводы по главе 1***

1. Установлено, что от принятого способа выращивания защитных лесных насаждений зависит динамика развития ростовых показателей дуба черешчатого, характер его взаимодействия с другими породами, устойчивость и жизнеспособность как дуба, так и насаждения в целом. Все существующие способы выращивания полезащитных лесных полос с дубом имеют как свои недостатки, так и преимущества, поэтому выделение универсального способа является затруднительным.

2. Значительная часть исследований, посвященных влиянию способов выращивания защитных лесных насаждений на ростовые показатели дуба черешчатого, проводилась в относительно молодых насаждениях. Современных исследований, которые бы касались изучения ростовых показателей дуба в более старых защитных лесных насаждениях достаточно мало.

3. Определено, что на рост дуба черешчатого в полезащитных лесных полосах оказывают влияние различные факторы: климат, рельеф, состояние окружающей среды, свет, генетика и возраст изучаемой породы, способ выращивания насаждений и проводимые в них мероприятия. Некоторые ростовые

показатели, такие как высота и диаметр ствола могут зависеть друг от друга. Все это необходимо учитывать при выращивании защитных лесных насаждений.

4. Выявлено, что наличие или отсутствие пород-спутников в составе насаждения способно оказывать влияние на показатели роста дуба черешчатого. При этом характер взаимодействия между дубом и его спутниками может быть разным, в зависимости от принятой в насаждении ширины междурядий и других условий. Влияние основных пород-спутников дуба на его ростовые показатели в условиях степи Донской равнины изучены слабо и требует более тщательного изучения.

5. Существующие методы определения продуктивности камбиальной ткани древесных пород отличаются высокой трудоемкостью (т.к. требуют взятия модельных деревьев), а в некоторых случаях требуют наличия у исследователя специализированных инструментов и реактивов. Разработка усовершенствованного и простого метода расчета продуктивности камбия, позволяющего проследить многолетнюю его динамику при оставлении дерева на корню – является важной и актуальной для отечественной науки задачей.

## Глава 2 Природно-климатические условия и методика исследований

### 2.1 Природно-климатические условия района исследований

*Местоположение и площадь.* Саратовское Правобережье располагается на Приволжской возвышенности и Донской равнине, занимая западную часть области. Общая площадь Правобережья – 4,64 млн га, включает 19 административных районов. Границы: на севере – с Пензенской и Ульяновской областями, на востоке – Саратовским Заволжьем, на юге – с Волгоградской, на западе – с Воронежской и Тамбовской областями. Территории хозяйств, где изучались полевые участки (СХПК «Индустриальный» Екатериновского района и бывший совхоз «Искра» Романовского района) по физико-географическому делению входят в Хоперско-Медведицкий район Донской провинции степной зоны.

*Климат.* Характерной чертой климата района исследований является его засушливость и исключительное непостоянство погодных условий по годам. Рассмотрим важнейшие факторы климатообразования, используя при этом данные следующих метеостанций (приложение А): Аткарск, Ростоши, Балашова [135].

*Температура воздуха.* Залогом хорошего развития и роста любых растений является длительность вегетационного периода и количество обеспеченных теплом дней в году. Максимальный показатель средней температуры воздуха приходится на июль (от 20,4 до 20,9 °С), а минимальный – на январь (от -11 до -12,2 °С). Динамика средних месячных температур воздуха в годы исследования представлена на рисунке 2.1.

Климат района исследований континентальный, при амплитуде колебаний температуры до 83 °С, абсолютный годовой минимум опускается до -42 °С, а абсолютный годовой максимум поднимается до 41 °С. Весна начинается 3–5 апреля, зима – 5–7 ноября. Вегетационный период длится от 182 до 186 дней [1, 2].

Средние даты весенних заморозков приходятся на 5–7 мая по Аткарску и на 26 апреля по Балашову. Безморозный период района равен 141–156 дням, с большим колебанием по годам; от 100 до 175 дней по Аткарску и от 121 до 184 дней по Балашову [1, 2, 135]. Заморозки на почве обычно начинаются раньше и кончаются позднее, чем в воздухе, поэтому безморозный период здесь короче и равен 127 дням.

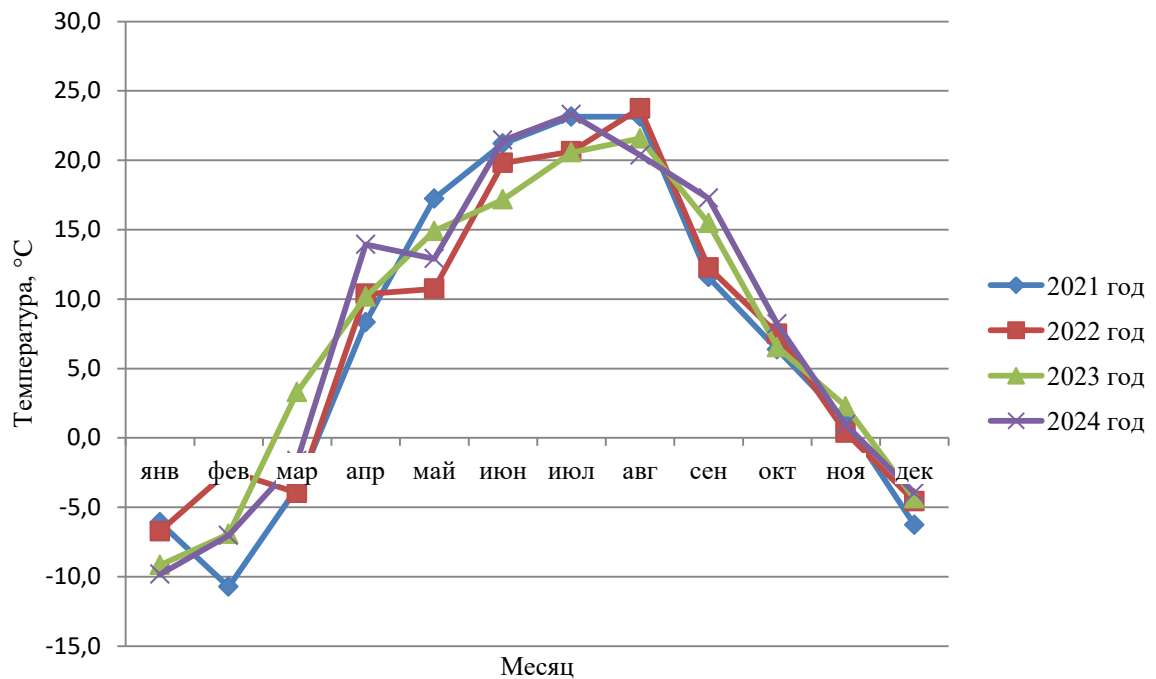


Рисунок 2.1 – Распределение количества осадков по месяцам в годы исследования

Средняя глубина промерзания почвы на конец зимы равна 102 см. В заключение следует отметить, что температурный режим района исследований очень однороден, с небольшой тенденцией увеличения тепла с продвижением на юг района и континентальности на восток [1, 2].

*Осадки.* В условиях засушливой степи атмосферные осадки имеют исключительно важное значение. Количество их и режим определяют влагообеспеченность растений в данных условиях. Распределение осадков по сезонам крайне неравномерно: 2/3 из годового количества выпадает в теплое время года и лишь около 1/3 приходится на долю твердых осадков, выпадающих в холодный период. Сравнивая сумму осадков и продолжительность их выпадения, можно выявить такую закономерность: наименьшую сумму осадков и

продолжительность (575 часов) осадки имеют в холодный период и, наоборот, наименьшую продолжительность (268 часов) и наибольшую сумму (294 мм) – в теплый период (195 мм) Летом осадки выпадают в виде ливней, что существенно снижает их достоинство. Другой характерной особенной особенностью осадков является их неравномерность по годам [1, 2, 150].

Динамика количества средних месячных осадков в годы исследования представлена на рисунке 2.2.

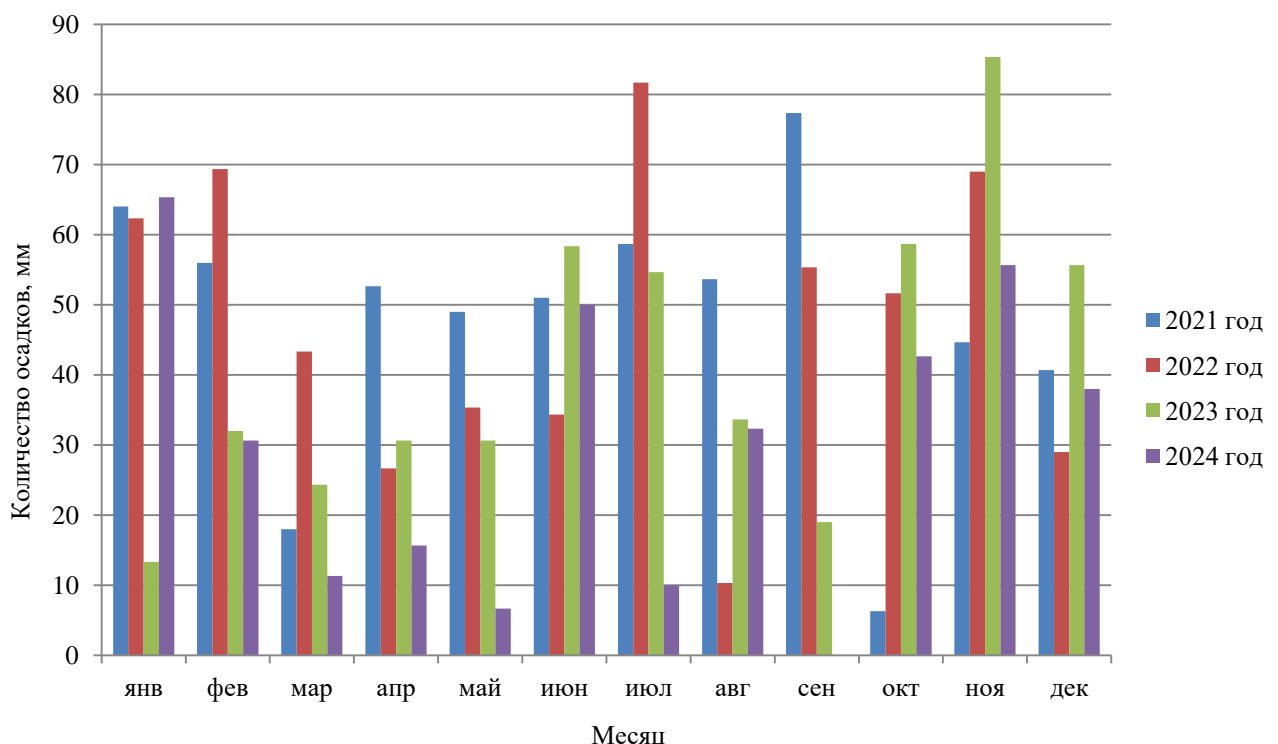


Рисунок 2.2 – Распределение количества осадков по месяцам в годы исследования

Снеговой покров в районе исследования появляется в середине ноября, а сход – в начале апреля. Снег в исследуемом районе лежит от 4,5 до 5 месяцев. Высота снежного покрова в среднем составляет 26–27 см, хотя в зависимости от характера года размах этого параметра может составлять от 8 до 47 см. Наличие в районе сильных метелистых ветров вызывает перераспределение снега по площади. Большая часть его оказывается в оврагах, балках, лесополосах плотной конструкции, меньшая – на полях. Лесные полосы продуваемых конструкций в



комплексе с агротехническими мерами должны успешно решить вопрос равномерного распределения снега на полях [1, 2, 150].

Важным показателем, по которому можно судить о степени увлажненности района является гидротермический коэффициент (ГТК). Значения этого показателя имеют свою градацию, по которой можно судить о влажности того или иного года. Годы с ГТК ниже 0,5 являются *сухими*; от 0,5 до 0,7 – *засушливыми*; от 0,7 до 1,0 – годами с *недостаточным увлажнением*; от 1,0 до 1,3 – *обеспеченными* и, наконец, годы, когда значение ГТК выше 1,3 считаются годами с *избыточным увлажнением*. Динамика ГТК за последние 20 лет представлена на рисунке 2.3.

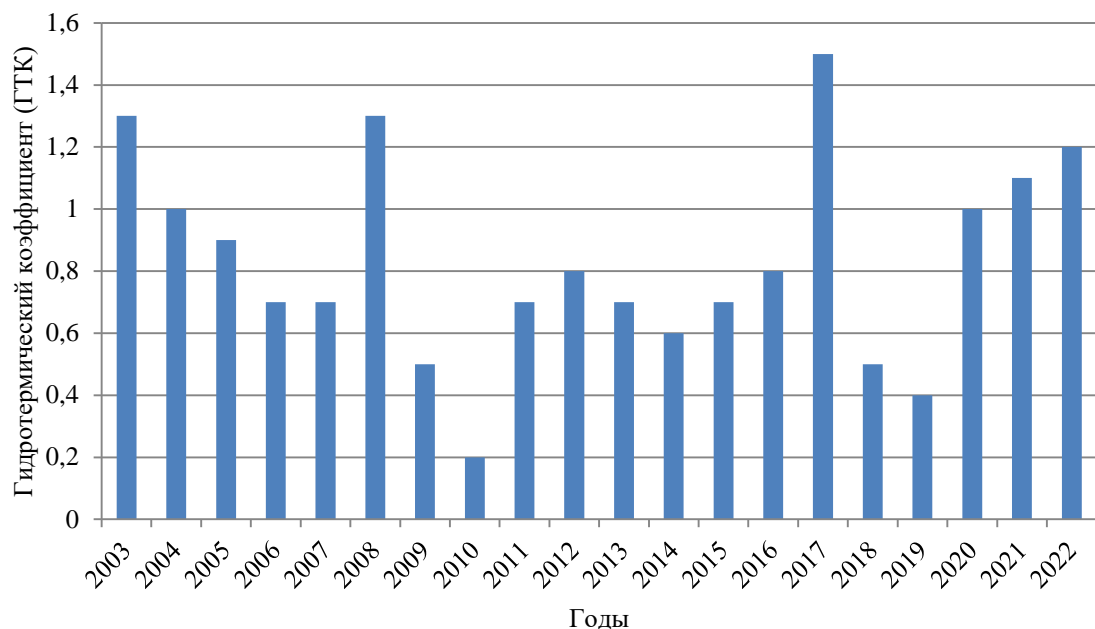


Рисунок 2.3 – Значения гидротермического коэффициента за 2003-2022 год

По рассчитанному ГТК за период с 2003 по 2022 год, два года (2010 и 2019) были сухими, три года (2009, 2014 и 2018) – засушливыми и восемь лет (2005-2007, 2011-2013, 2015-2016) имели недостаточное увлажнение. Таким образом, 13 из 20 исследуемых лет имело низкие показатели влажности.

*Относительная влажность воздуха.* Влажность воздуха является одним из важнейших климатических показателей. Для района исследований этот показатель в среднем за год демонстрирует уровень в 61–68% при снижении

летом до 41–44 % [1, 2, 150]. Число дней в году с влажностью в 30 % и ниже равно по Аткарску 48 дням, по Балашову - 42 дням [135]. Наибольшая повторяемость таких дней приходится на май - 11–18 дней, на июнь - 8–9 дней, на июль и август - по 6–7 дней. Низкая относительная влажность воздуха (ниже 30%) – непереносимое условие атмосферной засухи. Отсюда видно, насколько велика подверженность данного района действиям неблагоприятных явлений погоды.

*Ветер.* С продвижением на юг скорость ветра растет, что объясняется увеличением барических градиентов в этом направлении. Наибольшие скорости ветра наблюдаются в зимние месяцы, наименьшие - в летние. Преобладающие направления ветра для исследуемого района – южное, юго-восточное и юго-западное. Ветер здесь способен достигать скорости до 25 м/с, при этом число дней в году с сильным ветром (сильным ветер считается начиная с 15 м/с) может колебаться от 19 до 35 м/с. В отдельные годы число дней с суховеями различной интенсивности может достигать 60–75. Наиболее опасны интенсивные засухи и суховеи во время налива зерновых (фаза молочной спелости) при содержании влаги в почве в слое от 0-10 см не более 10 мм [1, 2, 150].

*Геоморфология и рельеф.* Хоперско-Медведицкий район расположен в междуречье Медведицы и Хопра, Хопра и Вороны и в геоморфологическом отношении представлен нежнемеловыми и верхнемеловыми породами, в некоторых местах выходящими на дневную поверхность. С поверхности эти породы покрыты отложениями днепровского оледенения. Юго-западные участки района сложены неогеновыми песчано-глинистыми породами, северо-восточные – палеогеновыми, покрытыми сверху покровной глиной [1, 2, 150].

Рельеф района пологоволнистый, ступенчато понижающийся к югу и западу. Хоперско-Медведицкий район большей своей частью расположен на одноименном водоразделе, который расчленяется речками Каменка, Мелик, Аркадак, Елань, Терса на плосковерхие боковые водоразделы второго и третьего порядков с пологими склонами. Глубина местных базисов эрозии – 100-140 м, что обусловило довольно сильное развитие эрозионных процессов в районе. С продвижением на юг водоразделы становятся уже, гидрографическая сеть – гуще.

Овраги и балки здесь нередко используются для прудов и водоемов и закрепляются овражно-балочными насаждениями [1, 2, 150].

*Почвы.* Основными почвообразующими породами района являются покровные глины, механический состав которых на 97-99 % глинистый и тяжело-суглинистый. Содержание частиц меньше 0,01 мм (физ.глина) достигает 64 %, а частиц от 1 до 0,25 мм (песка) – не превышает 1 %, за исключением аллювиальных отложений. Все это обусловило развитие здесь почв, однообразных по гранулометрическому составу, глинистых и тяжелосуглинистых, что не позволяет расширить ассортимент древесно-кустарниковых пород [150]. Исследуемые нами лесные полосы и прилегающие к ним поля расположены на возвышенных широких плато и имеют исключительно однообразный рельеф и почвенные условия, о чем свидетельствуют описания почвенных разрезов и результаты анализов этих почв (приложение Б).

Мощность гумусового горизонта этих почв – 49-56 см. Вскипание от соляной кислоты – с 65-73 см. Карбонаты начинаются с 77-83 см. Гумуса в горизонте А содержится от 6,3 до 7,6, Ph водной вытяжки – 7,1-7,7. Гранулометрический состав по Качинскому [66] – легкая глина. Однородность почвенных и, как выяснилось выше, климатических условий дает возможность сравнивать и выявлять закономерности в росте древесных пород. Данные почвенные условия образуют сухой дубравный тип условий местопроизрастания – Д по эдафической сетке П.С. Погребняка [136].

По типологии А.Л. Бельгарда [23] – это суховатые суглинки (СГ). Пользуясь классификацией почв по их лесорастительным условиям, почвы района исследований относится к 1 группе лесопригодности – как почвы, древесных пород, обеспечивающие нормальное развитие.

Таким образом, почвенно-климатические условия района исследований могут считаться пригодными для получения высоких урожаев сельскохозяйственных культур. Однако, засушливость климата представляет проблему для ведения хозяйственной деятельности. Защитные лесных насаждений и мелиорация земель способствуют накоплению и сбережению влаги

в почве, повышая тем самым устойчивость урожаев и эффективность сельскохозяйственных угодий района исследования.

## **2.2 Краткая характеристика объектов исследования**

Екатериновский район образован в 1929 году. Район расположен в северо-западной части Приволжской возвышенности Саратовской области на правом берегу Волги и частично в пределах Донской равнины. Координаты района: 44°10′–44°55′ восточной долготы и 55°40′–52°30′ северной широты. На юге граничит с Калининским районом, на западе - с Ртищевским и Аркадакским районами, севере – с Сердобским районом Пензенской области, на востоке с Петровским и Аткарским районами. Екатериновский район является одним из крупных в области. Площадь района в административных границах составляет 3035 км<sup>2</sup>[132].

В геоморфологическом отношении район расположен в пределах Донской равнины и отчасти на западном склоне Приволжской возвышенности. Рельеф территории района представляет собой равнинную, слегка всхолмленную поверхность, в разной степени расчленённую эрозионной сетью. Общие понижение поверхности отмечается с юга на север.

Склоны водоразделов имеют преобладающие уклоны от 0,5 до 3° при абсолютных отметках водоразделов в 180–260 м. Самые высокие отметки водоразделов в 261–262 м расположены в Правобережье реки Сердоба в северной части Екатериновского района. В среднем высота водоразделов составляет 220–240 м при минимальных высотах 165–170 м (в долинах малых рек).

По густоте эрозионного расчленения рельеф относится в слаборасчленённому. Густота долинно-балочного расчленения территории составляет 0,9–1,5 км/км<sup>2</sup>. Наиболее интенсивное расчленение отмечается в северной части района. Глубина местных базисов эрозии — 60–100 м.

Долины рек хорошо разработаны, террасированы. Склоны долин прорезаются балками, оврагами и промоинами. Балки хорошо разработаны,

корытообразной формы с пологими, прекратившими рост вершинами, высота склонов — 8-12 м.

Склоны балок прорезаются растущими оврагами и промоинами. В днищах балок наблюдаются эрозионные врезы, глубиной до 1 м. Глубина оврагов и промоин достигает 8-10 м. В верховьях балок и оврагов часто наблюдаются выходы родниковых вод.

Территория района не отличается разнообразием рельефа и климатических условий [1, 2, 132].

*Климат* Екатериновского муниципального района, учитывая его расположение на территории Саратовской области, континентальный с холодной малоснежной зимой, короткой весной, жарким и сухим летом и непродолжительной осенью. Равнинный рельеф способствует проникновению на территорию различных воздушных масс. Зимой сюда приходит холодный сухой континентальный воздух сибирского антициклона и усиливает суровость климата.

Летом наблюдается приток воздушных масс с Атлантического океана. В течение всего года не исключается возможность проникновения арктического воздуха с севера. Зимой он еще более усиливает мороз, летом приносит прохладу, а весной и ранней осенью — заморозки.

С Атлантического океана и Средиземного моря приходят циклоны. Чаше они бывают зимой, поэтому погода в этот сезон более изменчива. Летом могут вторгаться сухие горячие массы воздуха из Казахстана, и тогда устанавливается жаркая, сухая погода.

Самая низкая температура за последние 100 лет опускалась до  $-43^{\circ}\text{C}$ . Но крайние значения температуры воздуха наблюдаются редко (вероятность менее 10%). Среднегодовая температура составляет  $+4,6^{\circ}\text{C}$ .

Температура самого холодного месяца (января) в среднем составляет  $-13^{\circ}\text{C}$ , самого теплого (июля)  $+20^{\circ}\text{C}$ . Абсолютный максимум  $+40^{\circ}\text{C}$ .

Вегетационный период (переход со средней температурой более  $5^{\circ}$ ) наступает во второй декаде апреля и продолжается до 12 октября, что составляет около 176 дней. Период активной вегетации (выше  $10^{\circ}$ ) равен 150 дням. Сумма

активных температур равна 2400-2600°C. Средняя продолжительность безморозного периода составляет 140-150 дней, число дней со снежным покровом — 130-140.

Территория Екатериновского муниципального района расположена в зоне недостаточного увлажнения, при этом уровень выпадаемых осадков здесь все же выше, чем в соседних районах. Гидротермический коэффициент равен 0,8-1,0.

Среднегодовое количество осадков составляет около 500 мм, в том числе за теплый период 225-320 мм. Осадки теплого периода часто бывают ливневого характера со среднесуточной суммой осадков до 30 мм. В результате таких ливней происходит углубление и расширение оврагов.

Основным источником накопления влаги в почве являются осадки, выпадающие в холодное время года в виде снега.

Характерной чертой климата являются засухи, причиной которых служит преобладание на юге Европейской части России повышенного атмосферного давления и возникновения юго-восточных суховеев. В среднем за год в пределах района насчитывается до 16 дней с суховеями преимущественно слабой интенсивности.

Преобладающие ветры на территории района — юго-восточных румбов. Средняя скорость ветра колеблется от 4,1 до 6,2 м/с [1, 2, 132].

Снежный покров устойчив в течение 125-135 дней. Средняя высота снежного покрова 22-30 см. Средняя максимальная высота снежного покрова достигает 60 см. Незначительная высота снежного покрова и неравномерность его распространения способствует глубокому промерзанию почвы от 99 до 160 см. По площади глубина промерзания изменчива и зависит от климатических факторов, местных условий, рельефа, растительности и гранулометрического состава грунтов.

Промерзание почвы имеет определенное гидрогеологическое значение, так как мерзлый слой весной играет роль водоупора, задерживает инфильтрацию талых снеговых вод и увеличивает относительное значение поверхностного стока.

*Почвенный покров.* Основными почвообразующими материнскими породами на территории Екатериновского района являются ледниковые отложения, представленные покровными глинами и пылеватыми тяжёлыми суглинками. По крутым склонам долин отдельными пятнами на поверхность выходят верхнемеловые отложения (песчаники, опоки, пески и глины).

В почвенном отношении Екатериновский район является достаточно однообразным в связи с незначительной расчлененностью его равнинных пространств.

В северной части района распространены выщелоченные и оподзоленные черноземы. Сформировались они в условиях лесостепи или пограничной с ней степи при участии луговой растительности. У черноземов выщелоченных хорошо развитый, глубокопрокрашенный и промытый от солей почвенный профиль.

Наибольшее распространение на территории района получили чернозёмы тучные (типичные) мощные и среднемощные, занимающие, как правило, центральные части обширных ровных водоразделов.

Типичные черноземы являются по своим агрономическим свойствам лучшими в Саратовской области. Почвы в основном тяжелого, а на выходах коренных пород легкого гранулометрического состава. Сформированы они в подзоне лугово-злаково-разнотравной степи. Почвенный профиль у них аналогичен профилю выщелоченных черноземов, глубокогумусированный с хорошо выраженной комковато-зернистой структурой. Мощность гумусового горизонта среднемощных разновидностей от 60 до 80 см. Преобладают среднемощные среднегумусные и слабосмытые глинистые разновидности.

Для типичных степей правобережья Саратовской области характерно широкое распространение обыкновенных черноземов, которые также достаточно широко представлены в Екатериновском районе.

Черноземы обыкновенные мощные, среднемощные, маломощные распространены по склонам водоразделов, также встречаются на узких высоких водоразделах второго порядка с повышенным стоком воды на высоких платообразных водоразделах. Чернозёмы обыкновенные также обладают

достаточно высоким плодородием. Содержание гумуса в них составляет от 6 до 8,5%.

Луговые и пойменные почвы расположены в поймах рек, это переувлажненные почвы, затопляемые паводковыми водами. Используются в основном под сенокосные угодья и редко для возделывания овощей.

По долинам рек развиты аллювиально-луговые почвы, которые используются под посевы технических культур, картофеля и овощей.

Солонцы на территории района редки и встречаются отдельными массивами и пятнами. Большая часть солонцов приходится на южную и центральную части исследуемого района. В массе своей это черноземные почвы с солонцами от 10 до 25%, реже от 25 до 50%. Эти почвы требуют коренного улучшения плодородия путем внесения гипса, органических и минеральных удобрений.

В балках и оврагах почвенный покров представлен смытыми и намытыми почвами оврагов и балок. Смыто-намытые почвы располагаются на пологих ( $1-3^\circ$ ), покатых ( $3-5^\circ$ ), сильно-покатых ( $5-10^\circ$ ), крутых задернованных скатах и днищах балок, местами обрывистых ( $>45^\circ$ ), слабозадернованных и размытых днищах оврагов, а также по обрывистым берегам рек.

Эти почвы преимущественно непригодны для использования в сельскохозяйственном производстве, возможен лишь ограниченный выпас по балкам. Чтобы прекратить рост оврагов, необходимо строительство гидротехнических сооружений по днищам и вершинам действующих оврагов, укрепление берегов рек и водоемов, облесение действующих оврагов, сохранение лесокустарниковой растительности.

Романовский муниципальный район основан в 1928 г., занимает территорию — 1,3 тыс. км<sup>2</sup> на западе Саратовского Правобережья. На севере, северо-востоке и востоке данный район граничит с Турковским, Аркадакским и Балашовскими районами Саратовской области, а на западе и юго-западе — с Тамбовской и Воронежской областями. Территория района расположена на Окско-Донской равнине в бассейне реки Карай, правого притока Хопра.



Районный центр – рабочий поселок Романовка, расположен в центральной части района на правом берегу р. Карай [1, 2, 171].

Территория *Романовского муниципального* района (как и всей Саратовской области) располагается в юго-восточной части Восточно-Европейской тектонической платформы, имеющей двухэтажное строение. Нижний этаж представляет собой кристаллический фундамент архейского возраста, верхний — так называемый осадочный чехол, сложен комплексом пород от палеозойского до четвертичного возраста.

Высокие части водоразделов слагают элювиальные, часто лёссовидные суглинки, супеси, глины, иногда с гнездами гравия. Мощность их не превышает 10-15 м. Водораздельные склоны покрыты чехлом делювиальных суглинков, супесей и глин средне- и верхнечетвертичного возраста.

Долины рек и водоразделов слагают аллювиальные грунты верхнечетвертичного и современного возраста. Представлены аллювиальные отложения песками, супесями, суглинками и глинами. Мощность четвертичных отложений достигает 20 м.

По долинам рек встречаются лёгкие (супесчаные и песчаные) отложения, но их общая площадь незначительна.

Особенностью геологического строения Романовского района является широкое развитие ледниковых отложений, которые связаны с Днепровским оледенением Русской равнины и представлены ледниковыми (моренные глины и суглинки с валунами, состоящими из красных гранитов, красных и розовых песчаников и гранитогнейсов), водно-ледниковыми (глины и суглинки) отложениями и прикрыта покровными суглинками [1, 2, 171].

*Климат* Романовского района, учитывая его расположение на территории Саратовской области, умеренно континентальный с холодной малоснежной зимой, короткой весной, жарким и сухим летом и непродолжительной осенью. Равнинный рельеф способствует проникновению на территорию различных воздушных масс. Зимой сюда приходит холодный, сухой, континентальный воздух сибирского антициклона и усиливает суровость климата.

Летом наблюдается приток воздушных масс с Атлантического океана. В течение всего года не исключается возможность проникновения арктического воздуха с севера. Зимой он еще более усиливает мороз, летом приносит прохладу, а весной и ранней осенью — заморозки.

С Атлантического океана и Средиземного моря приходят циклоны. Чаще они бывают зимой, поэтому погода в этот сезон более изменчива. Летом могут вторгаться сухие горячие массы воздуха из Казахстана и тогда устанавливается жаркая, сухая погода.

Средняя температура воздуха за год в Романовском районе составляет 4,7-4,9°C. Наиболее холодным месяцем в году является январь (средняя температура воздуха в январе достигает -11°C), а самым жарким месяцем является июль (средняя температура воздуха в июле достигает 20, 7–20,8 °C). Отрицательные значения температур в районе исследования наблюдаются начиная с ноября и заканчивая мартом. При годовой амплитуде в 82°C абсолютная максимальная температура составляет 39°C (июль), а абсолютная минимальная – -43°C (январь) [1, 2, 171].

В среднем за год в Романовском районе выпадает 385-476 мм осадков. Распределение осадков в течение года имеет неравномерный характер, на теплый период приходится 250-310 мм (65%). Осадки теплого периода часто бывают ливневого характера со среднесуточной суммой осадков до 25-30 мм. В результате таких ливней происходит углубление и расширение оврагов.

Количество осадков, выпадающих в виде снега в среднем составляют 23%, в виде дождя — 63%, смешанного — 14%. Среднегодовая относительная влажность воздуха — 73%.

В течение года и в зимний период преобладают ветры южных румбов, летом — северные и западные ветры. Средняя скорость ветра 4,2-4,6 м/с. В году бывает 20-22 дня с сильными ветрами (более 15 м/с), которые на легких почвах могут вызывать явления ветровой эрозии и дефляции [1,2, 171].

*Агроклиматическая характеристика.* Согласно агроклиматическому районированию Саратовской области территория относится к незначительно

засушливому тёплому району. Среднее количество осадков за вегетационный период этом районе составляет 265-310 мм. Гидротермический коэффициент 0,6-0,8. Основным источником накопления влаги в почве являются осадки, выпадающие в холодное время года в виде снега. Сумма температур свыше  $+10^{\circ}\text{C}$  составляет 2400-2600°.

Продолжительность вегетационного периода 140-150 дней. Заморозки в воздухе заканчиваются в конце апреля — начале мая. Первые осенние заморозки начинаются в последней декаде сентября.

Устойчивый снежный покров образуется в конце ноября — начале декабря и сохраняется до первой декады апреля. Продолжительность залегания снежного покрова 120-127 дней. Средняя высота снежного покрова – 26 см, при минимальной высоте в 13 и максимальной в 41 см.

Незначительная высота снежного, покрова и неравномерность его распространения способствует глубокому промерзанию почвы (до 100 см.). По площади глубина промерзания изменчива и зависит от климатических факторов, рельефа, растительности и механического состава грунтов [1, 2, 171].

Промерзание почвы имеет определенное гидрогеологическое значение, так, как мерзлый слой весной играет роль водоупора, задерживает инфильтрацию талых снеговых вод и увеличивает относительное значение поверхностного стока.

Характерной чертой климата являются засухи, причиной которых служит преобладание на юге Европейской части России повышенного давления и возникновения юго-восточных суховеев. В среднем за вегетационный период в пределах района насчитывается до 25 дней с суховеями преимущественно слабой интенсивности, до 13 дней средней интенсивности и интенсивных — до 2 дней. Среднее число штилей за год составляет около 20-30 дней.

Переход суточной температуры воздуха через  $8^{\circ}\text{C}$  — в конце октября — начале октября. Продолжительность отопительного сезона 200 дней [1, 2, 171].

Ресурсы тепла в районе достаточны для созревания основных сельскохозяйственных культур. Лимитирующим фактором успешного ведения

сельского хозяйства является влагообеспеченность. По агроклиматическим ресурсам территория района может быть отнесена к ограниченно благоприятной.

Физиолого-климатические условия района благоприятны для организации летних и зимних видов отдыха. Число дней со среднесуточной температурой летнего периода  $+15^{\circ}\text{C}$  и выше — 109-111, зимнего, с температурой  $-10^{\circ}\text{C}$  и выше — 127-133. Повторяемость благоприятных дней в году составляет около 70% [1, 2, 171].

*Почвенный покров.* Однообразие рельефа, геологического строения и однородность климатических условий способствовали развитию в районе сравнительно немногочисленных подтипов почв. Основной фон почвенного покрова Романовского района составляют *чернозёмы типичные и обыкновенные* сформировавшиеся на слабоволнистых водораздельных плато и водораздельных склонах по всей территории района

Черноземы типичные широко распространены в западной и северной частях района (преимущественно в правобережье р. Карай). Типичные черноземы являются по своим агрономическим свойствам лучшими в Саратовской области. Характеризуются высоким содержанием гумуса от 6,6 до 8,8%. Почвы в основном тяжелого, а на выходах коренных пород легкого гранулометрического состава. Сформированы они в подзоне лугово-злаково-разнотравной степи. Почвенный профиль у них глубокогумусированный с хорошо выраженной комковато-зернистой структурой. Мощность гумусового горизонта среднемощных разновидностей от 60 до 80 см. Преобладают среднемощные среднегумусные и слабосмытые глинистые разновидности.

Чернозёмы обыкновенные представлены на востоке района в междуречье рек Карай, Хопер и Грязнуха. Обыкновенные чернозёмы также обладают достаточно высоким плодородием. Содержание гумуса в них составляет от 3,5 до 8,1%.

Основными почвообразующими породами являются покровные глины, делювиальные суглинки и глины, моренные и озёрно-ледниковые глинистые породы.

На отдельных участках территории (в основном на речных террасах и склонах водоразделов) имеются выходы легких пород — супесей и песков. На надпойменных террасах встречаются участки с пойменными луговыми почвами. В условиях высокого залегания грунтовых вод в понижениях участках пойм сформировались лугово-болотные перегнойные или иловатые почвы.

В долине Хопра могут попадаться небольшие по площади участки с аллювиально-дерновыми почвами. Также на территории района присутствуют пятна с солонцами от 25 до 50%.

В балках и оврагах почвенный покров представлен смытыми и намытыми почвами оврагов и балок. Смыто-намытые почвы располагаются, на пологих ( $1-3^\circ$ ), покатых ( $3-5^\circ$ ), сильно-покатых ( $5-10^\circ$ ), крутых задернованных скатах и днищах балок, местами обрывистых ( $>45^\circ$ ), слабозадернованных и размытых днищах оврагов, а также по обрывистым берегам рек. Эти почвы преимущественно не пригодны для использования в сельскохозяйственном производстве, возможен лишь ограниченный выпас по балкам [1, 2, 171].

Система ПЗЛП «Тамбовские посадки» создавалась как микросистема (по Е.С. Павловскому [123]) из 16 м полезащитных лесных полос шириной 13,5 м и длиной по тысяче метров каждая; межполосное расстояние в системе составляет от 80 до 166 м. Каждая лесная полоса данной системы разделена двадцатиметровыми разрывами через каждые 180 м для лучше проветриваемости защищаемой пашни. Площадь данной системы ПЗЛП составляет 27,5 га при площади защищаемой ими пашни 435 га [148].

Система ПЗЛП «Тамбовские посадки» (рисунок 2.4) расположена на пологоволнистом равнинном рельефе. Почва под этими полосами — чернозем обыкновенный, мощный и среднемощный, глинистый и тяжелосуглинистый с мощностью горизонта А 54-59 см и содержанием гумуса 8,7-9%; тип лесорастительных условий — Д 1-2.

Почва под посадку данной системы ПЗЛП подготавливалась по системе ранней зяби, посадка велась под лопату. Уходы за полосами проводились до трёх лет. Посадочный материал — двухлетние сеянцы.





Рисунок 2.4 – Расположение пробных площадей в системе ПЗЛП «Тамбовские посадки» Екатериновского района Саратовской области: 1-3 – ПЗЛП с участием дуба черешчатого (рядового способа выращивания) в системе ПЗЛП «Тамбовские посадки»

Система ПЗЛП хозяйства «Искра» (рисунок 2.5) в Романовском районе Саратовской области расположена на пологоволнистом равнинном рельефе. Преобладающая там почва – чернозем обыкновенный легкоглинистый. Содержание гумуса в гор. А – 7,6%, мощность – 49 см. Почва образует сухой дубравный ТЛУ – Д 1. Система лесных полос в основном была создана в 1949-1960 гг. (176 га) в порядке осуществления «Плана преобразования природы» [116].

Всего в хозяйстве свыше 200 га ЗЛН разного назначения (полезащитные лесные полосы преобладают). Главной породой является дуб – 149 га. Полосы многорядные (от 9 до 13), с узкими междурядьями – 1,5 м, с большим участием кустарников (до 50%). Почву готовили по системе ранней зяби, посадочный материал местный – 1-2-летние сеянцы. Дуб создавали посевом желудей на глубину 6-8 см [148].





Рисунок 2.5 – Расположение пробных площадей в системе ПЗЛП бывшего совхоза «Искра» Романовского района: 1-3 – полоса защитные лесные с участием дуба черешчатого (рядового способа выращивания); 4-6 – ПЗЛП с участием дуба черешчатого (гнездового способа выращивания); 7-9 – ПЗЛП с участием дуба черешчатого (коридорного способа выращивания)



### 2.3 Методика исследований

Базой применяемых в исследованиях методов послужили теория и практика классического лесоводства, агролесомелиорации и таксации, стандартные и частные методики организации и проведения экспериментов и действующее лесное законодательство. В изучаемых лесных полосах закладывались пробные площади в соответствии с ОСТ 56-69-83 [121] и методикой ВНИАЛМИ для защитных лесных насаждений [103].

Пробные площади закладывались в полезащитных лесных полосах трех основных способов выращивания (рядового, гнездового и коридорного) и двух вариантов смешения со спутниками (с ясенем ланцетным, с вязом гладким и кленом остролистным). В каждом из вариантов было заложено по три пробные площади длиной 170 м. По ширине пробные площади совпадали с шириной изучаемых лесных полос.

Высоты деревьев измерялись при помощи высотомера Nikon Forestry 550. Диаметры измерялись у каждого дерева с помощью мерной вилки (рисунок 2.6).



Рисунок 2.6 – Измерение диаметра ствола (а) и высоты дерева (б)

Ширина междурядий устанавливалась при помощи мерной ленты в результате измерений расстояний между всеми рядами на 2-3 поперечных ходовых линиях.

Приросты дуба брались (рисунок 2.7) согласно методике, описанной в работах Красноярского государственного университета «Основы дендрохронологии» [104] и Марийского государственного технического университета «Практикум по экологическому древоведению» [144] при помощи приростного бурава «Mora».



Рисунок 2.7 – Взятие керна дуба при помощи приростного бурава

С каждой пробной площади бралось минимум 15 кернов дуба. После взятия керны укладывались в пластиковые трубочки для удобства транспортировки и временного хранения. В дальнейшем керны приклеивались к деревянным дощечкам и в таком виде сканировались в разрешении 600 точек на дюйм. Расчет толщины годовичных колец производился при помощи геоинформационной системы (ГИС) QGIS по кернам (рисунок 2.8; приложение В).

Для отсканированных изображений были созданы мировые файлы (World-файлы), используемые для задания корректного размера изображения в ГИС. Для каждого цифруемого керна создавались линейные объекты, соединяющие центры годовичных слоев керна. После оцифровки кернов с использованием инструмента

«Калькулятор полей» таблицы атрибутов производился расчет протяженности каждой линии в метрах с точностью до 0,000001. Проведенные подобным образом измерения позволяют получить данные о толщине годовичных колец за последние 50 лет.

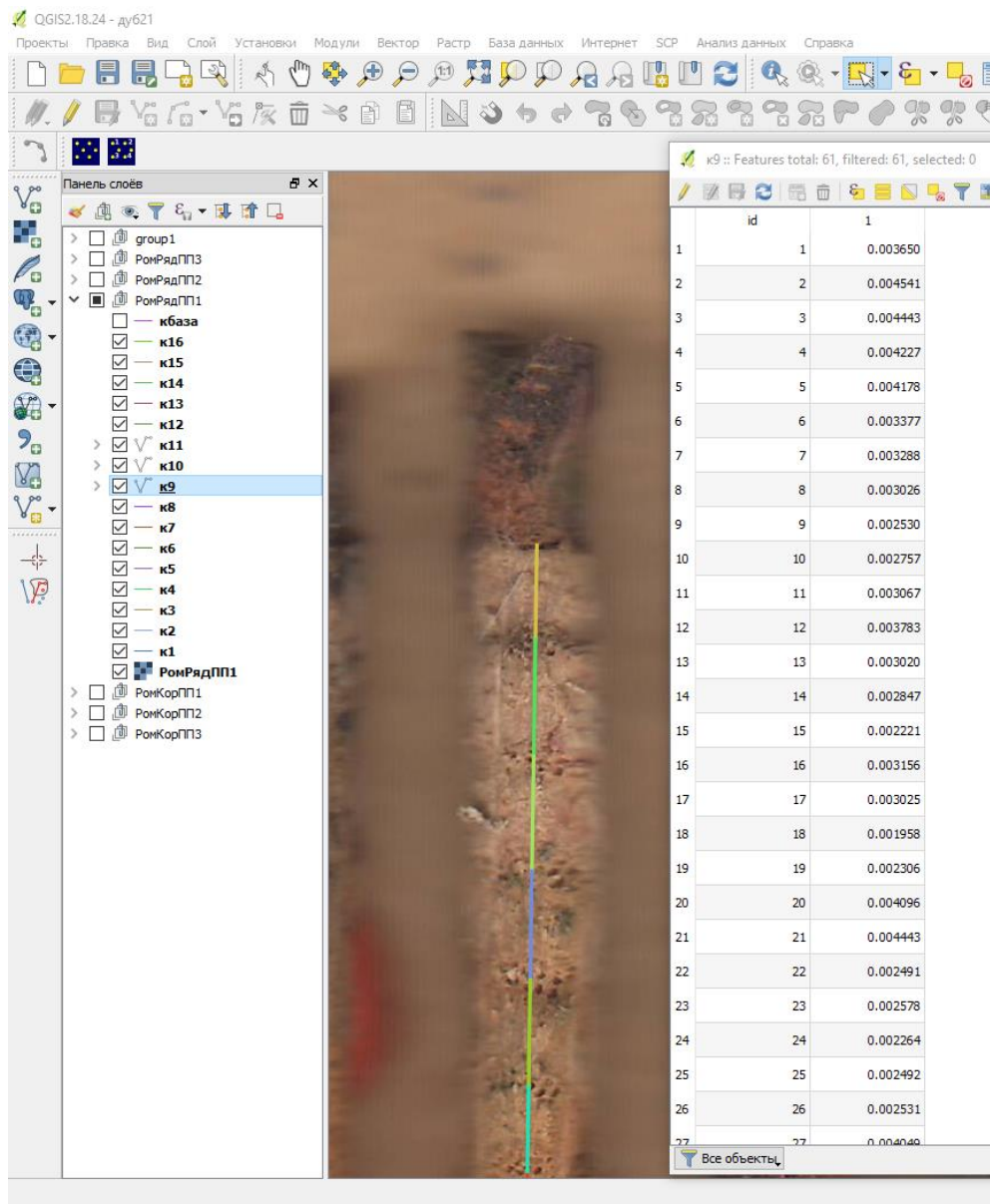


Рисунок 2.8 – Пример оцифровки и расчета приростов керна средствами ГИС QGIS

Для изучения взаимоотношений между древесными породами в защитных лесных насаждениях и жизнеустойчивости насаждений применялась методика К.К. Высоцкого [36], с помощью которой определялись следующие количественные показатели: а) показатель напряженности роста (ПНР) – отношение высоты дерева к площади поперечного сечения на высоте груди; б)



коэффициент конкурентных отношений (ККО) – отношение напряженности роста породы, имеющий лучший рост (наименьший ПНР) к напряженности роста каждой другой породы в том же насаждении; в) степень устойчивости насаждения (СУН) – отношение фактической суммы ККО и максимально возможной.

Продуктивность камбия – отношение прироста древесины по объему за год или период лет к площади поверхности камбиальной ткани нами вычислялась, по преобразованной зависимости Пятницкого, предложенной А.И. Разареновым [150]

$$K = 1,68h + 3,65d - 0,05, \quad (3)$$

где  $K$  – продуктивность камбия, отношение прироста древесины по объему за некоторый период времени к площади поверхности камбиальной ткани,  $\text{дм}^3/\text{м}^2$ ;

$h$  – средний прирост по высоте, м;

$d$  – средний прирост по диаметру, см.

Диагностику жизненного состояния проводили согласно методике В.А. Алексеева [9] по формуле

$$L_n = \frac{100n_1 + 70n_2 + 40n_3 + 5n_4}{N}, \quad (4)$$

где  $L_n$  – относительное жизненное состояние древостоя;

$n_1$  – число здоровых,  $n_2$  – ослабленных,  $n_3$  – сильно ослабленных,  $n_4$  – отмирающих деревьев на пробной площади;

$N$  – общее число деревьев на пробной площади.

Запасы на пробных площадях рассчитывались нами по принятой в лесной таксации формуле средней модели [14, 94]

$$M = v \left( \frac{\sum G}{g} \right), \quad (5)$$

где  $M$  – запас древесины элемента леса,  $\text{м}^3$ ;

$v$  – объем среднего модельного дерева,  $\text{м}^3$ ;

$g$  – площадь сечения средней модели,  $\text{см}^2$ ;

$\sum G$  – сумма площадей поперечных сечений всех деревьев элемента леса,  $\text{см}^2$ .

Объем среднего модельного дерева находился по объемным таблицам, площади поперечных сечений – по таблицам площадей поперечных сечений [94, 115]. Подсчитанные вышеперечисленным методом для каждой пробной площади запасы приводились для наглядности к площади в 1 га.

Материальная оценка изучаемых способов создания полезащитных лесных полос проводилась через расчет стоимости наличной в данных лесных полосах древесины. Стоимость лесоматериалов подсчитывалась согласно Постановлению Правительства РФ от 22.05.2007 N 310 (ред. от 06.03.2024) "О ставках платы за единицу объема лесных ресурсов и ставках платы за единицу площади лесного участка, находящегося в федеральной собственности" [143] с применением актуальных коэффициентов индексации.

Биологическая продуктивность оценивалась по таблицам биологической продуктивности [192].

Экспериментальные данные обрабатывались по методике Б.А. Доспехова [49] с использованием компьютерных программ Statistica и «Пакет анализа табличного процессора» MS Excel.

### ***Выводы по главе 2***

1. Установлено, что, несмотря на расположение в разных муниципальных районах Саратовской области, изучаемые системы лесных полос находятся в схожих природно-климатических условиях, и как следствие, подходят для сравнения друг с другом.

2. Выявлено, что объекты исследований располагаются в подверженных засухе районах. Анализ динамики гидротермического коэффициента (ГТК) за последние 20 лет показал, что 13 лет из анализируемого 20-летнего периода имели низкие показатели влажности, в том числе два года были сухими и три засушливыми.

3. Определено, что почвенно-климатические условия районов исследования могут быть пригодными для получения высоких урожаев сельскохозяйственных

культур. Защитные лесные насаждения и мелиорация земель способствуют накоплению и сбережению влаги в почве, повышая тем самым устойчивость урожаев и эффективность сельскохозяйственных угодий района исследования. Таким образом, представляющая проблему для ведения хозяйственной деятельности засушливость климата указывает на необходимость и актуальность исследования защитных лесных насаждений данных районов.

## Глава 3 Рост и развитие *Quercus robur* L. в полевых защитных лесных полосах Донской равнины

### 3.1 Состояние и таксационные показатели полевых защитных лесных полос с участием дуба

На объектах исследований нами изучались лесные полосы с участием дуба черешчатого (*Quercus robur* L.) трех способов выращивания: рядового (в двух вариантах смешения с сопутствующими породами), коридорного и гнездового. В каждой лесной полосе нами было заложено по три пробных площади (приложение Г).

*Система полевых защитных лесных полос бывшего совхоза «Искра»  
Романовского района Саратовской области*

Данная система лесных полос в основном была создана в 1949–1960 гг. (176 га) в порядке осуществления «Плана преобразования природы». Лесные полосы 1949–1954 гг. посадки закладывались в основном с главной породой дуб – 149 га. Полосы многорядные (от 9 до 13), с узкими междурядьями – 1,5 м, с большим участием кустарников (до 50%) [148].

Расположена данная система лесных полос на пологоволнистом равнинном рельефе на черноземах обыкновенных легкосуглинистых с 63% глинистых фракций – 0,01 мм. Мощность гумусового горизонта – 49 см, содержание гумуса в горизонте А – 7,6 %. Тип лесорастительных условий – Д1. Почву готовили по системе ранней зяби, посадочный материал местный – 1–2-летние сеянцы. Дуб создавали посевом желудей на глубину 6–8 см [148].

Изучаемые нами лесные полосы, являющиеся частью системы ПЗЛП, имеют в своем составе в качестве главной породы дуб черешчатый (*Quercus robur* L.), а в качестве спутников – ясень ланцетный (*Fraxinus lanceolata* Borkh), клен остролистный (*Acer platanoides* L.) и вяз обыкновенный (*Ulmus laevis* Pall.). Из кустарниковых видов дубу сопутствовали акация желтая (*Caragana arborescens* Lam.), жимолость татарская (*Lonicera tatarica* L.) и клен татарский (*Acer tataricum* L.) [182].

*Состояние и таксационные показатели полезащитной лесной полосы рядового способа выращивания*

Полезащитная лесная полоса (рисунок 3.1) рядового способа выращивания имеет протяженность 2,3 км и расположена с западо-северо-запада (ЗСЗ) на востоко-юго-восток (ВЮВ). Схема лесной полосы (рисунок 3.2): 1-8 ряды дуб и ясень ланцетный чередуется с акацией желтой и в 9-м ряду – дуб, ясень ланцетный, вяз гладкий и клен татарский чередуются между собой.



Рисунок 3.1 – Полезащитная лесная полоса рядового способа выращивания в системе лесных полос бывшего совхоза «Искра» Романовского района Саратовской области

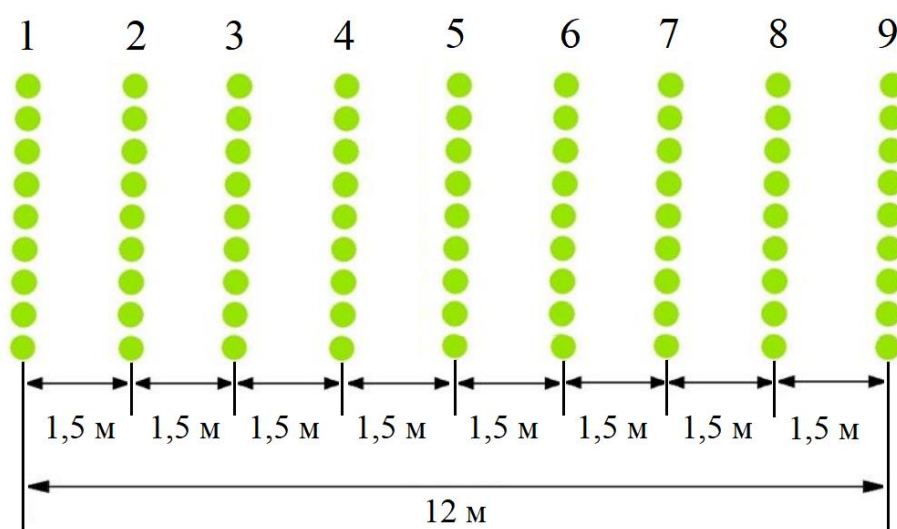


Рисунок 3.2 – Схема смешения древесных пород в полезащитной лесной полосе рядового способа выращивания: 1–8 Дуб черешчатый + Ясень ланцетный + Акация желтая; 9 Дуб черешчатый + Ясень ланцетный + Вяз гладкий + Клен татарский



В изучаемой лесной полосе встречаются следы антропогенного вмешательства, выраженные в самовольной порубке деревьев главной породы. Самовольный характер порубки здесь и в других лесных полосах был определен по наличию на пнях клейма «СП» (самовольная порубка).

В данной лесной полосе нами были заложены три пробные площади. Их основные таксационные характеристики представлены в таблице 3.1

Таблица 3.1 – Основные таксационные характеристики пробных площадей в ПЗЛП рядового способа выращивания (Романовский район)

Способ выращивания	Возраст	№ ПП	Ярус	Состав	Породы	Средний диаметр, см	Средняя высота, м	Класс бонитета	Жизненное состояние
Рядовой	73	ПП 1	1	3Д7Я	Д Я	44,3 34,0	17 16,1	3 3	1,9
			2	8Я1В1К лт	Я В Клт	16,1 14,6 10,4	8,8 8,6 5,1	-	2,1
		ПП 2	1	4Д5Я1В	Д Я В	42,4 33,2 36,4	16,6 16,3 15,6	3 3 4	2,0
			2	7Я2В1Д	Я В Д	13,8 18,5 23,4	9,3 9,9 12,3	-	2,2
		ПП 3	1	5Д5Я	Д Я	43,3 29,4	17,3 15,5	3 4	2,0
			2	6Я3В1Д	Я В Д	16,5 21,0 30,4	8,7 11,3 9,9	-	2,5
		Д – дуб черешчатый; Клт – клен татарский; В – вяз гладкий; Я – ясень ланцетный							

Лесоводственно-таксационные характеристики на данных пробах имеют между собой некоторое различие. Возраст всех трех пробных площадей на момент исследования составлял 73 года. К этому времени на их территории сформировалось двухъярусное насаждение.

Первый ярус в исследуемой лесной полосе (см. рисунок 3.3) представлен такими породами как дуб черешчатый, ясень ланцетный и вяз гладкий. Наибольшая представленность главной породы была зарегистрирована на ПП 3,

наименьшая – на ПП 1 (5 и 3 единицы дуба в составе, соответственно). Показатели среднего диаметра главной породы во всех трех пробных площадях почти идентичны, разница между наибольшим значением этого показателя в ПП 1 и наименьшем в ПП 2 составило всего 1,9 см (4,3 %). Наибольший показатель средней высоты дуба – 17,3 м – пришелся на ПП 3, что на 1,7 % больше чем в ПП 1 и на 4,0 % больше чем в ПП 2, что также говорит о незначительных различиях между пробными площадями по данному показателю. Показатели продуктивности главной породы и жизненного состояния насаждения для всех трех пробных площадей идентичны.

Второй ярус данной лесной полосы (см. рисунок 3.3) представлен такими породами как дуб черешчатый, ясень ланцетный, вяз гладкий и клен татарский. Представленность главной породы (дуба) во втором ярусе крайне низкая – всего по одной единице в формуле состава в ПП 2 и ПП 3. На ПП 1 дуб черешчатый в составе и вовсе отсутствовал. Основу второго яруса во всех трех пробных площадях составил ясень ланцетный (от 6 до 8 единиц в составе).

При статистической обработке биометрических показателей (рисунки 3.4 и 3.5; приложение Д) выявились следующие закономерности. На пробных площадях для биометрических показателей деревьев дуба черешчатого наблюдались в основном ненормальные распределения. Если учитывать редкую возможность встречи в лесных сообществах нормального распределения биометрических показателей, то данная динамика является вполне естественной и для данной лесной полосы.

Асимметрия в большинстве случаев (за исключением асимметрии диаметров ствола на ПП 2) отрицательная (левосторонняя), что говорит о преобладании биометрических показателей ниже средних. Положительная (правосторонняя) асимметрия, при этом близкая к нулю имела только на ПП2, что говорит нам о распределении диаметров ствола дуба черешчатого на этой пробной площади, близком к нормальному.

Экссесс биометрических показателей имеет в основном отрицательные значения, что говорит о более сглаженном изменении количества деревьев дуба

черешчатого по значениям биометрических показателей по сравнению с нормальным распределением. Исключением в этой картине является положительный эксцесс в распределении высот на ПП 2.

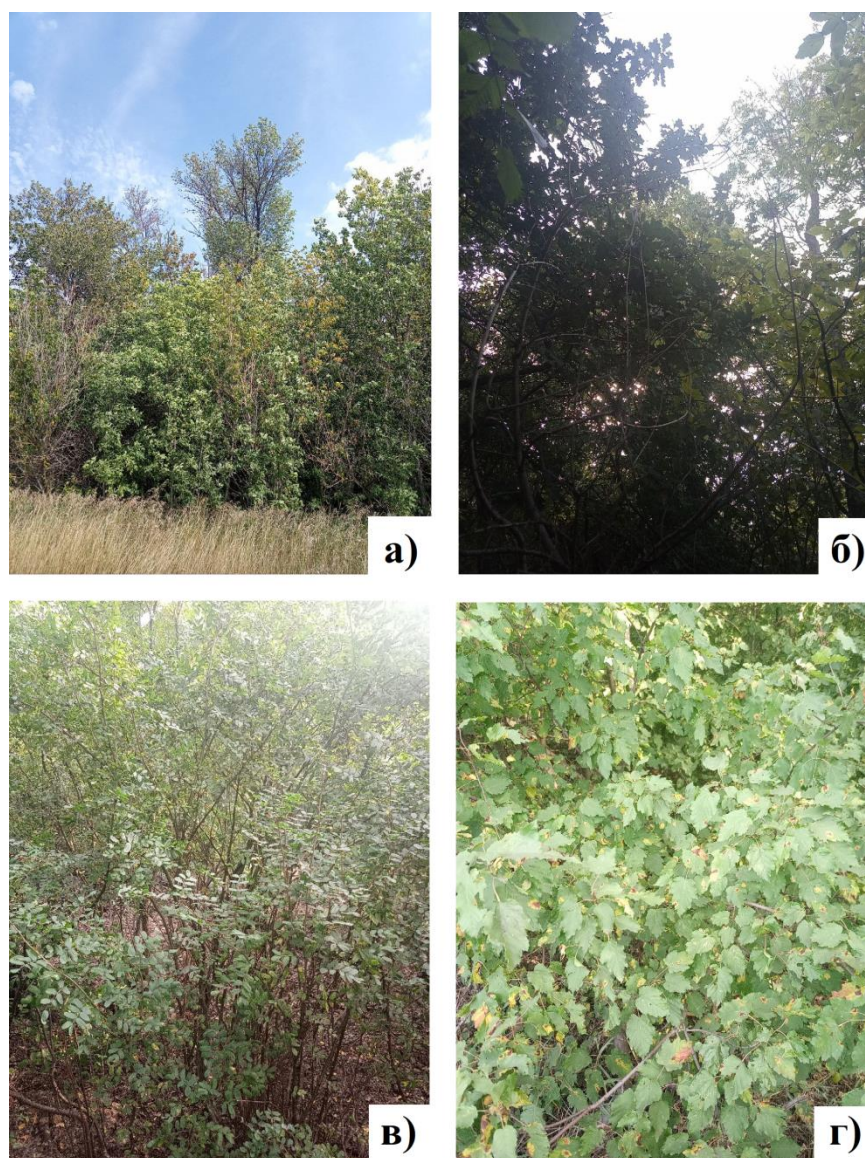
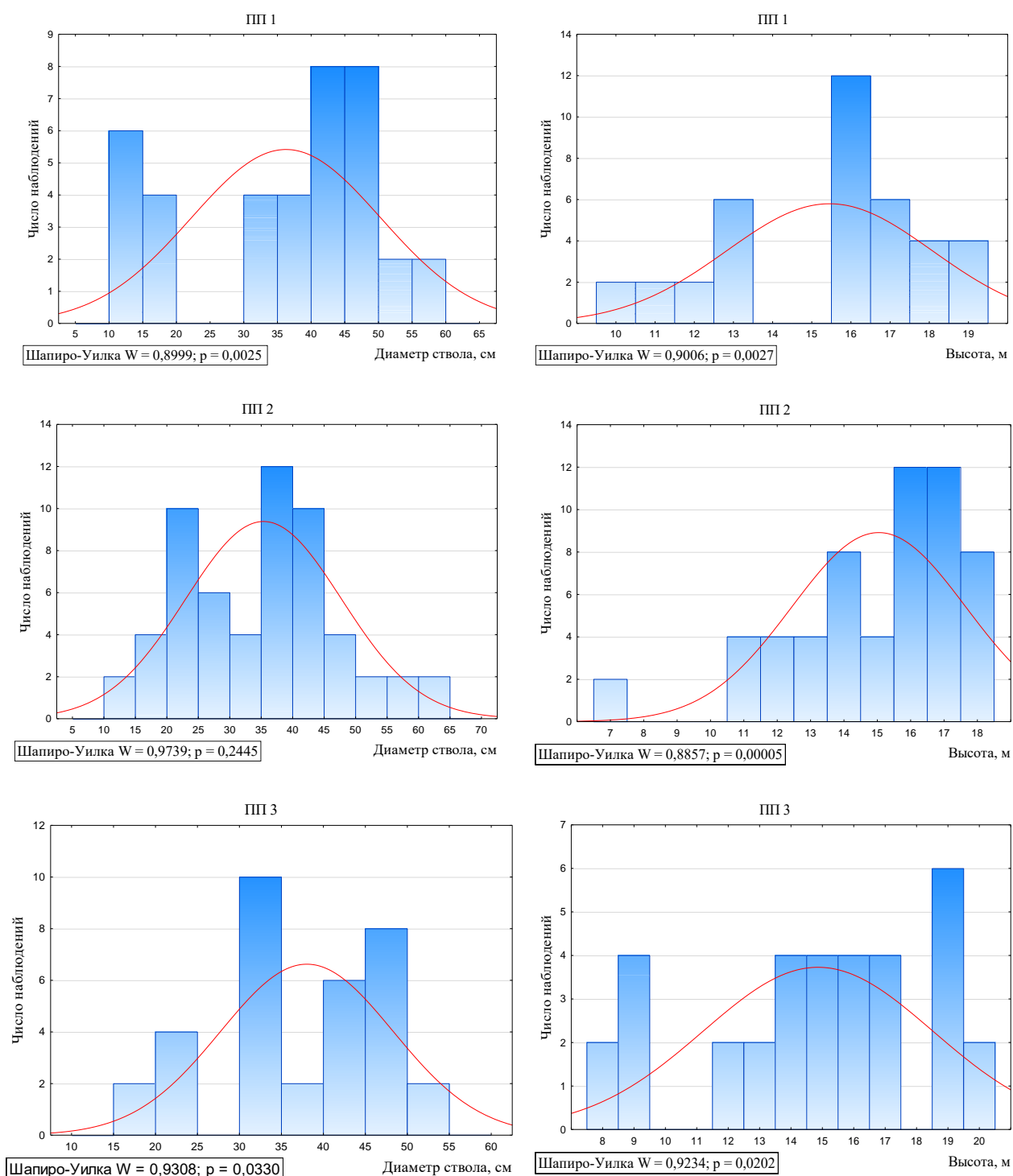


Рисунок 3.3 – Фотографии из полезащитной лесной полосы рядового способа выращивания бывшего совхоза «Искра»: а) Ясень ланцетный в первом ярусе лесной полосы; б) Дуб черешчатый и ясень ланцетный в первом ярусе лесной полосы; в) Второй ярус и подрост из ясеня ланцетного; г) Клен татарский в исследуемой лесной полосе

Это указывает на более резкое, по сравнению с нормальным, распределение количества деревьев по данному признаку, а также на наличие выбросов по данному параметру. Наиболее высоким размах значений по диаметру был на ПП 1, наиболее низким – на ПП 3.

Наивысший размах значений по высоте также был на ПП 1, а самое низкое значение размаха по высоте было на ПП 3. Это указывает на схожесть динамики разброса количества деревьев как по диаметрам, так и по высотам.



а)

б)

Рисунок 3.4 – Гистограммы распределения количества деревьев дуба черешчатого по диаметру (а) и высоте (б)

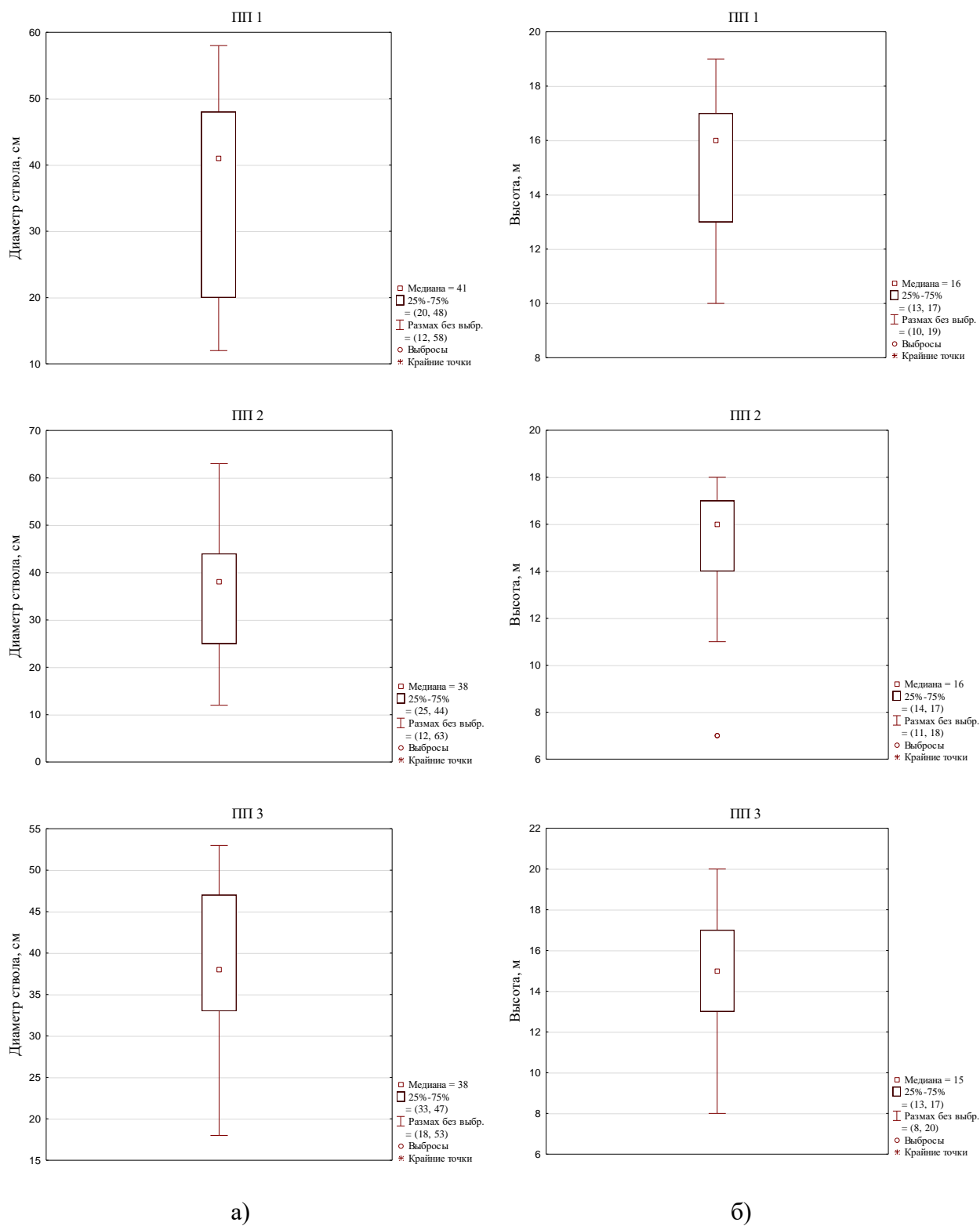


Рисунок 3.5 – Гистограммы размаха количества деревьев дуба черешчатого по диаметру (а) и высоте (б)



*Состояние и таксационные показатели полезащитной лесной полосы гнездового способа выращивания*

Полезащитная лесная полоса гнездового способа выращивания (рисунок 3.6) имеет протяженность 2,6 км и расположена с западо-северо-запада (ЗСЗ) на востоко-юго-восток (ВЮВ). Схема лесной полосы (рисунок 3.7): 1 и 12 ряды – Ясень ланцетный чередуется с лохом узколиственным; 2, 5, 8, 11 ряды – гнезда дуба черешчатого; 3, 4, 9, 10 – ясень ланцетный чередуется с жимолостью татарской; 6 и 7 ряды – клен остролистный чередуется с жимолостью татарской.



Рисунок 3.6 – Полезащитная лесная полоса гнездового способа выращивания в системе лесных полос бывшего совхоза «Искра» Романовского района Саратовской области

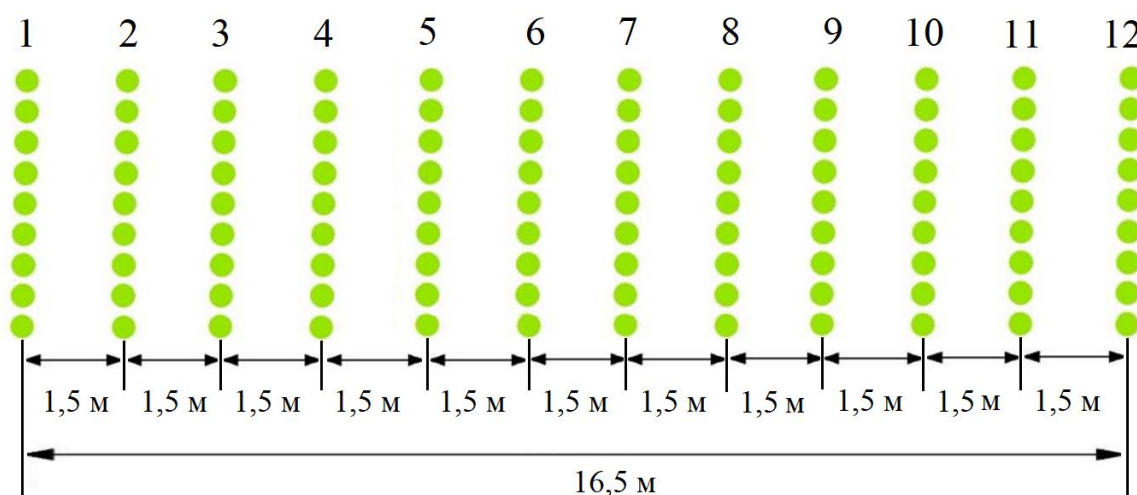


Рисунок 3.7 – Схема смешения древесных пород в полезащитной лесной полосе гнездового способа выращивания: 1,12 – Ясень ланцетный + Лох узколиственный; 2, 5, 8, 11 ряды – гнезда Дуба черешчатого; 3, 4, 9, 10 – Ясень ланцетный + Жимолость татарская; 6 и 7 ряды – Клен остролистный + Жимолость татарская

В изучаемой лесной полосе встречаются следы антропогенного вмешательства, выраженные в самовольной порубке деревьев главной породы.

В данной лесной полосе нами были заложены три пробные площади. Их основные таксационные характеристики представлены в таблице 3.2

Таблица 3.2 – Основные таксационные характеристики пробных площадей в ПЗЛП гнездового способа выращивания (Романовский район)

Способ выращивания	Возраст	№ ПП	Ярус	Состав	Породы	Средний диаметр, см	Средняя высота, м	Класс бонитета	Жизненное состояние		
Гнездовой	73	ПП 4	1	2Д7Я1Кло	Д Я Кло	33,3 26,1 15,8	20,9 16,4 15,5	2 3 4	1,7		
			2	6Я4Кло	Я Кло	12,9 11,6	11,9 10,4	-	2,1		
		ПП 5	1	2Д7Я1Кло	Д Я Кло	35,9 25,9 20,4	16,9 14,5 14	3 4 4	2,0		
			2	6Я4Кло	Я Кло	13,5 12,9	10,9 10,4	-	2,3		
		ПП 6	1	2Д7Я1Кло	Д Я Кло	37,7 29,7 20,8	18,4 17,0 15,2	3 3 4	1,9		
			2	7Я3Кло	Я Кло	13,4 12,6	11,6 11,1	-	2,2		
		Д – дуб черешчатый; Кло – клен остролистный; Я – ясень ланцетный									

Лесоводственно-таксационные характеристики на данных пробах имеют между собой некоторое различие. Возраст всех трех пробных площадей на момент исследования составлял 73 года. К этому времени на их территории сформировалось двухъярусное насаждение.

Первый ярус (рисунок 3.8) в исследуемой лесной полосе представлен такими породами как дуб черешчатый, ясень ланцетный и клен остролистный. Главная порода на всех пробных площадях представлен в составе на одинаковом уровне (по 2 единицы дуба в составе на каждую пробную площадь). Наибольший показатель среднего диаметра главной породы был зарегистрирован в ПП 6. Он превышал средние диаметры на ПП 4 и ПП 5 на 4,4 см (11,7 %) и 1,8 см (4,8 %)

соответственно. Наибольший показатель средней высоты дуба – 17,3 м – пришелся на ПП 4, что на 4 м (21,2 %) больше чем в ПП 5 и на 2,5 м (13,2 %) больше чем в ПП 5. Наибольший показатель продуктивности главной породы оказался в ПП 4, где дуб черешчатый произрастал по второму бонитету. В остальных пробных площадях дуб представлен третьим классом бонитета. Показатели жизненного состояния насаждения для всех трех пробных площадей практически идентичны. Несколько выше этот показатель оказался на ПП 4.

Второй ярус данной лесной полосы представлен ясенем ланцетным и кленом остролистным. Главная порода (дуб) во втором ярусе не представлена. Основу второго яруса во всех трех пробных площадях составил ясень ланцетный (от 6-7 единиц в составе).



Рисунок 3.8 – Вид изнутри полевозащитной лесной полосы гнездового способа выращивания бывшего совхоза «Искра» Романовского района Саратовской области

При статистической обработке (рисунки 3.9 и 3.10; приложение Д) биометрических показателей выявились следующие закономерности. На пробных площадях для биометрических показателей деревьев дуба черешчатого наблюдались в основном ненормальные распределения. Если учитывать редкую



возможность встречи в лесных сообществах нормального распределения биометрических показателей, то данная динамика является вполне естественной и для данной лесной полосы.

Асимметрия для всех биометрических показателей всех пробных площадей этой полегающей лесной полосы отрицательная (левосторонняя), что говорит о преобладании биометрических показателей ниже средних. Положительная (правосторонняя) асимметрия в распределении биометрических показателей дуба черешчатого в пробных площадях данной полегающей лесной полосы не встречалась. Эксцесс биометрических показателей имеет как отрицательные значения, так и положительные значения. При этом отрицательные значения эксцессов показали распределения деревьев дуба по высоте, а положительные – распределения по диаметрам. Это указывает на различный характер распределения количества деревьев дуба черешчатого по высотам и диаметрам. Дуб в данной лесополосе показывает более плавное по сравнению с нормальным распределение по высотам, и довольно резкое распределение по диаметрам.

Размах значений по диаметру примерно одинаков для всех трех пробных площадей. Размах высот дуба, в свою очередь, не отличается такой стабильностью. Наибольшие значения этого размаха продемонстрировали ПП 5 и ПП 6. При этом, для ПП 5 характерной особенностью является также наличие выбросов. Это указывает на непохожесть динамики разброса количества деревьев по диаметрам и высотам.

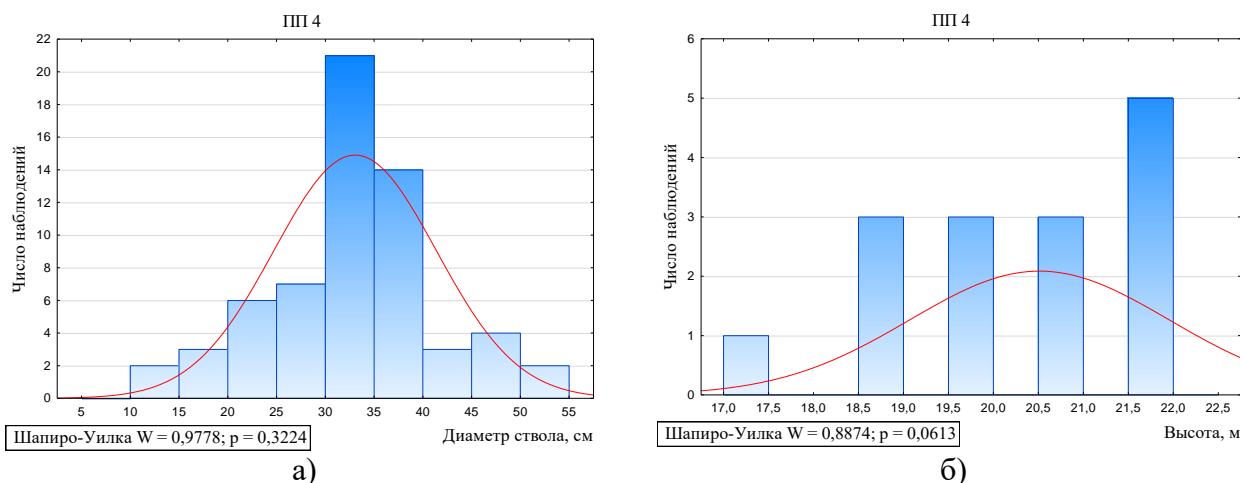


Рисунок 3.9 – Гистограммы распределения количества деревьев дуба черешчатого по диаметру (а) и высоте (б)

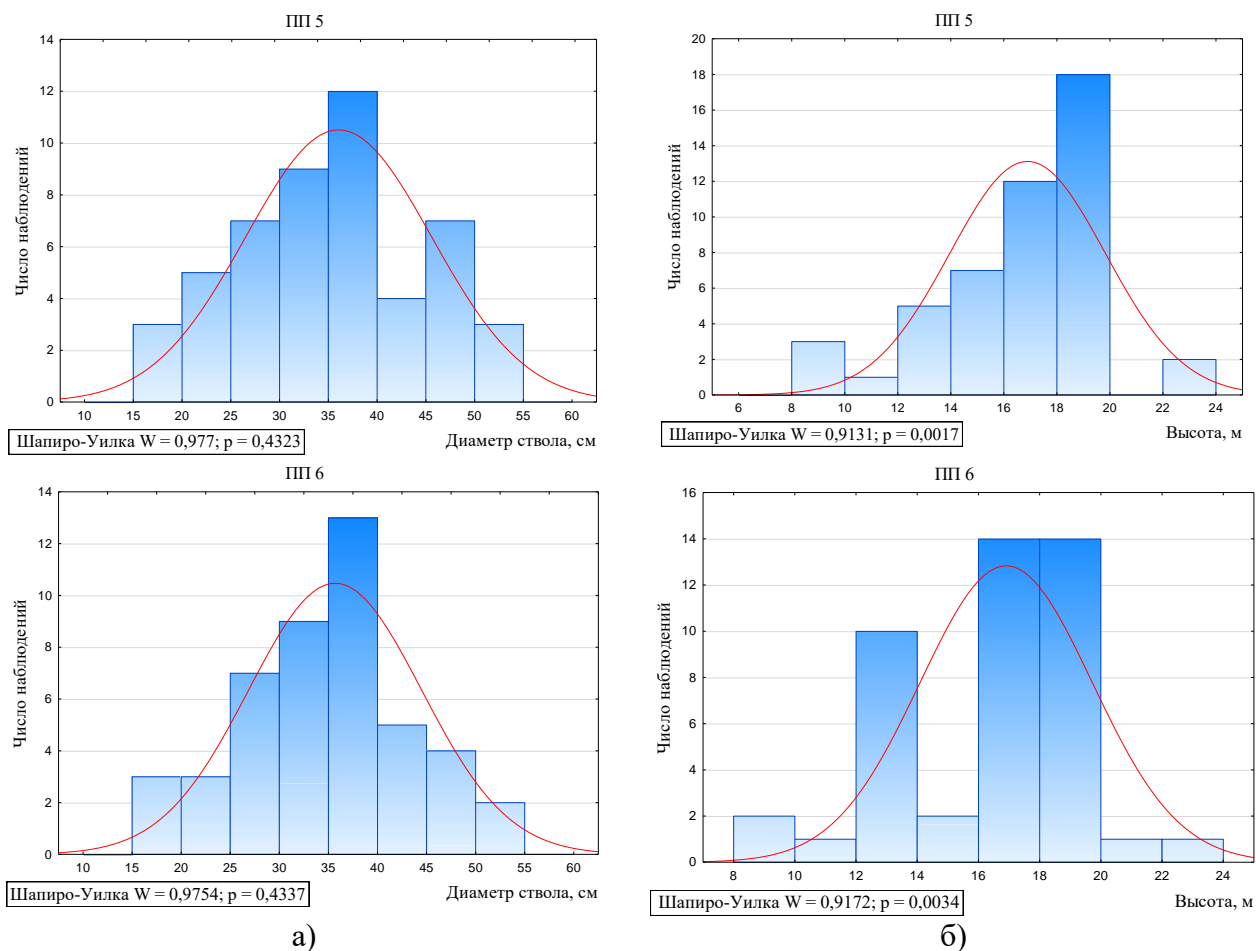


Рисунок 3.9 – Гистограммы распределения количества деревьев дуба черешчатого по диаметру (а) и высоте (б) (продолжение)

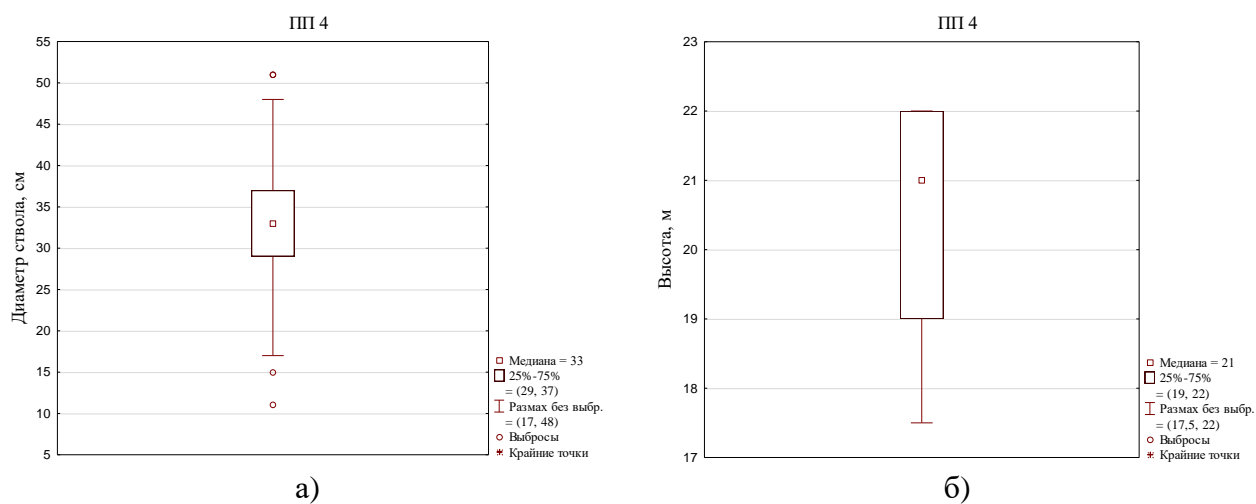


Рисунок 3.10 – Гистограммы размаха количества деревьев дуба черешчатого по диаметру (а) и высоте (б)

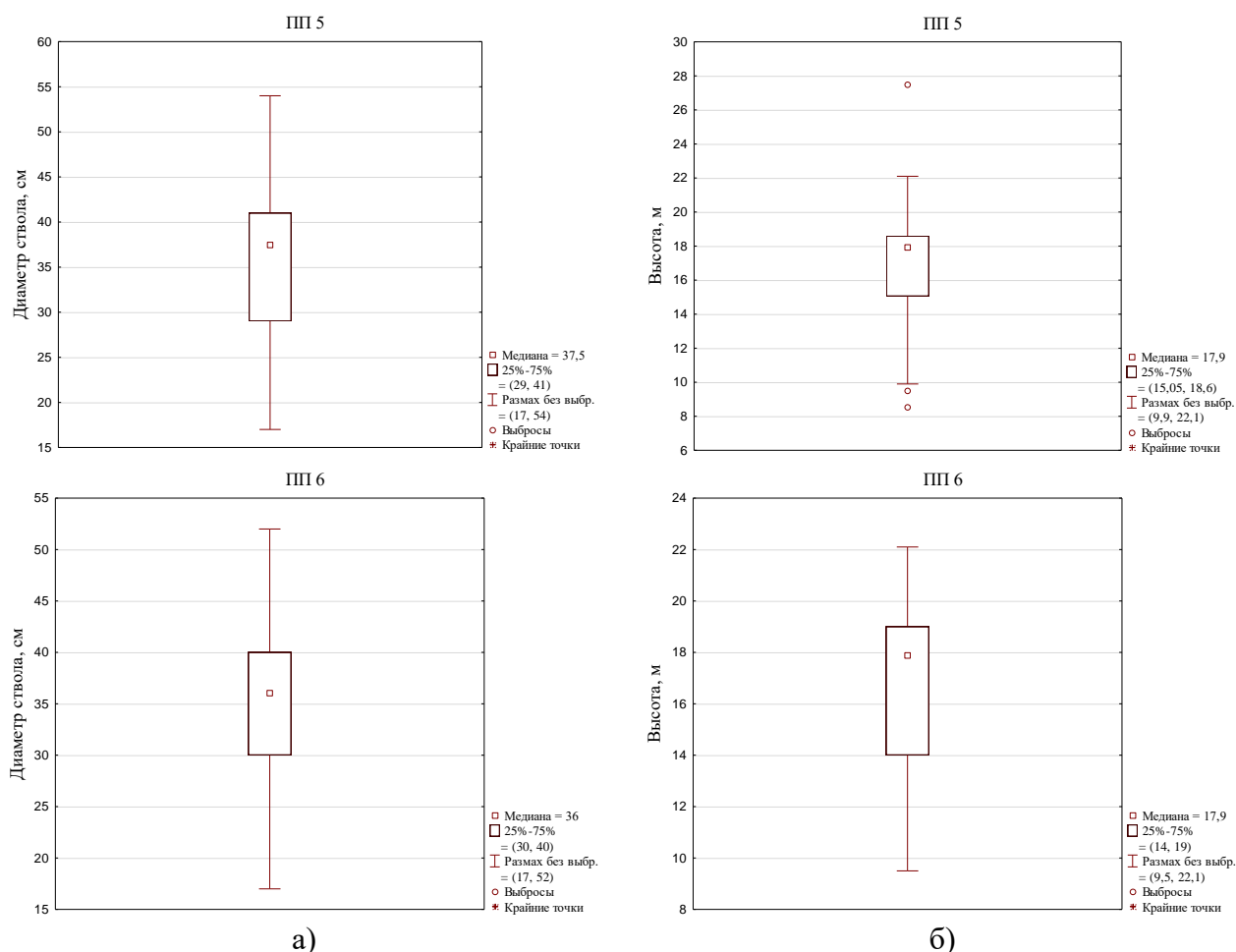


Рисунок 3.10 – Гистограммы размаха количества деревьев дуба черешчатого по диаметру (а) и высоте (б) (продолжение)

### *Состояние и таксационные показатели полезащитной лесной полосы коридорного способа выращивания*

Полезащитная лесная полоса коридорного способа выращивания (рисунок 3.11) имеет протяженность 1,9 км и расположена с западо-северо-запада (ЗСЗ) на востоко-юго-восток (ВЮВ). Схема лесной полосы (рисунок 3.12): 1, 7 и 13 ряды – береза повислая чередуется с акацией желтой; 2, 6, 8, 12 ряды – ясень ланцетный; 3, 5, 9, 11 ряды – дуб черешчатый; 4, 10 – клен татарский.

В изучаемой лесной полосе встречаются следы антропогенного вмешательства, выраженные в самовольной порубке деревьев главной породы.

В данной лесной полосе нами были заложены три пробные площади. Их основные таксационные характеристики представлены в таблице 3.3.



Рисунок 3.11 – Полезащитная лесная полоса коридорного способа выращивания в системе лесных полос бывшего совхоза «Искра» Романовского района Саратовской области

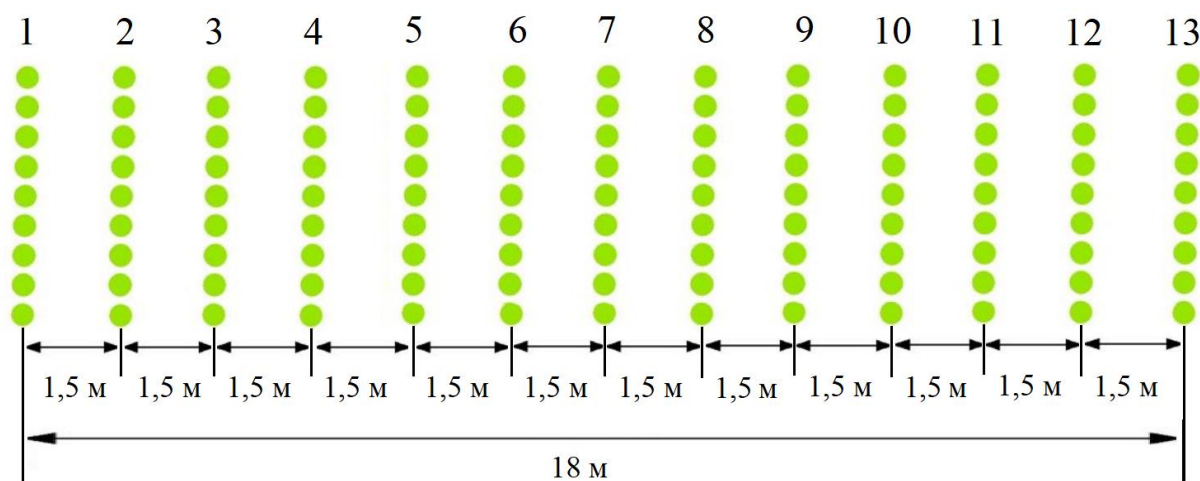


Рисунок 3.12 – Схема смешения древесных пород в полезащитной лесной полосе коридорного способа выращивания: 1, 7, 13 – Береза повислая + Акация желтая; 2, 6, 8, 12 – Ясень ланцетный; 3, 5, 9, 11 – Дуб черешчатый; 4, 10 – Клен татарский

Таблица 3.3 – Основные таксационные характеристики пробных площадей в ПЗЛП коридорного способа выращивания (Романовский район)

Способ выращивания	Возраст	№ ПП	Ярус	Состав	Породы	Средний диаметр, см	Средняя высота, м	Класс бонитета	Жизненное состояние
Коридорный	73	ПП 7	1	1Д4Я4Б1 В	Д	20,4	15,3	4	1,6
					Я	25,6	16,5	3	
					Б	41,6	16,1	3	
					В	32,5	18,6	3	
		ПП 8	2	6Я2Кло2В	Я	15,2	9,1	-	2,0
					Кло	11,5	8,5		
					В	17,7	9,3		
		ПП 9	1	1Д4Я3Б2 В	Д	19,8	15,1	4	1,7
					Я	23,6	16,4	3	
					Б	36,2	19,0	2	
					В	29,6	16,0	3	
		ПП 9	2	5Я3В2Б	Я	14,6	8,8	-	2,3
					В	15,5	9,3		
					Б	12,8	9,1		
		ПП 9	1	1Д4Я4Б1 В	Д	20,6	15,3	4	1,7
					Я	24,9	16,4	3	
					Б	39,7	18,5	3	
					В	15,3	15,7	4	
		ПП 9	2	6Я2В2Кло	Я	14,9	8,8	-	2,1
					В	15,3	9		
					Кло	11,8	8,6		

Д – дуб черешчатый; Кло – клен остролистный; Я – ясень ланцетный; Б – береза повислая; В – вяз гладкий

Лесоводственно-таксационные характеристики на данных пробах имеют между собой некоторое различие. Возраст всех трех пробных площадей на момент исследования составлял 73 года. К этому времени на их территории сформировалось двухъярусное насаждение.

Первый ярус в исследуемой лесной полосе представлен такими породами как дуб черешчатый, ясень ланцетный, береза повислая, вяз гладкий и клен остролистный. Главная порода на всех пробных площадях представлена в составе на одинаковом уровне (по 1 единице дуба в составе на каждую пробную площадь). Показатели среднего диаметра главной породы во всех трех пробных площадях почти идентичны, однако наибольший показатель среднего диаметра



главной породы был зарегистрирован в ПП 9. Он превысил средние диаметры на ПП 7 и ПП 8 на 0,2 см (1,0 %) и 1,0 см (4,9 %) соответственно. Показатели средней высоты дуба также практически идентичны – 15,3 м – пришелся на ПП 7 и ПП 9 и 15,1 м – на ПП 8. Отставание дуба по высоте от других пород в лесной полосе наглядно заметно по вогнутому профилю изучаемой полосы (рисунок 3.13). Показатель продуктивности главной породы оказался одинаковым для всех пробных площадей. На протяжении всей лесной полосы дуб черешчатый произрастал по четвертому бонитету. Показатели жизненного состояния насаждения для всех трех пробных площадей практически идентичны. Несколько выше этот показатель оказался на ПП 7.

Второй ярус данной лесной полосы представлен ясенем ланцетным, вязом гладким, березой повислой и кленом остролистным. Главная порода (дуб) во втором ярусе не представлена. Основу второго яруса во всех трех пробных площадях составил ясень ланцетный (от 5-6 единиц в составе).



Рисунок 3.13 – Вогнутый профиль полезащитной лесной полосы коридорного способа выращивания, указывающий на отставание в росте дуба по сравнению с его спутниками

При статистической обработке биометрических показателей (рисунки 3.14, 3.15; приложение Д) выявились следующие закономерности. На пробных площадях для биометрических показателей деревьев дуба черешчатого наблюдались в основном ненормальные распределения. Если учитывать редкую

возможность встречи в лесных сообществах нормального распределения биометрических показателей, то данная динамика является вполне естественной и для данной лесной полосы. Асимметрия в большинстве случаев положительная (правосторонняя), что говорит о преобладании биометрических показателей выше средних. Отрицательная (левосторонняя) асимметрия, при этом сильно близкая к нулю имелаась только при распределении высот на ПП 7 и ПП 8. Такие значения асимметрии говорят нам о близости такого распределения высот к нормальному. Эксцесс биометрических показателей имеет как отрицательные, так и положительные значения. При этом отрицательные значения эксцессов, как и в полегающей лесной полосе гнездового способа выращивания, показали распределения деревьев дуба по высоте, а положительные – распределения по диаметрам. Это указывает на различный характер распределения количества деревьев дуба черешчатого по высотам и диаметрам. Дуб в данной лесополосе показывает более плавное по сравнению с нормальным распределение по высотам, и довольно резкое распределение по диаметрам.

Размах значений по диаметру примерно одинаков для всех трех пробных площадей. Размах высот дуба, в свою очередь, не отличается такой стабильностью. Наибольшие значения этого размаха продемонстрировали ПП 7 и ПП 9. Это указывает на различный характер динамики величины биометрических показателей дуба черешчатого в данной полегающей лесной полосе.

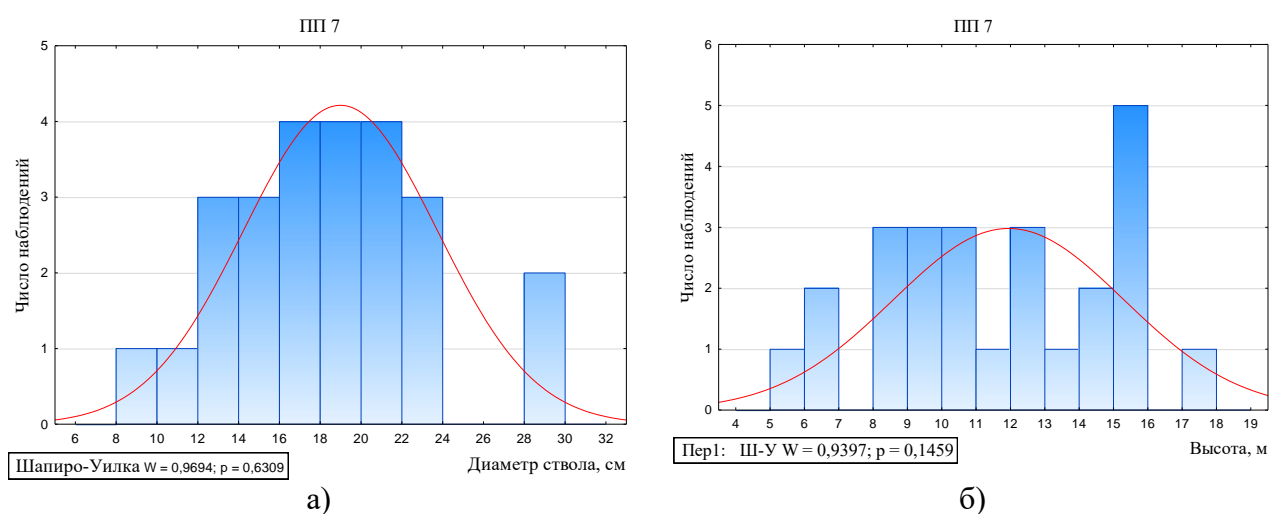
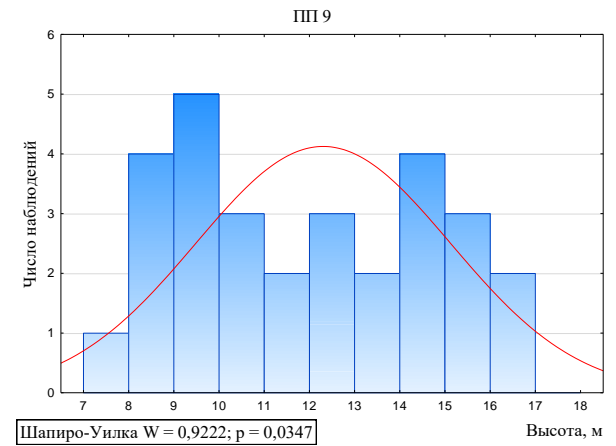
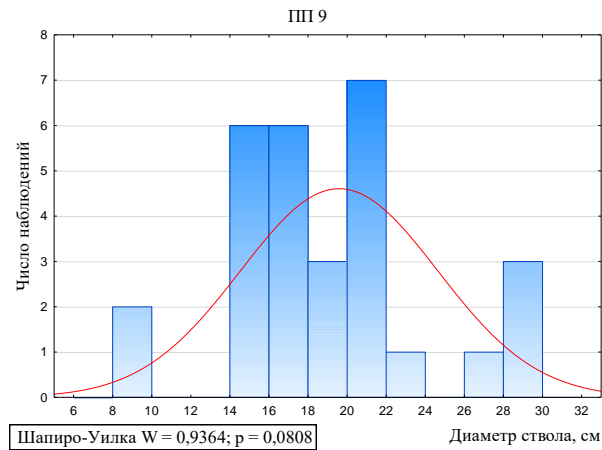
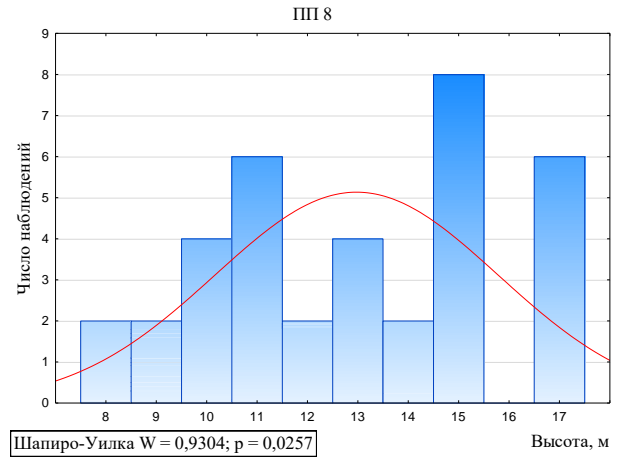
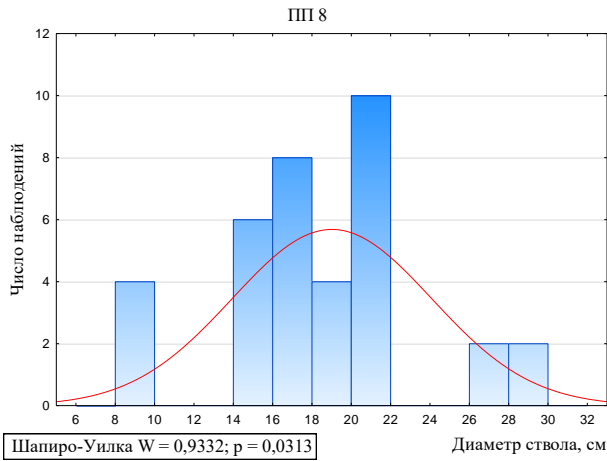


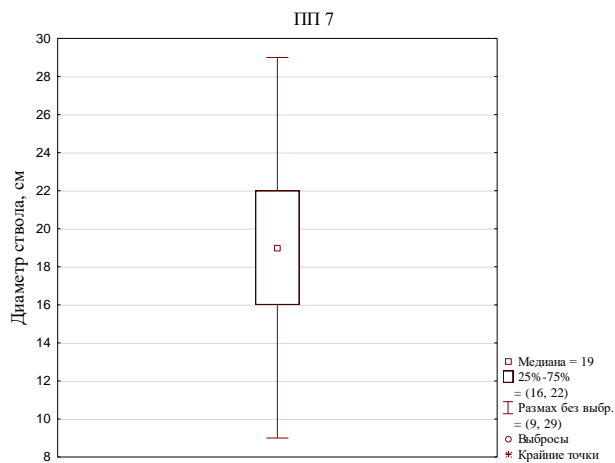
Рисунок 3.14 – Гистограммы распределения количества деревьев дуба черешчатого по диаметру (а) и высоте (б)



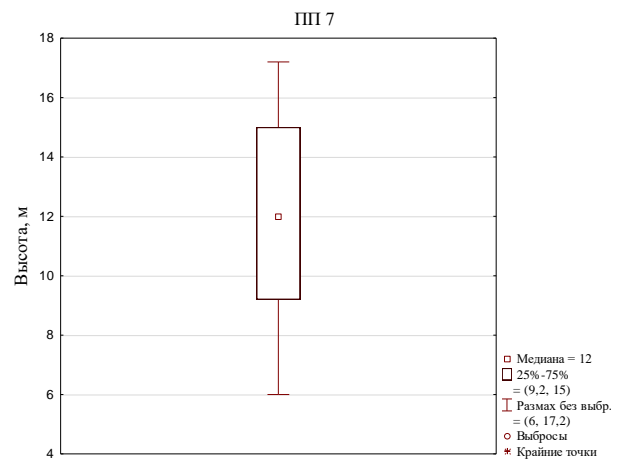
а)

б)

Рисунок 3.14 – Гистограммы распределения количества деревьев дуба черешчатого по диаметру (а) и высоте (б) (продолжение)



а)



б)

Рисунок 3.15 – Гистограммы размаха количества деревьев дуба черешчатого по диаметру (а) и высоте (б)



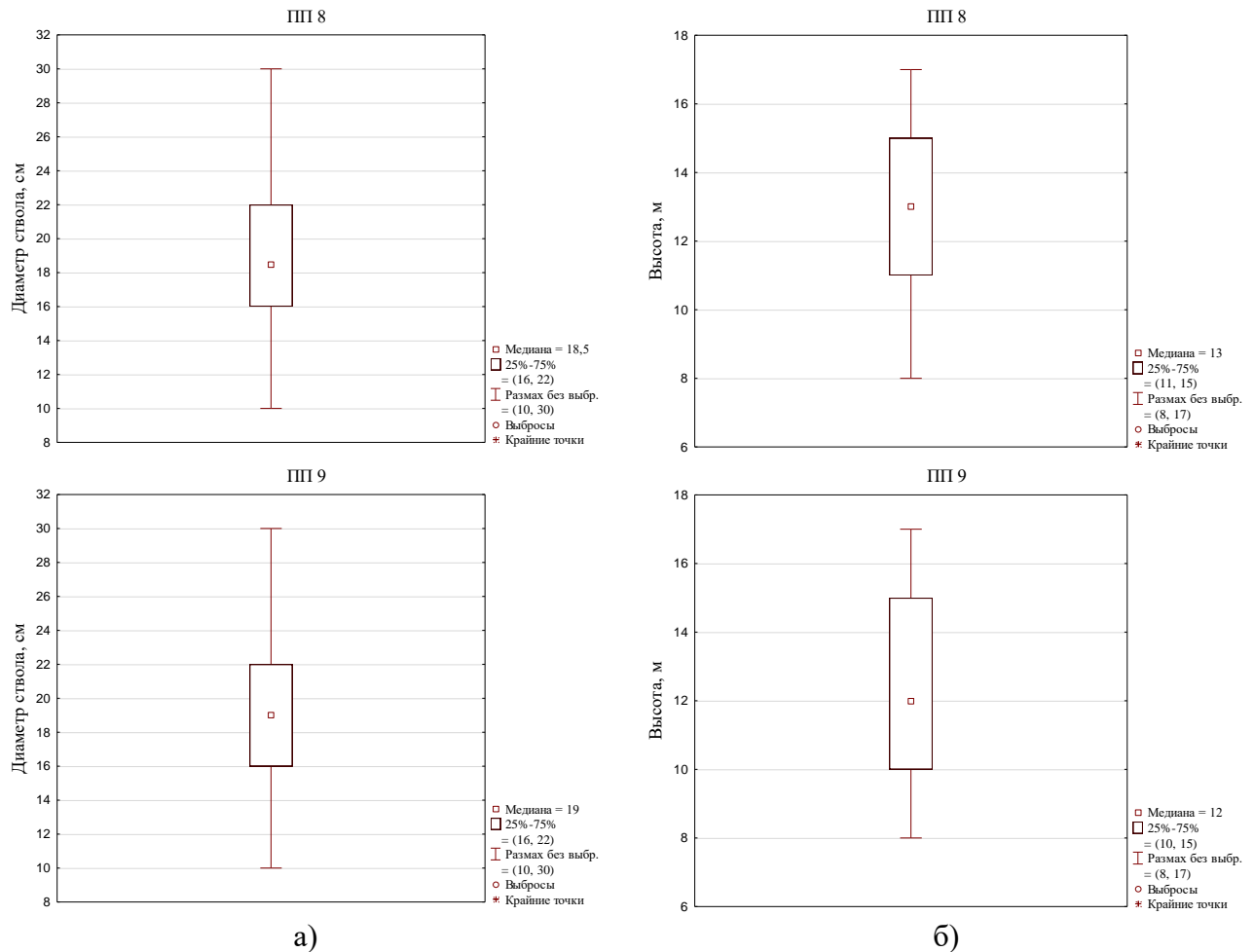


Рисунок 3.15 – Гистограммы размаха количества деревьев дуба черешчатого по диаметру (а) и высоте (б) (продолжение)

### *Система полегающих лесных полос «Тамбовские посадки» Екатериновского района Саратовской области*

Данная система была заложена в 1926 году под руководством Н. Т. Годунова. Она представляет собой микросистему [123], состоящую из узких полегающих полос шириной 13,5 м.; расстояние между полосами имеют различную ширину (от 80 до 160 м.). Общая площадь самой системы – 27,5 га, а площадь защищаемой ею пашни – 435 га [148].

16 лесных полос, входящих в состав данной системы, состоят из 9 рядов и имеют длину 1000 м с 20-метровыми разрывами через каждые 180 м. полосы.

Главной породой в полегающей лесной полосе системы лесных полос «Тамбовские посадки» Екатериновского района Саратовской области является дуб черешчатый (*Quercus robur* L.), а его спутниками – клен остролистный (*Acer*

*platanoides* L.) и вяз обыкновенный (*Ulmus laevis* Pall.). Из кустарников использовались в основном акация желтая (*Caragana arborescens* Lam.), а также жимолость татарская (*Lonicera tatarica* L.), боярышник отогнуточашелистиковый (*Crataegus curvisepala* Lindm.), лещина обыкновенная (*Corilus avellana* L.). Почва готовилась по системе зяблевой вспашки. Посадка ручная, под лопату. Уходы проводились до 3-х лет [148, 179].

*Состояние и таксационные показатели полезащитной лесной полосы рядового способа выращивания*

Полезащитная лесная полоса рядового способа выращивания (рисунок 3.16) имеет протяженность 0,8 км и расположена с западо-северо-запада (ЗСЗ) на востоко-юго-восток (ВЮВ). Схема лесной полосы (рисунок 3.17): 1 и 9 ряды кустарника – акация желтая, боярышник однопестичный, лещина обыкновенная; 3, 4, 6, 7 ряды – акация желтая; 3 и 7 ряды – вяз гладкий чередуется с кленом остролистным; 5 ряд – дуб черешчатый. В изучаемой лесной полосе встречаются следы антропогенного вмешательства, выраженные в самовольной порубке деревьев главной породы.



Рисунок 3.16 – Полезащитная лесная полоса рядового способа выращивания в системе полезащитных лесных полос «Тамбовские посадки» Екатериновского района Саратовской области

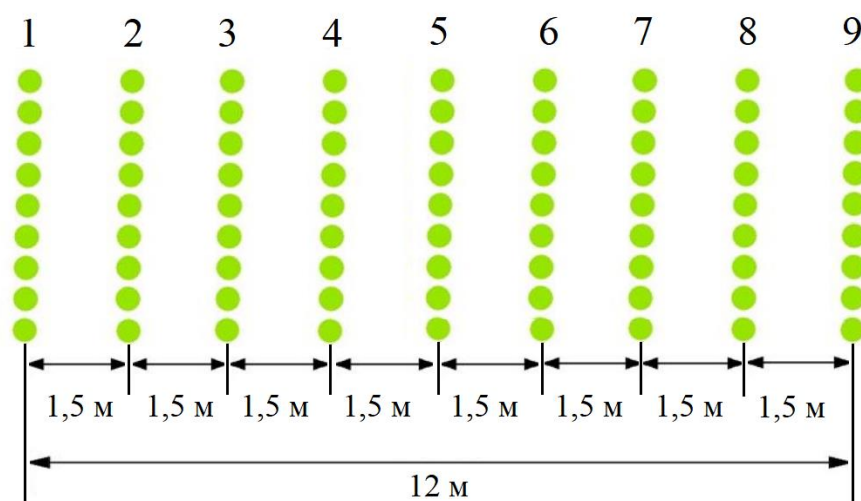


Рисунок 3.17 – Схема смешения древесных пород в полевых защитной лесной полосе рядового способа выращивания: 1, 9 – Акация желтая + боярышник однопестичный + лещина обыкновенная; 3, 4, 6, 7 – Акация желтая; 3, 7 – Вяз гладкий + Клен остролистный; 5 – Дуб черешчатый

В изучаемой лесной полосе нами были заложены три пробные площади. Их основные таксационные характеристики представлены в таблице 3.4.

Таблица 3.4 – Основные таксационные характеристики пробных площадей в ПЗЛП рядового способа выращивания (Екатериновский район)

Способ выращивания	Возраст	№ ПП	Ярус	Состав	Породы	Средний диаметр, см	Средняя высота, м	Класс бонитета	Жизненное состояние
Рядовой	96	ПП 10	1	2Д3Кло3В2 Я	Д Кло В Я	29,0 27,6 25,9 24,8	18,4 15,8 17,0 17,0	3 4 3 3	1,9
			2	8Кло2В	Кло В	7,1 7,2	11,4 10,3	-	2,3
		ПП 11	1	1Д4Кло4В1 Я	Д Кло В Я	33,9 27,8 24,5 23,9	17,3 17,0 16,4 16,0	3 3 3 3	2,1
			2	9Кло1В	Кло В	9,6 11,6	9,3 7,5	-	2,3
		ПП 12	1	2Д4Кло4В	Д Кло В	38,2 30,0 24,2	17,1 16,7 17,5	3 3 3	1,8
			2	9Кло1В	Кло В	9,2 9,9	10,9 12,4	-	2,1



Главная порода на всех пробных площадях кроме ПП 11 представлена в составе на одинаковом уровне (по 2 единице дуба в составе на ПП 10 и ПП 12 и 1 единица дуба на ПП 11). Наибольший показатель среднего диаметра главной породы был зарегистрирован в ПП 12. Он превысил средние диаметры на ПП 10 и ПП 11 на 4,3 см (24,0 %) и 9,2 см (11,3 %) соответственно. Наибольшая средняя высота дуба была зарегистрирована на ПП 10, где она составила 18,4 м. На ПП 11 и ПП 12 показатель средней высоты был ниже на 1,1 м (6,0 %) и 1,3 м (7,1 %) соответственно. Показатель продуктивности главной породы оказался одинаковым для всех пробных площадей. На протяжении всей лесной полосы дуб черешчатый произрастал по третьему бонитету. Показатели жизненного состояния насаждения для всех трех пробных площадей идентичны.

Второй ярус данной лесной полосы представлен вязом гладким и кленом остролистным. Главная порода (дуб) во втором ярусе не представлена. Основу второго яруса во всех трех пробных площадях составил клен остролистный (от 8 до 9 единиц в составе) (рисунок 3.18).

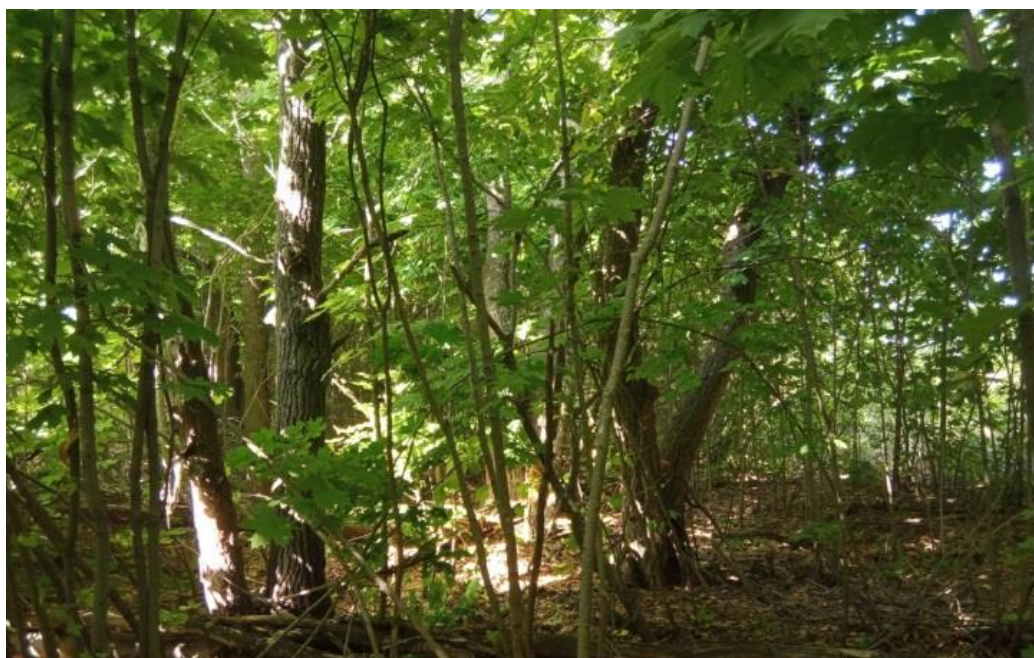


Рисунок 3.18 – Вид изнутри полевозащитной лесной полосы рядового способа выращивания системы «Тамбовские посадки»

При статистической обработке данных (рисунки 3.19, 3.20; приложение Д) выявились следующие закономерности. На пробных площадях для биометрических показателей деревьев дуба черешчатого наблюдались в основном

ненормальные распределения. Если учитывать редкую возможность встречи в лесных сообществах нормального распределения биометрических показателей, то данная динамика является вполне естественной и для данной лесной полосы. Асимметрия в данной полевозащитной лесной полосе имеет как положительный (правосторонний), так и отрицательный (левосторонний характер) что говорит о преобладании в одних случаях биометрических показателей выше средних, а в других – ниже средних. Положительная асимметрия для большей части пробных площадей была характерна для распределения диаметров, а отрицательная – для распределения высот. Исключение составляют распределение диаметров ствола на ПП 10 и распределение высот на ПП 12. Несмотря на эти исключения, большая часть пробных площадей продемонстрировала различия в характере распределения высот и диаметров. Экссесс биометрических показателей имеет преимущественно положительные значения, что указывает на наличие выбросов и более резкое, по сравнению с нормальным, распределение количества деревьев дуба черешчатого по биометрическим показателям. Исключение составило лишь распределение высот для ПП 12, для которого характерно, наоборот, более плавное распределение. Наиболее высоким размах значений по диаметру был на ПП 12, наиболее низким – на ПП 10. Наивысший размах значений по высоте также был на ПП 12, а самое низкое значение размаха по высоте было на ПП 10. Это указывает схожесть динамики разброса значений как диаметров, так и высот.

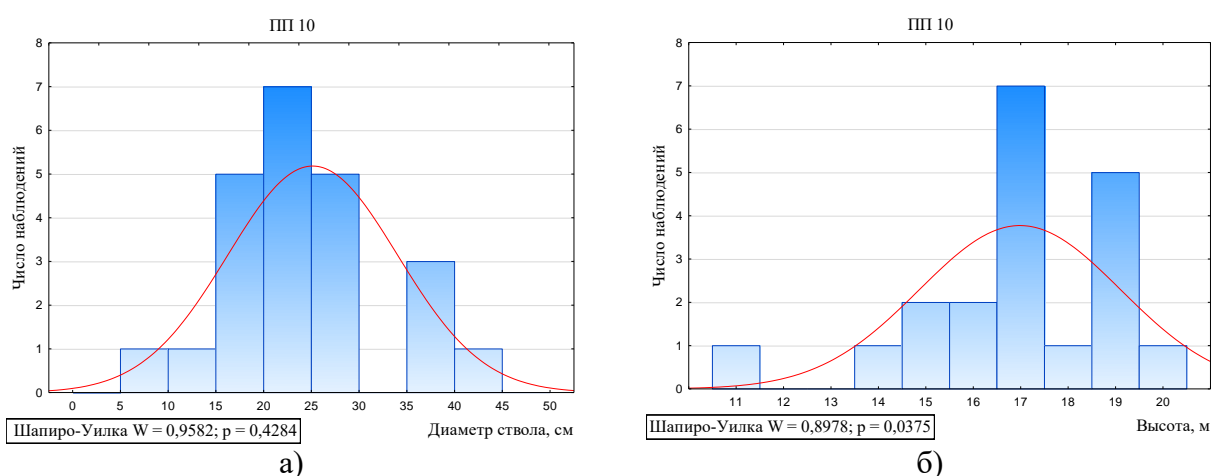
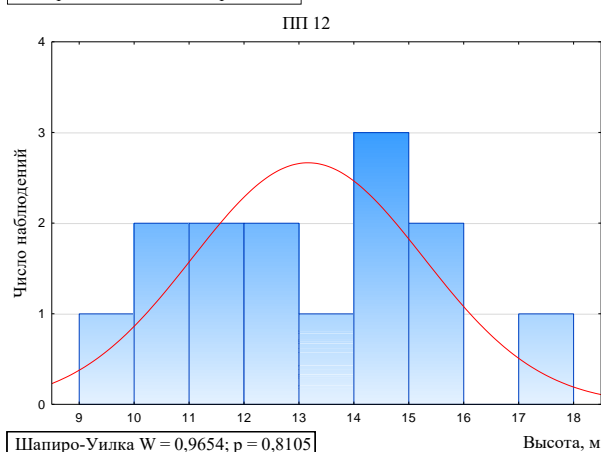
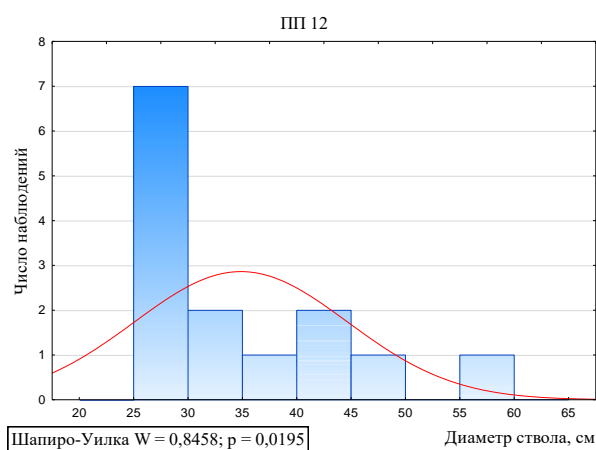
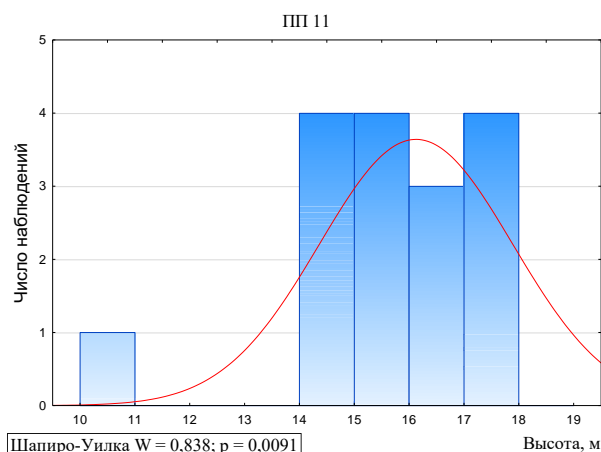
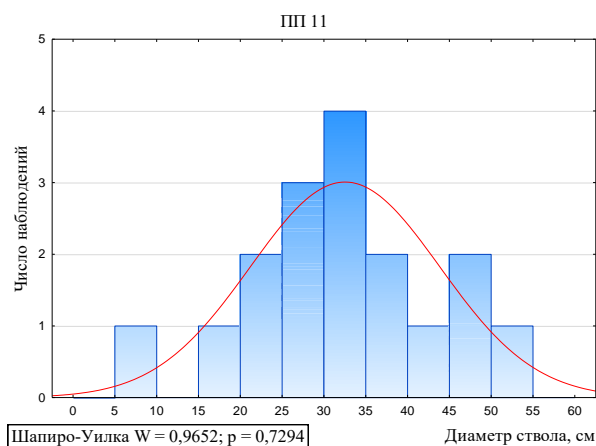


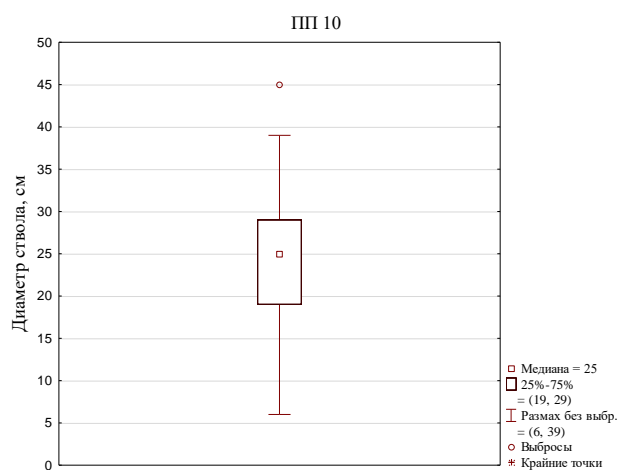
Рисунок 3.19 – Гистограммы распределения количества деревьев дуба черешчатого по диаметру (а) и высоте (б)



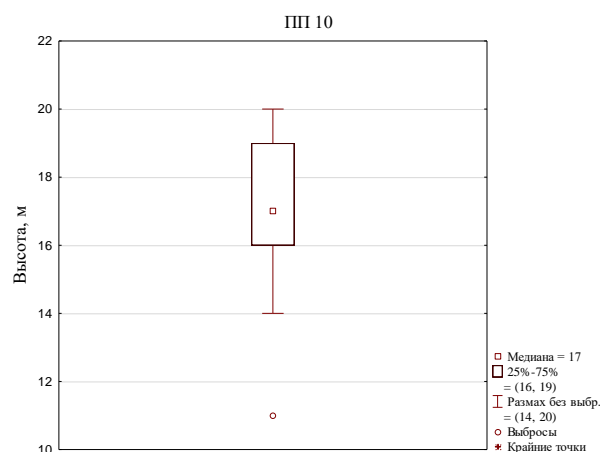
а)

б)

Рисунок 3.19 – Гистограммы распределения количества деревьев дуба черешчатого по диаметру (а) и высоте (б) (продолжение)



а)



б)

Рисунок 3.20 – Гистограммы размаха количества деревьев дуба черешчатого по диаметру (а) и высоте (б)

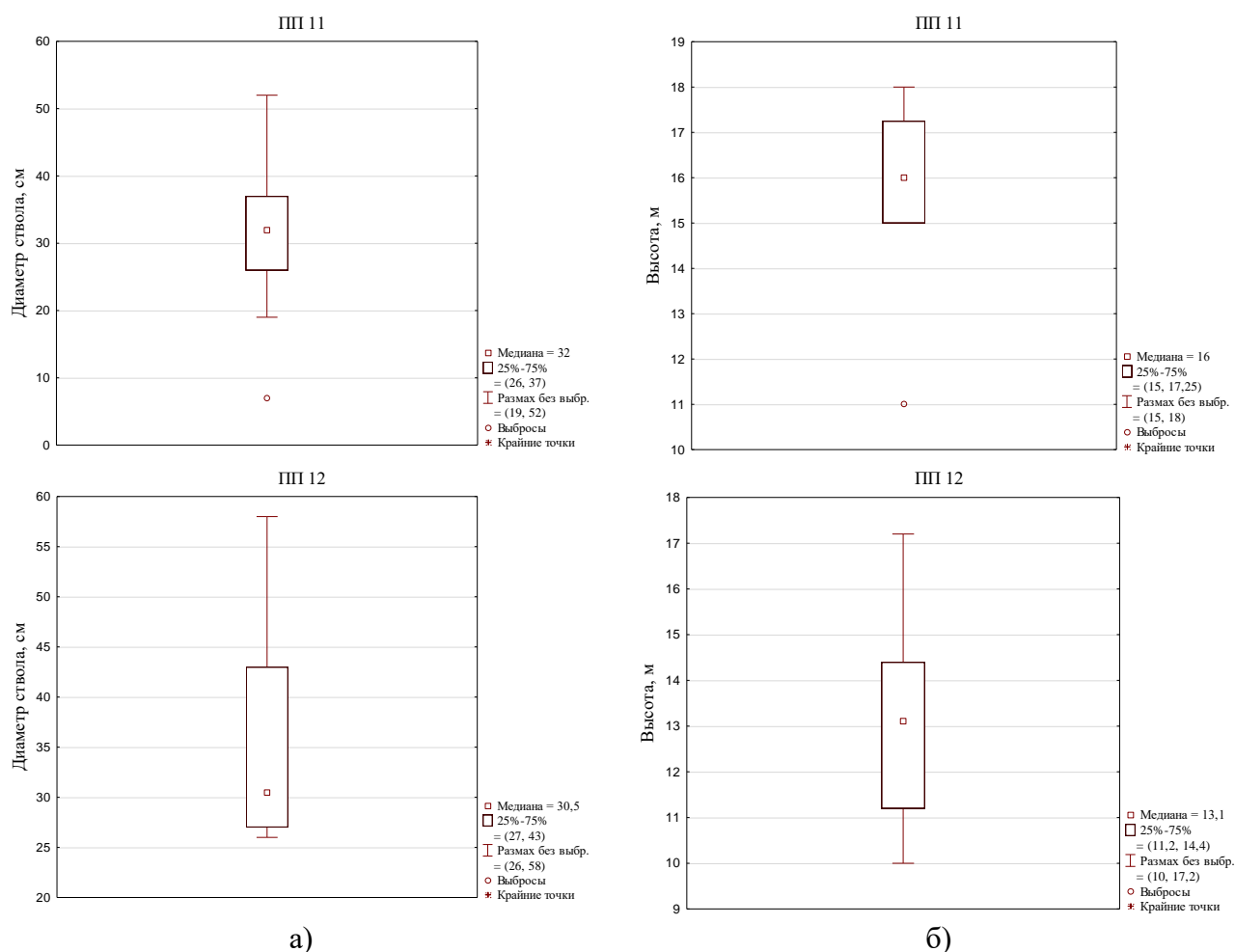


Рисунок 3.20 – Гистограммы размаха количества деревьев дуба черешчатого по диаметру (а) и высоте (б) (продолжение)

Средние таксационные показатели по полезащитным полосам вышеуказанных способов выращивания представлены в таблице 3.5.

Таблица 3.5 – Средние таксационные показатели полезащитных лесных полос разных способов выращивания

Способ выращивания	Состав	Возраст	Породы	Средний диаметр	Средняя высота	Класс бонитета	Жизненное состояние
Рядовой с вязом	2Д4В4КЛО	73	Д	26,0	19,0	2	84
			В	15,5	15,5	4	
			КЛО	23,0	16,8	3	
Рядовой с ясенем	4Д5Я1В	73	Д	43,3	17	3	80
			Я	32,2	16	3	
			В	33,2	15,3	4	
Гнездовой	2Д7Я1КЛО	73	Д	34,6	18,9	3	89
			Я	26	15,5	4	
			КЛО	18,1	14,8	4	
Коридорный	1Д4Я3Б2В	73	Д	20,1	15,2	4	84
			Я	24,6	16,5	3	
			Б	38,9	18,8	3	
			В	31,1	16,1	3	

В исследуемых лесных полосах наибольшее значение среднего диаметра дуба было выявлено в полосах рядового способа выращивания с участием ясеня ланцетного – этот показатель в данной лесной полосе превосходит аналогичные показатели лесной полосы рядового способа выращивания с участием вяза на 40%; лесной полосы гнездового способа выращивания на 20%; лесной полосы коридорного способа выращивания на 54%.

Лучший показатель средней высоты главной породы был замечен в полезащитных лесных полосах гнездового и рядового – с участием вяза – способов выращивания, что на 10% выше аналогичного показателя в рядовой полезащитной лесной полосе с участием ясеня и на 20% выше, чем в полезащитной лесной полосе коридорного способа выращивания. Полезащитная лесная полоса коридорного способа выращивания не только отстает от остальных изучаемых лесных полос по показателю средней высоты главной породы, но и внутри самой этой полосы дуб по высоте отстает от своих спутников (в первую очередь от ясеня) на 8%. Это является свидетельством того, что в полезащитной лесной полосе коридорного способа выращивания спутники подавляют рост главной породы (дуба).

Лучшая продуктивность дуба (II класс бонитета) была продемонстрирована полезащитной лесной полосой рядового способа выращивания с участием вяза. Несколько хуже уровень данного показателя главной породы (III класс бонитета) был представлен в полезащитных лесных полосах рядового – с участием ясеня – и гнездового способов выращивания. Наихудший показатель продуктивности (IV класс бонитета) показала полезащитная лесная полоса коридорного способа выращивания.

При относительно схожем для всех изучаемых лесных полос и достаточно высоком уровне жизненного состояния главной породы (от 80 до 89% по Алексееву) лучший результат по этому показателю продемонстрировала полезащитная лесная полоса гнездового способа выращивания.

Из вышеуказанных таксационных характеристик можно сделать следующий вывод – каждый их вышеперечисленных способов выращивания – за



исключением коридорного – так или иначе позитивно влияет на основные таксационные показатели главной породы. Выделить наилучший способ на данном этапе исследований крайне сложно.

### **3.2 Влияние способа выращивания полезащитных лесных полос на рост и развитие дуба**

Разные способы выращивания дуба черешчатого в полезащитных лесных полосах предполагают различие между собой по многим параметрам (схема смешения, процентное соотношения пород, входящих в состав лесной полосы, густота посадки и др.), которые учитывались при создании этих лесных полос. Совокупность этих параметров создают для дуба уникальные условия, которые могут оказывать влияние на его ростовые показатели, в том числе на продуктивность камбия, так и на взаимоотношения со спутниками. С целью установления влияния на показатели роста и развития дуба черешчатого способа выращивания полезащитных лесных полос, был проведен расчет основных показателей взаимоотношений пород, входящих в состав каждой из исследуемых лесных полос (таблица 3.6).

Наличие березы в составе полезащитной лесной полосы коридорного способа выращивания может показаться фактором, который нарушает чистоту проводимого сравнения способов выращивания полезащитных лесных полос, привнося в него фактор влияния подбора пород-спутников. Однако, в данном случае, наличие березы обусловлено в первую очередь спецификой коридорного способа выращивания. Данный способ подразумевает выращивание дуба в коридорах из быстрорастущих пород, в частности в коридорах из берёзы. Поэтому влияние березы на ростовые показатели произрастающего с ней дуба черешчатого является прямым следствием данного способа выращивания.

Наибольший уровень продуктивности камбия главной породы был зарегистрирован в полезащитных лесных полосах рядового способа выращивания.

Таблица 3.6 – Показатели взаимоотношений древесных пород лесных полос объектов исследования

Способ выращивания ПЗЛП	Порода	ПНР, см/см <sup>2</sup>	ККО	СУН	ПК, дм <sup>3</sup> /м <sup>2</sup>
Рядовой	Д	0,77	1	1,94	2,51
	Я	1,22	0,62		1,93
	В	2,4	0,32		1,96
Гнездовой	Д	2,04	1	2,04	2,11
	Я	2,91	0,69		1,61
	Клю	6,10	0,35		1,20
Коридорный	Д	4,79	0,34	2,55	1,30
	Я	3,48	0,46		1,56
	Б	1,61	1		2,33
	В	2,13	0,75		1,88

Д – дуб черешчатый; КЛЮ – клен остролистный; В – вяз гладкий; Я – ясень ланцетный; ПНР – показатель напряженности роста, см/см<sup>2</sup>; ККО – коэффициент конкурентных отношений; СУН – степень устойчивости насаждения; ПК – продуктивность камбия, дм<sup>3</sup>/м<sup>2</sup>

Этот показатель был на 16% выше рассчитанной продуктивности камбия дуба в полезащитных лесных полосах гнездового способа выращивания и на 48% выше продуктивности камбия в полезащитных лесных полосах коридорного способа выращивания.

Показатель напряженности роста дуба, напротив, на момент исследования был выше в полезащитной лесной полосе коридорного способа выращивания, что в 6,2 раза больше, чем в полезащитных лесных полосах рядового способа выращивания и в 2,3 раза больше, чем в полезащитных лесных полосах гнездового способа выращивания. Такая величина показателя напряжённости роста при низком значении продуктивности камбия для полезащитных лесных полос коридорного способа выращивания является свидетельством того, что в данной лесной полосе главная порода находится в состоянии острой конкуренции со своими спутниками [183]. На это также указывает превосходство спутников над дубом по такому показателю, как средняя высота. Отставание продуктивности камбия дуба в коридорных полезащитных лесных полосах от аналогичного показателя дуба в полезащитных лесных полосах рядового и гнездового способов выращивания связана в том числе с сильной напряженностью роста главной

породы в этих полосах. Чем выше напряженность роста породы, тем ниже будет ее продуктивность камбия.

Подсчитанный коэффициент конкурентных отношений позволил выявить господство дуба над своими спутниками в полезащитных лесных полосах рядового и гнездового способов выращивания. В полезащитной лесной полосе коридорного способа выращивания дуб, наоборот, оказался подавлен своими спутниками, в первую очередь березой и ясенем, что является дополнительным подтверждением острых конкурентных взаимоотношений дуба со своими спутниками при коридорном способе выращивания лесных полос.

В целях анализа хода роста таксационного диаметра дуба черешчатого для трех основных способов выращивания лесных полос с его участием нами был построен график, представленный на рисунке 3.21. Для построения данного графика использовались данные, полученные в результате цифрового обмера взятых в изучаемых лесных полосах кернов дуба. Именно за счет наличия этих данных появляется возможность изучения динамики радиальных приростов на протяжении нескольких десятилетий.

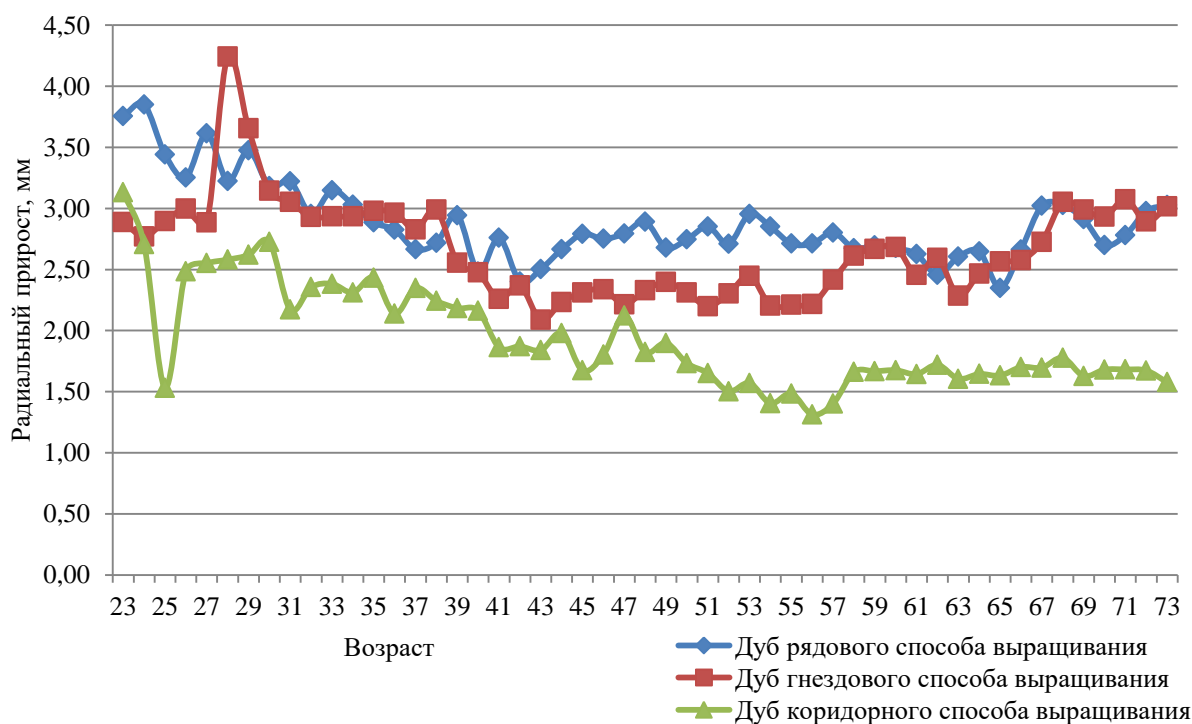


Рисунок 3.21 – Сравнение хода роста по диаметру дуба черешчатого в полезащитных лесных полосах разных способов выращивания

Так, за последние 50 лет с момента исследования (с 1972 по 2022 гг.) наибольшее среднее значение толщины годичного кольца дуба черешчатого было характерно для полезащитных лесных полос рядового способа выращивания, что на 7% больше, чем аналогичное значение в полезащитных лесных полосах гнездового способа выращивания и на 33% больше, чем в полезащитных лесных полосах коридорного способа выращивания. За исследуемый период радиальный прирост главной породы в полезащитных лесных полосах рядового способа выращивания превосходил аналогичный показатель полезащитных лесных полос гнездового способа выращивания на протяжении 37 лет – в частности в интервал с 1990 по 2008 год это превосходство повторялось ежегодно (19 лет подряд).

Таким образом, для 72, 5% лет от исследуемых 50 наибольший показатель средней толщины годичного кольца (радиальный прирост) дуба черешчатого был характерен для полезащитной лесной полосы рядового способа выращивания.

Средний ежегодный радиальный прирост дуба черешчатого в полезащитных лесных полосах рядового способа выращивания превышает средний ежегодный радиальный прирост дуба в полезащитных лесных полосах коридорного способа выращивания на протяжении всех исследуемых 50 лет. Дуб в полезащитных лесных полосах гнездового способа выращивания превосходит коридорный дуб по аналогичному показателю на протяжении всего исследуемого временного интервала, кроме 1972 года. Прослеживаемая выше динамика демонстрирует отставание дуба черешчатого в полезащитных лесных полосах коридорного способа выращивания по радиальному приросту от дуба в полезащитных лесных полосах рядового и гнездового способов выращивания в большей части случаев (почти 100%).

Следует отметить, что несмотря на свое отставание в росте и развитии главной породы полезащитная лесная полоса коридорного способа выращивания превосходит полезащитные способы рядового и гнездового способов выращивания по такому показателю, как степень устойчивости. Этот показатель в полезащитной лесной полосе коридорного способа выращивания оказался на 24% выше, чем в рядовой и на 205 выше, чем в гнездовой лесной полосе.

Превосходство полезащитной лесной полосы коридорного способа выращивания над другими исследуемыми лесными полосами в рамках данного параметра объясняется тем, что береза и ясень, подавив главную породу (дуб), не чувствуют с ее стороны достаточной силы конкурентного влияния.

С целью определения достоверности и степени влияния способа выращивания полезащитных лесных полос на радиальные приросты дуба черешчатого был проведен анализ их статистических характеристик с помощью инструментов программы «Statistica 10», а именно – дисперсионный анализ и расчет критериев Фишера (F) и Стьюдента (t). Результаты вышеуказанных расчетов приведены в таблицах 3.7 и 3.8.

Таблица 3.7 – Результаты однофакторного дисперсионного анализа влияния способа выращивания полезащитных лесных полос на радиальные приросты дуба черешчатого

Эффект	Степени свободы	Радиальные приросты дуба черешчатого			
		Сумма квадратов	Дисперсия	F-критерий фактический	p-критерий значимости
Способ выращивания ПЗЛП	2	25,43	12,72	86,48	0,000001
Ошибка	150	22,06	0,15		
Всего	152	47,49	12,86		

Таблица 3.8 – Результаты подсчета критерия Стьюдента

Переменная	Ср. знач.	t-критерий (фактический/теоретический)	Степени свободы	Ст. откл.	F- критерий теоретический
Радиальные приросты дуба черешчатого	2,88	12,89/1,98	100	0,32	1,6

Табличные значения F-критерия Фишера и t-критерия Стьюдента для сравнения с фактическими были взяты из «Методики полевого опыта» Б.А. Доспехова. При 5%-м уровне значимости и 152 степенях свободы  $F = 1,6$ ;  $t = 1,98$ . Расчетные (фактические) значения F- и t-критериев оказались выше табличных, рассчитанный p-критерий значимости оказался ниже 0,05, что свидетельствует о наличии статистически достоверного влияния способа выращивания

полезащитных лесных полос на радиальные приросты дуба черешчатого. Значение описываемой влиянием способа выращивания полеззащитных лесных полос на радиальные приросты дуба черешчатого вариации, согласно проведенному дисперсионному анализу, составило 25,43, значение общей вариации – 47,49. Из этого следует, что выбранный способ выращивания описывает 53,5% общей вариации.

Приведенные выше статистические расчеты подтверждают позитивное влияние рядового способа выращивания полеззащитных лесных полос на дуб черешчатый в условиях степи Донской равнины и позволяют рекомендовать этот способ при выращивании полеззащитных лесных полос с участием дуба.

### 3.3 Воздействие преобладающей породы-спутника на рост и развитие дуба

Для определения влияния породы-спутника в полеззащитных лесных полосах с участием дуба на рост и развитие главной породы, нами был проведен расчет основных показателей взаимоотношений древесных пород, входящих в состав каждой из исследуемых лесных полос (таблица 3.9). Для такого сравнения нами были отобраны полеззащитные лесные полосы одинакового (рядового) способа выращивания, но с разными спутниками дуба (вяз и клен в первом и ясень во втором случае) [180, 184].

Таблица 3.9 – Показатели взаимоотношений древесных пород лесных полос объектов исследования

Способ выращивания ПЗЛП	Порода	ПНР, см/см <sup>2</sup>	ККО	СУН	ПК, дм <sup>3</sup> /м <sup>2</sup>
Рядовой с ясенем	Д	0,77	1	1,94	2,51
	Я	1,22	0,62		1,93
	В	2,4	0,32		1,96
Рядовой с вязом	Д	3,58	0,82	2,54	1,42
	В	2,92	1		0,91
	Кло	4,04	0,72		1,20
Д – дуб черешчатый; КЛО- клен остролистный; В – вяз гладкий; Я – ясень ланцетный; ПНР – показатель напряженности роста, см/см <sup>2</sup> ; ККО – коэффициент конкурентных отношений; СУН – степень устойчивости насаждения; ПК – продуктивность камбия, дм <sup>3</sup> /м <sup>2</sup>					

Продуктивность камбия дуба в полезащитных лесных полосах участием ясеня была на 43,5 % выше, чем продуктивность камбия дуба в лесной полосе того же назначения с вязом и кленом. Показатель напряженности роста напротив был выше у дуба черешчатого в смешении с вязом и кленом на 78,5 %, чем у дуба с ясенем ланцетным в качестве спутника. Высокий уровень данного показателя для дубовой полезащитной лесной полосы с участием вяза и клена, а также низкий уровень продуктивности камбия главной породы в этой лесной полосе указывает на высокую остроту конкуренции между дубом и его спутниками (в первую очередь с вязом) [181, 184]. Отставание дуба в смешении с вязом и кленом в продуктивности камбия и других ростовых показателях также связано с высоким уровнем напряженности роста в этой лесной полосе.

Подсчитанный коэффициент конкурентных отношений позволил выявить господство дуба над своими спутниками в полезащитной лесной полосе с участием ясеня. В другой исследуемой лесной полосе роль господствующей породы на себя взял вяз, что подтверждает наши выводы об остроте конкурентных взаимоотношений между дубом и вязом.

Следует отметить, что, несмотря на свое отставание в росте и развитии, главная порода в полезащитной лесной полосе с участием вяза и клена превосходит полезащитную лесную полосу с участием ясеня по такому показателю, как степень устойчивости на 24 %. Это превосходство объясняется фактом подавления дуба своими спутниками (в первую очередь вязом), следовательно, вяз не ощущает со стороны дуба достаточной силы конкурентного влияния, давая тем самым высокий уровень устойчивости.

Также нами был проанализирован ход роста дуба по диаметру для дубовых полезащитных лесных полос с участием разных пород-спутников (рисунок 3.22). Для построения данного графика использовались данные, полученные в результате цифрового обмера взятых в изучаемых лесных полосах кернов дуба (приложение Е). Именно за счет наличия этих данных появляется возможность изучения динамики радиальных приростов на протяжении нескольких десятилетий.

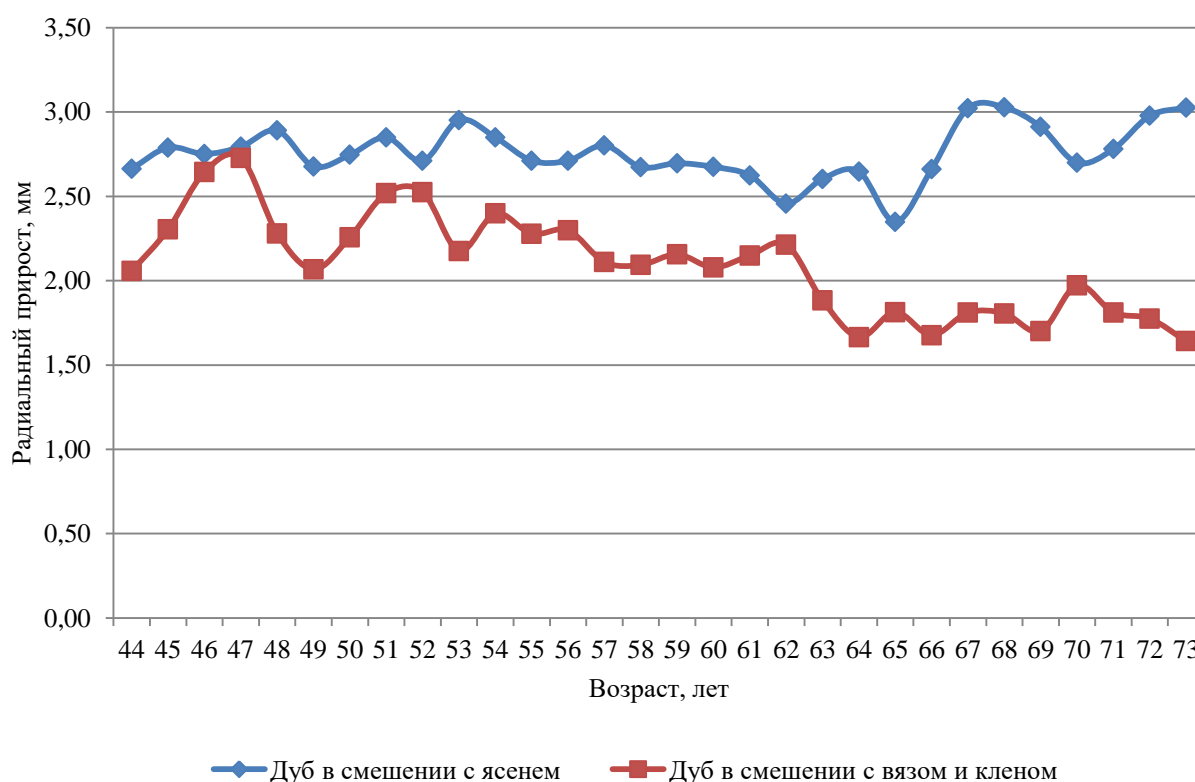


Рисунок 3.22 – Сравнение хода роста по диаметру дуба черешчатого в полезащитных лесных полосах с разными породами-спутниками

За тридцатилетний период наблюдается более высокие (выше на 24 %) показатели средней толщины годичного кольца в полезащитных лесных полосах с применением ясеня в качестве спутника дуба по сравнению с лесными полосами того же назначения с применением в качестве спутника дуба вяза гладкого и клена остролистного.

Все тридцать исследуемых лет показатели радиального прироста дуба в полезащитных лесных полосах с участием ясеня были выше, чем у дуба в полезащитных лесных полосах с участием вяза и клена.

Это указывает на то, что при одинаковом возрасте и способе выращивания дуб в полезащитных полосах дуб в смешении с вязом гладким и кленом остролистным показывает более низкий уровень радиального прироста.

С целью определения достоверности и степени влияния пород-спутников в составе полезащитных лесных полос на радиальные приросты дуба черешчатого был проведен анализ их статистических характеристик с помощью инструментов



программы «Statistica 10», а именно – дисперсионный анализ и расчет критериев Фишера (F) и Стьюдента (t). Результаты вышеуказанных расчетов приведены в таблицах 3.10 и 3.11.

Таблица 3.10 – Результаты однофакторного дисперсионного анализа влияния породы-спутников на радиальные приросты дуба черешчатого

Эффект	Степени свободы	Радиальные приросты дуба черешчатого			
		Сумма квадратов	Дисперсия	F-критерий фактический	p-критерий значимости
Смещение дуба с породами-спутниками	1	6,56	6,56	115,09	0,000001
Ошибка	58	3,31	0,06		
Всего	59	9,86	6,62		

Таблица 3.11 – Результаты подсчета критерия Стьюдента

Переменная	Ср. знач.	t-критерий (фактический/теоретический)	Число степеней свободы	Ст. откл.	F-критерий теоретический
Радиальные приросты дуба черешчатого	2,76	10,73/2,01	58	0,16	3,5

Табличные значения F-критерия Фишера и t-критерия Стьюдента для сравнения с фактическими были взяты из «Методики полевого опыта» Б.А. Доспехова. При 5%-м уровне значимости и 59 степенях свободы  $F = 3,5$ ;  $t = 2,01$ . Расчетные (фактические) значения F- и t-критериев оказались выше табличных, рассчитанный p-критерий значимости оказался ниже 0,05, что свидетельствует о наличии статистически достоверного влияния пород-спутников в составе полегающих лесных полос на радиальные приросты дуба черешчатого. Значение описываемой влиянием пород-спутников на радиальные приросты дуба черешчатого вариации, согласно проведенному дисперсионному анализу, составило 6,56, значение общей вариации - 9,86. Из этого следует, что выбранная порода-спутник описывает 66,5% общей вариации. Таким образом, можно сделать вывод, что подбор пород-спутников дуба при выращивании полегающих

лесных полос действительно влияет на показатели роста и развития дуба черешчатого.

Приведенные выше статистические расчеты подтверждают позитивное влияние ясеня ланцетного на дуб черешчатый в полегающих лесных полосах степи Донской равнины и позволяют рекомендовать эту породу в качестве спутника при выращивании полегающих лесных полос с участием дуба.

### 3.4 Влияние способа выращивания полегающих лесных полос и подбора пород-спутников на динамику продуктивности камбия дуба черешчатого

Для большего понимания степени влияния способа выращивания полегающих лесных полос на показатели роста и развития дуба черешчатого, нами были рассчитаны показатели продуктивности камбия для объектов исследования за последние 25 лет. При расчете использовалась формула А.И. Разаренова [150]. Высоты и диаметры для расчета брались исходя из данных прошлых лет [148] и результатов цифрового обмера кернов дуба, взятых на объектах исследования (приложение Е). Динамика продуктивности камбия для полегающих лесных полос трех исследуемых способов выращивания представлена на рисунке 3.23.

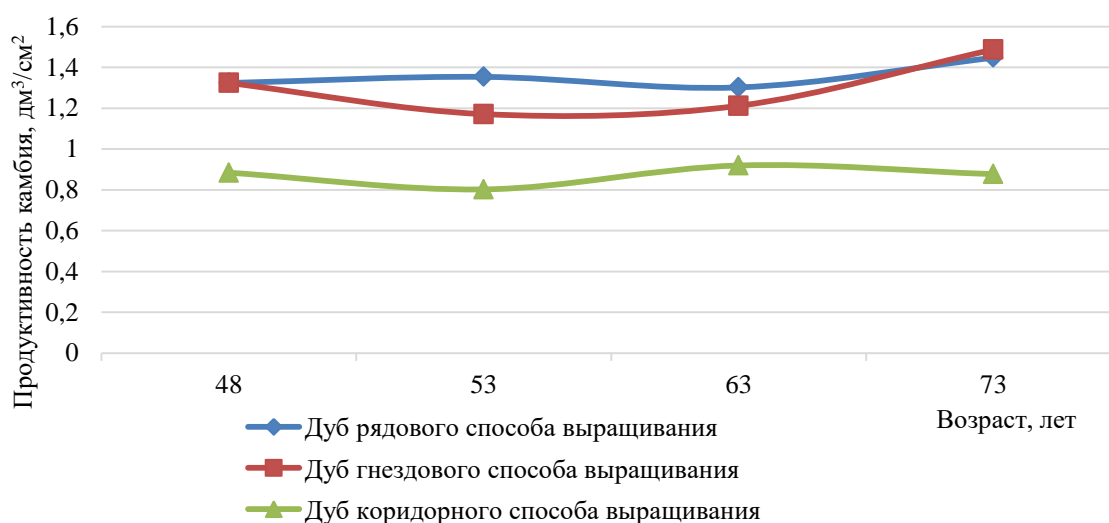


Рисунок 3.23 – Динамика продуктивности камбия дуба черешчатого в полегающих лесных полосах разных способов выращивания

За исследуемые 25 лет среднее значение продуктивности камбия в рядовых полезащитных лесных полосах было выше на 4,2 %, чем в гнездовых полезащитных лесных полосах и на 33 %, чем в коридорных.

На протяжении почти всех 25 исследуемых лет показатели продуктивности камбия в полезащитной лесной полосе рядового способа выращивания превосходил аналогичные показатели гнездовой и коридорной лесных полос. Только вначале и в конце исследуемого периода продуктивность камбия дуба в гнездовой полезащитной лесной полосе смогла приблизиться к значением аналогичного показателя в рядовой. Гнездовая лесная полоса, в свою очередь, за весь исследуемый период продемонстрировала и более высокие, по сравнению с полезащитными лесными полосами коридорного способа выращивания, показатели продуктивности камбия.

Все вышесказанное указывает на то, что в исследуемый период года в процентах случаев дуб в полезащитных лесных полосах рядового и гнездового способа выращивания имеет сопоставимые значения продуктивности камбия, а дуб в составе коридорных лесных полос вообще показывает наихудшие показатели продуктивности камбия.

С целью определения достоверности и степени влияния способа выращивания полезащитных лесных полос на продуктивность камбия дуба черешчатого был проведен анализ их статистических характеристик с помощью инструментов программы «Statistica 10», а именно – дисперсионный анализ и расчет критериев Фишера (F) и Стьюдента (t). Результаты вышеуказанных расчетов приведены в таблицах 3.12 и 3.13.

Табличные значения F-критерия Фишера и t-критерия Стьюдента для сравнения с фактическими были взяты из «Методики полевого опыта» Б.А. Доспехова. При 5%-м уровне значимости и 11 степенях свободы  $F = 4,27$ ;  $t = 2,45$ . Расчетные (фактические) значения F- и t-критериев оказались выше табличных, рассчитанный p-критерий значимости оказался ниже 0,05, что свидетельствует о наличии статистически достоверного влияния способа выращивания полезащитных лесных полос на продуктивность камбия дуба черешчатого.

Таблица 3.12 – Результаты однофакторного дисперсионного анализа влияния пород-спутников на радиальные приросты дуба черешчатого

Эффект	Степени свободы	Продуктивность камбия дуба черешчатого			
		Сумма квадратов	Дисперсия	F-критерий фактический	p-критерий значимости
Способ выращивания ПЗЛП	2	0,56	0,28	31,81	0,000083
Ошибка	9	0,08	0,009		
Всего	11	0,64	0,29		

Таблица 3.13 – Результаты подсчета критерия Стьюдента

Переменная	Ср. знач.	t-критерий (фактический/теоретический)	Число степеней свободы	Ст. откл.	F-критерий теоретический
Продуктивность камбия дуба черешчатого	1,17	7,07/2,45	6	0,23	4,27

Значение описываемой влиянием способа выращивания полегающих лесных полос на продуктивность камбия дуба черешчатого вариации, согласно проведенному дисперсионному анализу, составило 0,56, значение общей вариации – 0,64. Из этого следует, что способ выращивания полегающей лесной полосы описывает 87,6 % общей вариации. Таким образом, можно сделать вывод, что подбор способ выращивания полегающих лесных полос действительно влияет на продуктивность камбия дуба черешчатого.

Приведенные выше статистические расчеты также подтверждают позитивное влияние на показатели роста и развития дуба черешчатого в полегающих лесных полосах в степи Донской равнины рядового способа выращивания защитных лесных насаждений (полегающих лесных полос) и позволяют рекомендовать этот способ при выращивании полегающих лесных полос с участием дуба.

Для большего понимания степени влияния подбора пород-спутников полегающих лесных полос на показатели роста и развития дуба черешчатого нами были рассчитаны показатели продуктивности камбия для двух полегающих лесных полос одинакового (рядового) способа выращивания, но с

разными спутниками дуба (вяз и клен в первом и ясень во втором случае) за 25-летний период. При расчете использовалась формула А.И. Разаренова [150]. Высоты и диаметры для расчета брались исходя из данных прошлых лет [146] и результатов цифрового обмера кернов дуба, взятых на объектах исследования (приложение Е). Динамика продуктивности камбия для полезащитных лесных полос двух способов смешения пород-спутников с дубом представлена на рисунке 3.24.

За исследуемый период можно наблюдать, что среднее значение продуктивности камбия у дуба черешчатого в полезащитных лесных полосах с участием ясеня превосходит значение того же показателя в полезащитных лесных полосах с участием вяза и клена 16,7 %.

На протяжении всех 25 исследуемых лет показатели продуктивности камбия дуба черешчатого в полезащитной лесной полосе с участием ясеня превосходил аналогичные показатели полезащитной лесной полосы с участием вяза и клена. При этом значения продуктивности камбия дуба в лесной полосе с ясенем идут на повышение, в то время как значения аналогичного показателя в лесной полосе с вязом и кленом идет на спад.

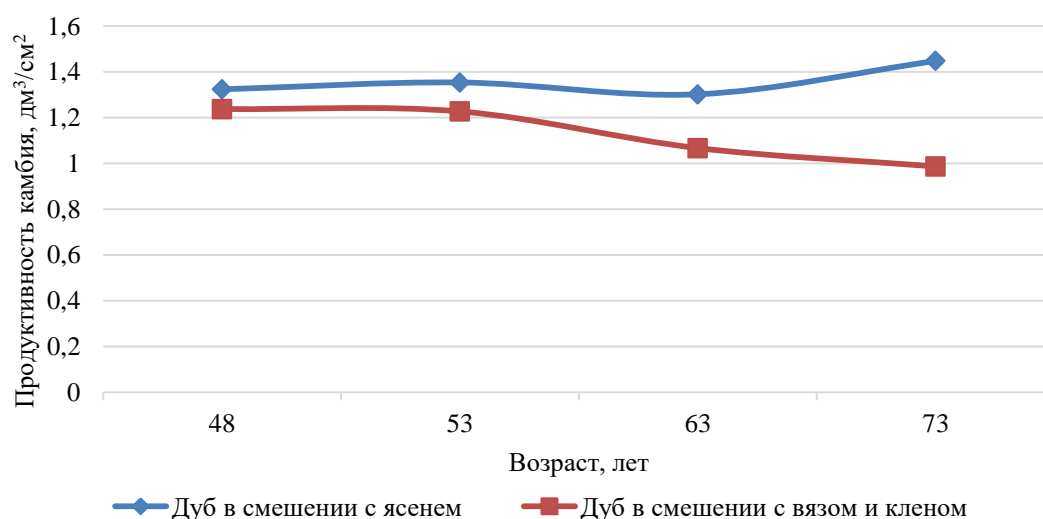


Рисунок 3.24 – Динамика продуктивности камбия дуба черешчатого в полезащитных лесных полосах с разными породами-спутниками

Все вышесказанное указывает на то, что за исследуемый период в 100 процентах случаев дуб в полегающих лесных полосах с участием вяза и клена имеет меньшую продуктивность камбия, чем в дуб в полегающих лесных полосах с участием ясеня.

С целью определения достоверности и степени влияния подбора пород спутников на продуктивность камбия дуба черешчатого в полегающих лесных полосах был проведен анализ их статистических характеристик с помощью инструментов программы «Statistica 10», а именно – дисперсионный анализ и расчет критериев Фишера (F) и Стьюдента (t). Результаты вышеуказанных расчетов приведены в таблицах 3.14 и 3.15.

Таблица 3.14 – Результаты однофакторного дисперсионного анализа влияния пород-спутников на радиальные приросты дуба черешчатого

Эффект	Степени свободы	Продуктивность камбия дуба черешчатого			
		Сумма квадратов	Дисперсия	F-критерий фактический	p-критерий значимости
Смещение дуба с породами-спутниками	1	0,10	0,10	10,702	0,017005
Ошибка	6	0,06	0,06		
Всего	7	0,16	0,16		

Таблица 3.15 – Результаты подсчета критерия Стьюдента

Переменная	Ср. знач.	t-критерий (фактический/теоретический)	Число степеней свободы	Ст. откл.	F-критерий теоретический
Продуктивность камбия дуба черешчатого	1,36	3,27/2,45	6	0,06	3,7

Табличные значения F-критерия Фишера и t-критерия Стьюдента для сравнения с фактическими были взяты из «Методики полевого опыта» Б.А. Доспехова. При 5%-м уровне значимости и 7 степенях свободы  $F = 3,7$ ;  $t = 2,45$ . Расчетные (фактические) значения F- и t-критериев оказались выше табличных, рассчитанный p-критерий значимости оказался ниже 0,05, что свидетельствует о

наличии статистически достоверного влияния пород-спутников в составе полегающих лесных полос на продуктивность камбия дуба черешчатого. Значение описываемой влиянием пород-спутников на радиальные приросты дуба черешчатого вариации, согласно проведенному дисперсионному анализу, составило 0,10, значение общей вариации – 0,16. Из этого следует, что выбранная порода-спутник описывает 64,5% общей вариации. Таким образом, можно сделать вывод, что подбор пород-спутников при выращивании полегающих лесных полос действительно влияет на продуктивность камбия дуба черешчатого.

Приведенные выше статистические расчеты также подтверждают позитивное влияние ясеня ланцетного на дуб черешчатый в полегающих лесных полосах степи Донской равнины и позволяют рекомендовать эту породу в качестве спутника при выращивании полегающих лесных полос с участием дуба.

### **3.5 Усовершенствованный подход к определению и изучению продуктивности камбия древесных пород**

Расчет продуктивности камбия по формуле А. И. Разаренова затруднителен для изучения динамики продуктивности камбия в ретроспективе, так как требует наличия у исследователя многолетних данных о диаметрах и высотах изучаемых древостоев. С целью упрощения расчета продуктивности камбия для такого рода исследований нами был усовершенствован метод расчета продуктивности камбия С.С. Пятницкого. Продуктивность камбия по методу С.С. Пятницкого рассчитывается как отношение прироста древесины по объёму за год (период лет) к площади поверхности камбиальной ткани. Исходя из этого принципа С.С. Пятницким была выведена следующая формула

$$ПК = \frac{\sum d_n^2 - \sum d_{n-1}^2}{2(\sum d_n + \sum d_{n-1})}, \quad (6)$$

где ПК – продуктивность камбия,  $\text{дм}^3/\text{м}^2$ ;

$d_n$  – диаметр ствола текущего года, см;

$d_{n-1}$  – диаметр ствола предыдущего года, см.

Для удобства расчета продуктивности камбия в ретроспективе нами был внесен ряд изменений в вышеуказанную формулу, при сохранении основного принципа отношения прироста древесины по объему к площади камбиальной ткани.

Основное изменение коснулось того, что объем прироста древесины и площадь камбиальной ткани теперь рассчитываются через объем и площадь конуса – эта геометрическая фигура взята за модель формы ствола дерева (рисунок 3.25). Данное нововведение в расчет продуктивности камбия позволяет уйти от необходимости рубки модельного дерева с дальнейшим взятием спилов на разной его высоте, ограничившись лишь взятием керна приростным буравом и замером высоты.

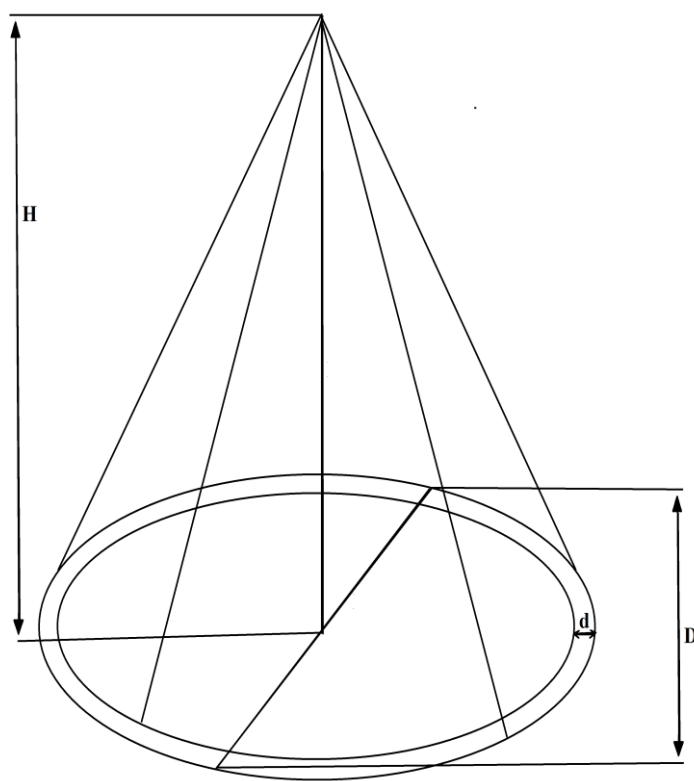


Рисунок 3.25 – Показатели, используемые при расчете продуктивности камбия:  $H$  – высота дерева в год исследования м;  $D$  – диаметр дерева в год исследования, см;  $d$  – толщина годовичного кольца года исследования, мм

Сокращение числа необходимых измерений и оставление изучаемого дерева на корню являются главными достоинствами данного подхода.



Преобразованная нами под описываемую методику формула С. С. Пятницкого приняла следующий вид

$$ПК = \frac{\Delta V}{\Delta S}, \quad (7)$$

где ПК – продуктивность камбия,  $\text{дм}^3/\text{м}^2$ ;

$\Delta V$  – изменение объема ствола за год,  $\text{дм}^3$ ;

$\Delta S$  – изменение площади поверхности камбиальной ткани за год,  $\text{м}^2$ .

В свою очередь  $\Delta V$  и  $\Delta S$  рассчитывается по следующим формулам

$$\Delta V = \frac{\pi}{12} H(D^2 - (D - d)^2), \quad (8)$$

где  $\Delta V$  – изменение объема ствола за год,  $\text{дм}^3$ ,

$H$  – высота дерева в год исследования  $\text{дм}$ ;

$D$  – диаметр дерева в год исследования,  $\text{дм}$ ;

$d$  – толщина годичного кольца в год исследования,  $\text{дм}$ .

$$\Delta S = \frac{\pi D}{2} \sqrt{(0,5D)^2 + H^2} - \frac{\pi(D-d)}{2} \sqrt{(0,5(D-d))^2 + H^2}, \quad (9)$$

где  $\Delta S$  – изменение площади ствола за год,  $\text{м}^2$ ,

$H$  – высота дерева в год исследования  $\text{м}$ ;

$D$  – диаметр дерева в год исследования,  $\text{м}$ ;

$d$  – толщина годичного кольца в год исследования,  $\text{м}$ .

Таким образом, зная высоту, диаметр и толщину годичного кольца в год исследования можно рассчитать по данной преобразованной формуле продуктивность камбия. Расхождение в продуктивности камбия по формуле А.И. Разаренова и по преобразованной нами формуле не превышает 17,3%.

Для лучшего понимания динамики продуктивности камбия с возрастом за последние 25 лет, нами были построены три регрессионные модели (по одной на каждый способ выращивания) и рассчитаны уравнения регрессии и коэффициенты детерминации (рисунок 3.26). Для построения данных моделей использовались данные, полученные в результате цифрового обмера взятых в изучаемых лесных полосах кернов дуба (приложение Е).

За исследуемые 25 лет наблюдается более высокий уровень продуктивности камбия в рядовых полезащитных лесных полосах. Этот показатель оказался на

22,5% выше, чем в гнездовых полегающих лесных полосах и на 56,4%, чем в коридорных. На протяжении всех 25 исследуемых лет показатели продуктивности камбия в полегающей лесной полосе рядового способа выращивания превосходили аналогичные показатели гнездовых и коридорных полегающих лесных полос. Гнездовая лесная полоса, в свою очередь, за весь исследуемый период продемонстрировала и более высокие, по сравнению с полегающими лесными полосами коридорного способа выращивания, показатели продуктивности камбия.

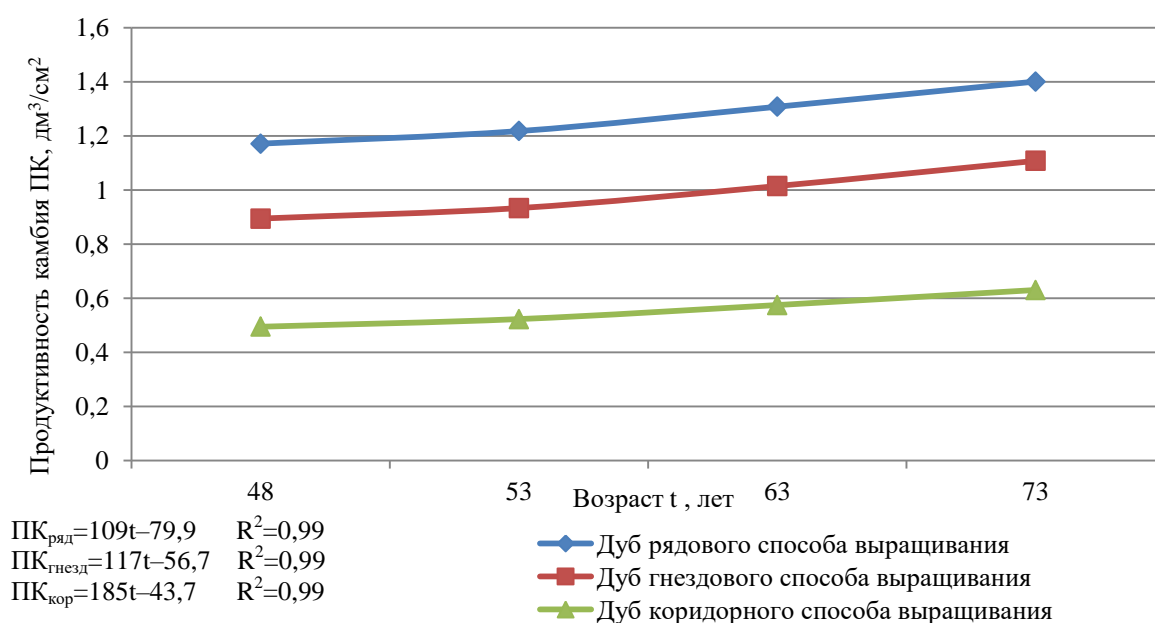


Рисунок 3.26 – Регрессионные модели изменения продуктивности камбия дуба черешчатого для трех способов выращивания полегающих лесных полос

Все вышесказанное указывает на то, что весь исследуемый период в ста процентах случаев дуб в полегающих лесных полосах гнездового способа выращивания имеет меньшую продуктивность камбия, чем в дуб в полегающих лесных полосах рядового способа выращивания, а дуб в составе коридорных лесных полос вообще показывает наихудшие показатели продуктивности камбия.

Близкий к единице коэффициент детерминации, характерный для каждой из трех построенных моделей регрессии, указывает на наличие прямой связи между возрастом лесной полосы и продуктивностью камбия дуба, а также на высокую степень соответствия регрессионной модели наблюдаемым данным.

С целью определения достоверности и степени влияния способа выращивания ползащитных лесных полос на продуктивность камбия дуба черешчатого был проведен анализ их статистических характеристик с помощью инструментов программы «Statistica 10», а именно – дисперсионный анализ и расчет критериев Фишера (F) и Стьюдента (t). Результаты вышеуказанных расчетов приведены в таблицах 3.16 и 3.17.

Таблица 3.16 – Результаты однофакторного дисперсионного анализа влияния пород-спутников на радиальные приросты дуба черешчатого

Эффект	Степени свободы	Продуктивность камбия дуба черешчатого			
		Сумма квадратов	Дисперсия	F-критерий фактический	p-критерий значимости
Способ выращивания ПЗЛП	2	1,05	0,52	68,81	0,000004
Ошибка	9	0,07	0,008		
Всего	11	1,12	0,53		

Таблица 3.17 – Результаты подсчета критерия Стьюдента

Переменная	Ср. знач.	t-критерий (фактический/теоретический)	Число степеней свободы	Ст. откл.	F-критерий теоретический
Продуктивность камбия дуба черешчатого	0,99	4,14/2,45	6	0,09	1,15

Табличные значения F-критерия Фишера и t-критерия Стьюдента для сравнения с фактическими были взяты из «Методики полевого опыта» Б.А. Доспехова. При 5%-м уровне значимости и 11 степенях свободы  $F = 1,15$ ;  $t = 2,45$ . Расчетные (фактические) значения F- и t-критериев оказались выше табличных, рассчитанный p-критерий значимости оказался ниже 0,05, что свидетельствует о наличии статистически достоверного влияния способа выращивания ползащитных лесных полос на продуктивность камбия дуба черешчатого. Значение описываемой влиянием способа выращивания ползащитных лесных полос на продуктивность камбия дуба черешчатого вариации, согласно проведенному дисперсионному анализу, составило 1,05, значение общей

вариации – 1,12. Из этого следует, что способ выращивания полегающей лесной полосы описывает 93,9 % общей вариации. Таким образом, можно сделать вывод, что выбор способа выращивания полегающих лесных полос действительно влияет на продуктивность камбия дуба черешчатого.

Приведенные выше статистические расчеты также подтверждают позитивное влияние на показатели роста и развития дуба черешчатого в полегающих лесных полосах в степи Донской равнины рядового способа выращивания защитных лесных насаждений (полегающих лесных полос) и позволяют рекомендовать этот способ при выращивании полегающих лесных полос с участием дуба.

Для лучшего понимания динамики продуктивности камбия с возрастом за последние 25 лет, нами были построены две регрессионные модели для полегающих лесных полос двух вариантов смешения пород-спутников с дубом черешчатым, рассчитаны уравнения регрессии и коэффициенты детерминации (рисунок 3.27).

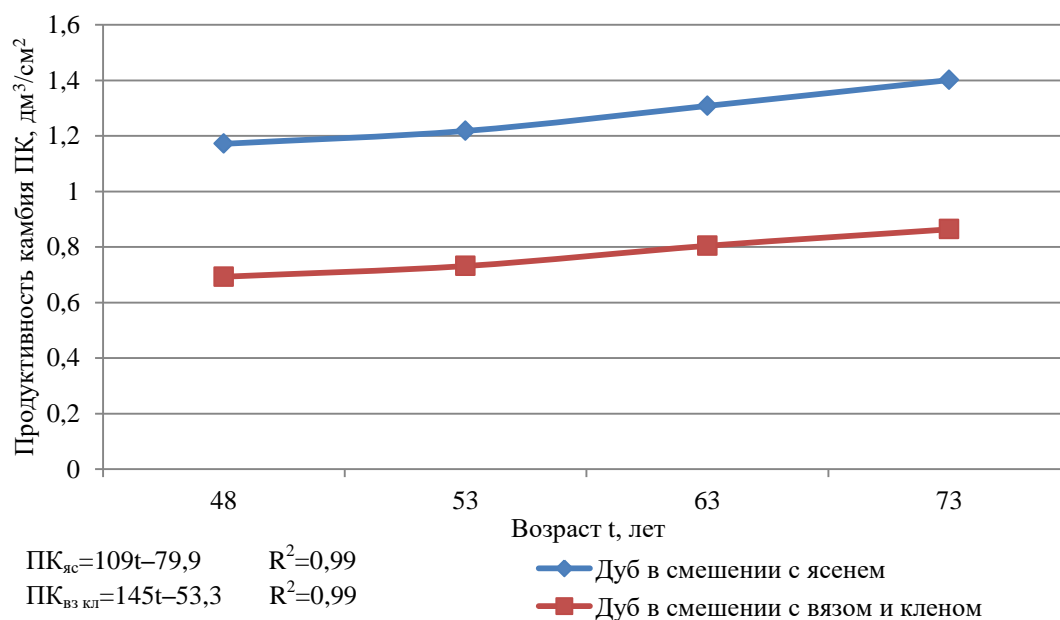


Рисунок 3.27 – Регрессионные модели изменения продуктивности камбия дуба черешчатого для двух вариантов смешения дуба со спутниками в полегающих лесных полосах

Для построения данных моделей использовались данные, полученные в результате цифрового обмера взятых в изучаемых лесных полосах кернов дуба

(приложение Е). За исследуемый период можно наблюдать, что среднее значение продуктивности камбия у дуба черешчатого в полегающих лесных полосах с участием ясеня превосходит значение того же показателя в полегающих лесных полосах с участием вяза и клена на 39,3 %.

На протяжении всех 50 исследуемых лет показатели продуктивности камбия дуба черешчатого в полегающей лесной полосе с участием ясеня превосходили аналогичные показатели полегающей лесной полосы с участием вяза и клена.

Все вышесказанное указывает на то, что с 1972 года в 100 процентах случаев дуб в полегающих лесных полосах с участием вяза и клена имеет меньшую продуктивность камбия, чем в дуб в полегающих лесных полосах с участием ясеня.

Бликий к единице коэффициент детерминации, характерный для каждой из трех построенных моделей регрессии, указывает на наличие прямой связи между возрастом лесной полосы и продуктивностью камбия дуба, а также на высокую степень соответствия регрессионной модели наблюдаемым данным.

С целью определения достоверности и степени влияния подбора пород спутников на продуктивность камбия дуба черешчатого в полегающих лесных полосах был проведен анализ их статистических характеристик с помощью инструментов программы «Statistica 10», а именно – дисперсионный анализ и расчет критериев Фишера (F) и Стьюдента (t). Результаты вышеуказанных расчетов приведены в таблицах 3.18 и 3.19.

Табличные значения F-критерия Фишера и t-критерия Стьюдента для сравнения с фактическими были взяты из «Методики полевого опыта» Б.А. Доспехова. При 5%-м уровне значимости и 7 степенях свободы  $F = 1,7$ ;  $t = 2,45$ . Расчетные (фактические) значения F- и t-критериев оказались выше табличных, рассчитанный p-критерий значимости оказался ниже 0,05, что свидетельствует о наличии статистически достоверного влияния пород-спутников в составе полегающих лесных полос на продуктивность камбия дуба черешчатого.

Таблица 3.18 – Результаты однофакторного дисперсионного анализа влияния пород-спутников на радиальные приросты дуба черешчатого

Эффект	Степени свободы	Продуктивность камбия дуба черешчатого			
		Сумма квадратов	Дисперсия	F-критерий фактический	p-критерий значимости
Смещение дуба с породами-спутниками	1	0,50	0,50	62,51	0,000217
Ошибка	6	0,05	0,008		
Всего	7	0,55	0,51		

Таблица 3.19 – Результаты подсчета критерия Стьюдента

Переменная	Ср. знач.	t-критерий (фактический/теоретический)	Число степеней свободы	Ст. откл.	F-критерий теоретический
Продуктивность камбия дуба черешчатого	0,77	7,9/2,45	6	0,08	1,7

Значение описываемой влиянием пород-спутников на радиальные приросты дуба черешчатого вариации, согласно проведенному дисперсионному анализу, составило 0,50, значение общей вариации – 0,55. Из этого следует, что выбранная порода-спутник описывает 91,2% общей вариации. Таким образом, можно сделать вывод, что подбор пород-спутников при выращивании полезащитных лесных полос действительно влияет на продуктивность камбия дуба черешчатого.

Приведенные выше статистические расчеты также подтверждают позитивное влияние ясеня ланцетного на дуб черешчатый в полезащитных лесных полосах степи Донской равнины и позволяют рекомендовать эту породу в качестве спутника при выращивании полезащитных лесных полос с участием дуба.

### 3.6 Динамика радиальных приростов дуба черешчатого в зависимости от увлажнения года

С целью установления влияния засушливости года на показатели роста и развития дуба черешчатого в составе защитных лесных насаждений

(полезащитных лесных полос) было проанализировано распределение толщины годовичных колец (ежегодного радиального прироста) дуба черешчатого по засушливости лет. В качестве объекта исследования выступила находящаяся в составе системы полезащитных лесных полос «Тамбовские посадки» дубовая лесная полоса рядового способа выращивания в период с 1970 до 2022 год.

Показатели радиального прироста были разделены на три группы в зависимости от влажности года:

- Острозасушливые и сухие ( $p > 65 \%$ )
- Среднесухие и сухие ( $p = 35-65 \%$ )
- Средневлажные и влажные ( $p < 35 \%$ )

За указанный период прошло 10 острозасушливых и сухих лет (19 %), 28 среднесухих и средних лет (53 %) и 14 средневлажных и влажных лет (28 %).

Распределение радиальных годовичных приростов по засушливости представлено на рисунке 3.28. Для построения данного графика использовались данные, полученные в результате цифрового обмера взятых в изучаемых лесных полосах кернов дуба (приложение Е). Значения радиальных приростов в острозасушливые и сухие годы колебались от 1,6 до 2,7 мм; в среднесухие и средние – от 1,7 до 2,5 мм; в средневлажные и влажные годы – от 1,7 до 2,7 мм. Среднее значение радиального годовичного прироста во все указанные группы лет составило 2,0 мм.

Данная динамика приводит нас к предположению о том, что показатели влажности/засушливости года не оказывает влияния на показатели радиальных приростов дуба черешчатого за этот год в условиях степи Донской равнины.

С целью проверки нашего предположения об отсутствии влияния влажности/засушливости года на радиальные приросты дуба черешчатого в полезащитных лесных полосах, нами был проведен анализ их статистических характеристик с помощью инструментов программы «Statistica 10», а именно – дисперсионный анализ и расчет критериев Фишера (F) и Стьюдента (t). Результаты вышеуказанных расчетов приведены в таблицах 3.20 и 3.21. Табличные значения F-критерия Фишера и t-критерия Стьюдента для

сравнения с фактическими были взяты из «Методики полевого опыта» Б.А. Доспехова.

Таблица 3.20 – Результаты однофакторного дисперсионного анализа влияния засушливости года на радиальные приросты дуба черешчатого

Эффект	Степени свободы	Радиальные приросты дуба черешчатого			
		Сумма квадратов	Дисперсия	F-критерий фактический	p-критерий значимости
Засушливость года	2	0,002	0,0008	0,011	0,989024
Ошибка	27	1,95	0,072		
Всего	29	1,952	0,0728		

Таблица 3.21 – Результаты подсчета критерия Стьюдента

Переменная	Ср. знач.	t-критерий (фактический/теоретический)	Число степеней свободы	Ст. откл.	F-критерий теоретический
Радиальные приросты дуба черешчатого	1,97	0,15/2,05	18	0,26	1,05

При 5%-м уровне значимости и 29 степенях свободы  $F = 1,05$ ;  $t = 2,05$ . Расчетные (фактические) значения F- и t-критериев оказались ниже табличных, рассчитанный p-критерий значимости оказался выше 0,05, что свидетельствует об отсутствии статистически достоверного влияния засушливости года на радиальные приросты дуба черешчатого. Значение описываемой влиянием засушливости года на радиальные приросты дуба черешчатого вариации, согласно проведенному дисперсионному анализу, составило 0,002, значение общей вариации – 1,952.



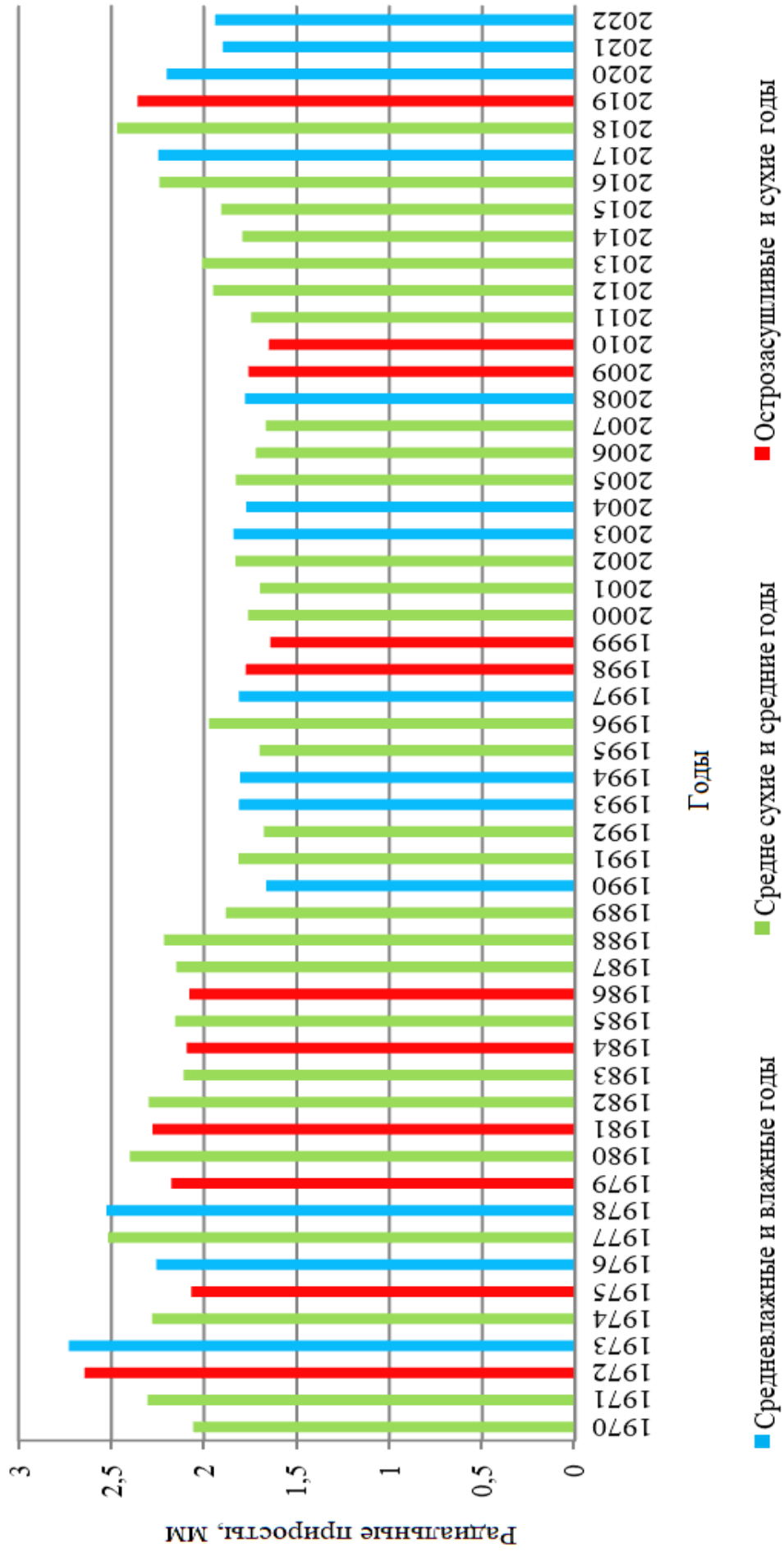


Рисунок 3.28 – Распределение радиальных годовичных приростов по засушливости в системе ПЗЛП «Тамбовские посадки»

Значение описываемой влиянием засушливости года на радиальные приросты дуба черешчатого вариации, согласно проведенному дисперсионному анализу, составило 0,0016, значение общей вариации – 1,952. Из этого следует, что засушливость года описывает 0,08 % общей вариации, что также свидетельствует об отсутствии связи между засушливостью года и радиальными приростами дуба за этот год.

Таким образом, вышеприведенные статистические расчеты подтверждают наше предположение об отсутствии влияния засушливости года на радиальные приросты дуба черешчатого за этот год в условиях степи Донской равнины.

### ***Выводы по главе 3***

1. Установлено, что из трех основных и наиболее распространенных способов выращивания полевых лесных полос (рядовой, гнездовой, коридорный) наилучшее влияние на рост и развитие дуба черешчатого оказывает рядовой способ выращивания этих лесных полос. Дуб в полевой лесной полосе рядового способа выращивания дуб превосходит дуб в полевых лесных полосах гнездового и коридорного способов выращивания по большей части исследуемых показателей. Исключением из этих показателей являются средняя высота и жизненное состояние, где лучше себя показал дуб в полевых лесных полосах гнездового способа выращивания.

2. Выявлено, что наибольшая средняя толщина годичного кольца (ежегодный радиальный прирост) характерна для дуба в рядовых полевых лесных полосах. Данный показатель в полевой лесной полосе рядового способа выращивания на 7% больше, чем аналогичное значение в полевой лесной полосе гнездового способа выращивания и на 33% больше, чем в полевой лесной полосе коридорного способа выращивания. Проведенный статистический анализ подтверждает влияние способа выращивания лесных полос на радиальные приросты дуба черешчатого. Доля вариации, описывающей

влияние способа выращивания полезащитных лесных полос на радиальные приросты дуба, составила 53,5% от общей вариации.

3. Определено, что дуб в смешении с ясенем ланцетным дает более высокие показатели по большей части показателей его роста и развития, чем дуб в смешении с вязом и кленом. Исключением из этих показателей являются средняя высота, жизненное состояние и продуктивность, где лучше себя показал дуб в смешении с вязом и кленом.

4. Установлено, что в полезащитной лесной полосе с участием вяза и клена спутники (в первую очередь – вяз гладкий) подавляют рост дуба черешчатого, оказывая на него острое конкурентное воздействие.

5. Выявлено, что наибольшая средняя толщина годичного кольца (ежегодный радиальный прирост) характерна для дуба в смешении с ясенем ланцетным. Данный показатель в полезащитной лесной полосе с ясенем в качестве спутника на 24% выше, аналогичного значения в полезащитных лесных полосах с вязом и кленом в спутниках. Проведенный статистический анализ подтверждает влияние варианта смешения дуба с породами спутниками в лесных полосах на радиальные приросты дуба черешчатого. Доля вариации, описывающей влияние варианта смешения дуба со спутниками в полезащитных лесных полосах на радиальные приросты дуба, составила 66,5% от общей вариации.

6. На основе формулы С.С. Пятницкого разработан усовершенствованный подход к определению продуктивности камбия древесных пород. Сокращение числа необходимых измерений и оставление изучаемого дерева на корню являются главными достоинствами данного подхода. Построенные для рассчитанных по данному подходу значений продуктивности камбия регрессионные модели указали наличие связи между возрастом лесной полосы и продуктивностью камбия дуба. Высокие коэффициенты детерминации ( $R^2=0,99$ ) указывают на высокую силу этой связи.

7. Выявлено отсутствие связи между уровнем засушливости года и радиальным приростом дуба в этот год. Это подтверждает проведенный

статистический анализ. Засушливость года описывает 0,08 % общей вариации, что также свидетельствует об отсутствии связи между засушливостью года и радиальными приростами дуба за этот год.

## Глава 4 Биологическая продуктивность и экономическая эффективность основных способов выращивания полегащитных лесных полос с участием дуба черешчатого

### 4.1 Биологическая продуктивность основных способов выращивания полегащитных лесных полос с участием дуба черешчатого

Биологическая продуктивность лесных полос является наглядным показателем эффективности способов их выращивания. Помимо полевых методов для ее оценки могут также применяться таблицы биологической продуктивности [192]. Именно с их помощью в рамках данного исследования была подсчитана фитомасса основных элементов леса исследуемых лесных полос и была проведена оценка их биологической продуктивности (таблица 4.1).

Таблица 4.1 – Результаты подсчета фитомассы основных элементов леса на исследуемых пробных площадях

Способ выращивания	Элемент леса	Фитомасса насаждения, т · га <sup>-1</sup>							углерод фитомассы
		ствол	кора	крона	листва	итого надземной	корни	всего	
рядовой	Д	11417,4	1478,9	2782,3	463,7	14663,4	5827,7	20491,1	11455,0
	Я	120723,8	16425,0	25972,0	4516,9	151212,7	49890,9	201103,6	103272,2
	В	13587,8	1865,0	3802,6	605,5	17996,0	7702,2	25698,1	13830,0
	итого	145728,9	19768,9	32557,0	5586,1	183872,0	63420,9	247292,9	128557,2
гнездовой	Д	11942,2	1546,8	2910,2	485,0	15337,4	6095,6	21433,0	11981,5
	Я	64079,7	9238,4	15832,0	2630,6	82770,3	29408,9	112486,6	55610,5
	Кло	14426,3	2082,7	3670,1	635,0	18731,3	6921,1	25652,4	13156,4
	итого	90448,2	12867,9	22412,3	3750,6	116839,0	42425,6	159572,1	80748,4
коридорный	Д	4897,9	672,3	1370,7	218,3	6486,9	2776,4	9263,3	4985,2
	Я	83794,5	11400,6	18027,2	3135,2	104956,9	34629,4	139586,3	71681,4
	В	21347,8	2775,5	5580,6	1003,9	27932,3	12076,4	40008,7	25215,8
	Б	14177,4	2453,0	2339,8	478,0	16995,2	3899,7	20894,9	10743,1
	итого	124217,7	17301,4	27318,3	4835,4	156371,4	53381,9	209753,3	112625,6

По рассчитанным параметрам видно, что наибольшую суммарную фитомассу (247292,9 т·га<sup>-1</sup>) по всем элементам леса имеет полегащитная лесная полоса рядового способа выращивания, а наименьшую (80748,4 т·га<sup>-1</sup>) – гнездового способа выращивания (рисунок 4.1).

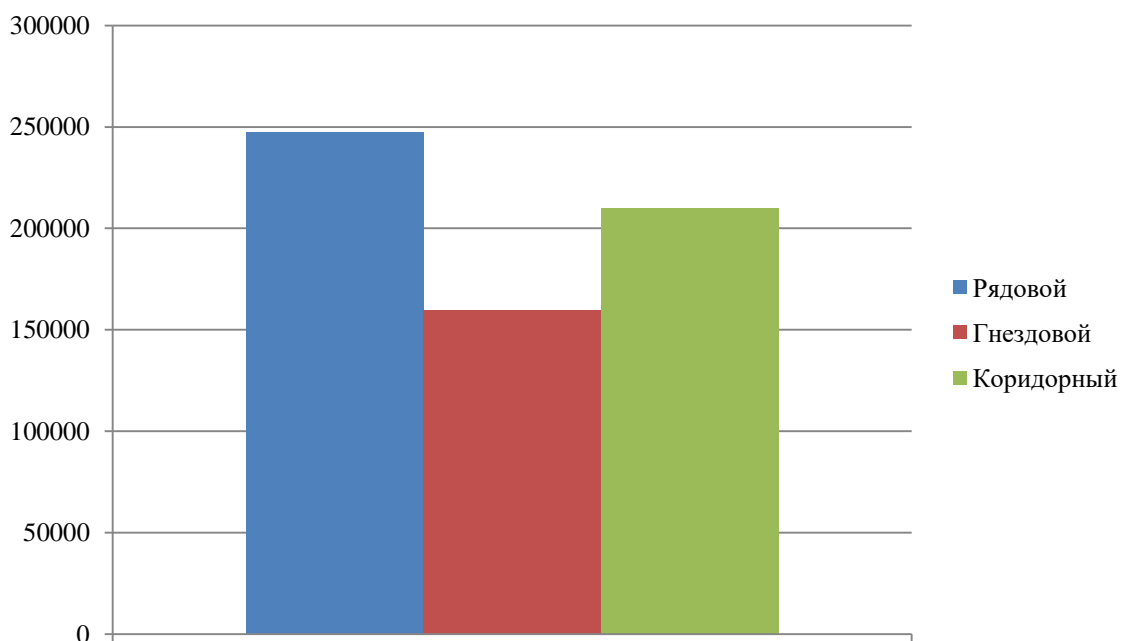


Рисунок 4.1 – Распределение фитомассы (т·га<sup>-1</sup>) по изучаемым лесным полосам трех основных способов выращивания

Распределение фитомассы по элементам леса в изучаемых полегащитных лесных полосах носит различный характер. Наибольшая доля дуба (11981,5 т·га<sup>-1</sup> и 13% от общей фитомассы) – приходится на полегащитную лесную полосу гнездового способа выращивания; наименьшая (4985,2 т·га<sup>-1</sup> и 4% от общей фитомассы) – на полегащитную лесную полосу коридорного способа. Таким образом, дуб демонстрирует наибольшую биологическую продуктивность в полегащитных лесных полосах гнездового способа выращивания. Чуть меньшее, практически сопоставимое с гнездовой лесной полосой количество фитомассы приходится на лесную полосу рядового способа выращивания – разница между фитомассой дуба (т·га<sup>-1</sup>), которую дают рядовой и гнездовой способы составляет 4,4%. Учитывая сильно меньшую долю дуба от общей фитомассы в лесной полосе рядового способа выращивания (в 1,6 раза меньше) при одновременной сопоставимости фитомассы этой породы (т·га<sup>-1</sup>) с ее фитомассой в лесной полосе гнездового способа выращивания, можно говорить о преимуществах рядового способа выращивания дуба. Сильно меньшую биологическую продуктивность демонстрирует дуб черешчатый в лесных полосах коридорного способа

выращивания – разница между фитомассой дуба ( $\text{т} \cdot \text{га}^{-1}$ ), которую дают рядовой и коридорный способы составляет 45,2 %.

Большая часть фитомассы во всех изучаемых лесных полосах приходится на ясень – на его долю приходится от 67 % в лесной полосе коридорного способа выращивания до 81 % в лесной полосе рядового способа выращивания. На остальные спутники дуба приходится от 11 % в лесной полосе рядового способа выращивания до 29 % в лесной полосе коридорного способа выращивания (рисунок 4.2).

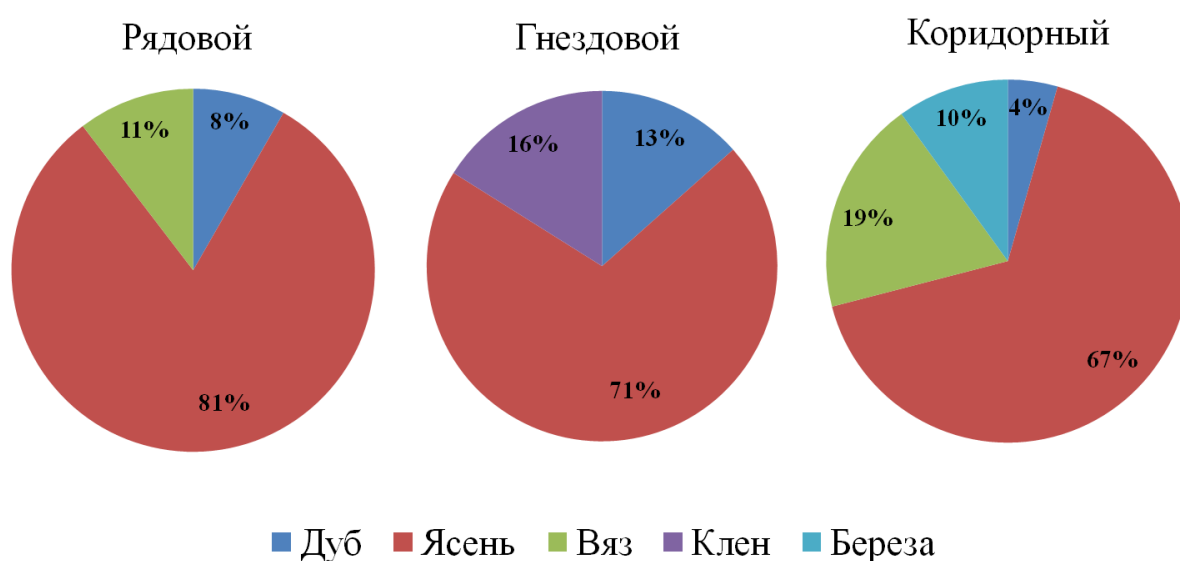


Рисунок 4.2 – Распределение фитомассы изучаемых лесных полос по элементам леса

Одной из функций, которую выполняют защитные лесные насаждения, в частности лесные полосы, является экологическая функция. Важным показателем, демонстрирующим экологическую пользу того или иного насаждения является депонирование углерода. Депонированием углерода называют процесс накопления углерода в природных системах. Этот процесс способствует поддержанию климата на планете, предотвращая образование парниковых газов.

Проведенные расчеты указали на то, что наибольшее количество углерода ( $128557,2 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1}$ ) накапливает полевая защитная лесная полоса рядового способа выращивания, а наименьшее ( $80748,4 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1}$ ) – лесная полоса гнездового способа выращивания (рисунок 4.3).

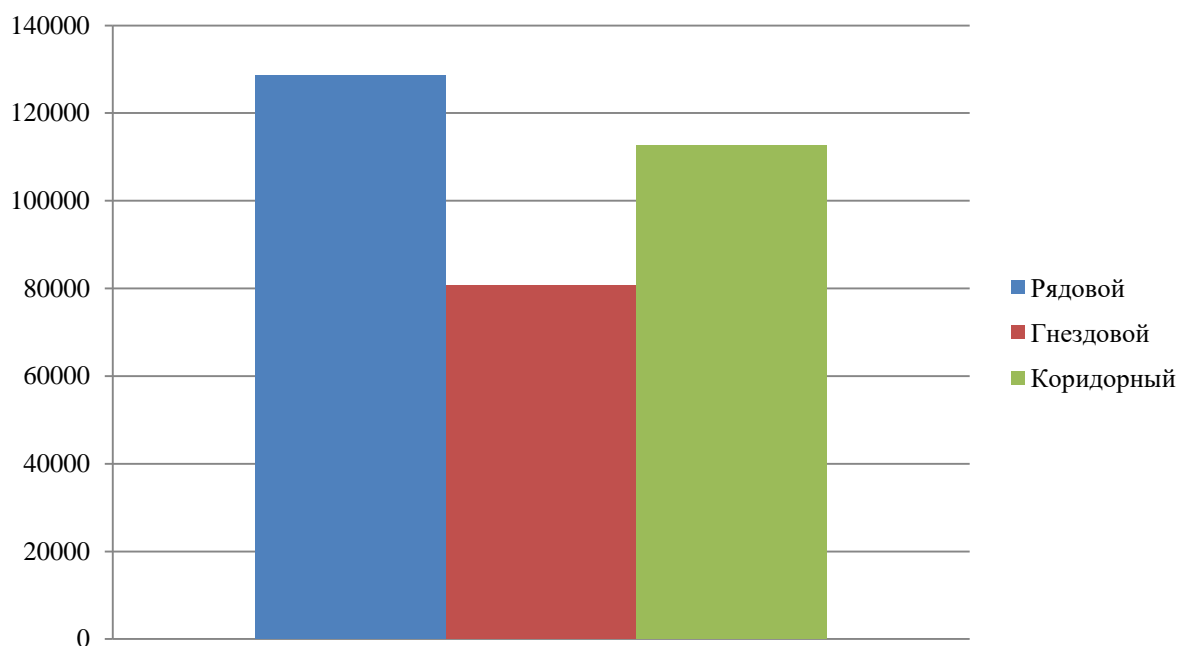


Рисунок 4.3 – Распределение массы депонированного углерода (т·га<sup>-1</sup>) по изучаемым лесным полосам трех основных способов выращивания

Распределение массы депонированного углерода по элементам леса в изучаемых полезащитных лесных полосах носит похожий на аналогичное распределение фитомассы характер. Наибольшую массу углерода (11981,5 т·га<sup>-1</sup> и 13 % от общей фитомассы) удерживает дуб в полезащитной лесной полосе гнездового способа выращивания. Сопоставимую массу депонированного углерода при ее меньшей доле от общей массы (11455 т·га<sup>-1</sup> и 8 % от общей фитомассы) имеет дуб в полезащитной лесной полосе рядового способа выращивания. Наименьшая доля и масса депонированного главной породой углерода (4985,2 т·га<sup>-1</sup> и 4 % от общей фитомассы) приходится на полезащитную лесную полосу коридорного способа выращивания.

Таким образом, может сложиться впечатление, что дуб как порода, депонирующая углерод лучшим образом раскрывает свой потенциал в полезащитной лесной полосе гнездового способа выращивания. Однако, следует обратить внимание, что при меньшей доле дуба от общей фитомассы лесной полосы рядового способа выращивания (в 1,7 раз ниже чем в гнездовой) количество удерживаемого им углерода сопоставимо с дубом в гнездовых лесных полосах (разница в массе депонированного углерода составляет всего 4,4 % в



пользу гнездового способа выращивания). Это позволяет говорить уже о преимуществе рядового способа выращивания дуба в полегающих лесных полосах. Сильно меньше углерода удерживает дуб в коридорных лесных полосах. Разница между массой депонированного дубом углерода между лесной полосой коридорного и рядового способов выращивания составляет 43,5 % (рисунок 4.4).

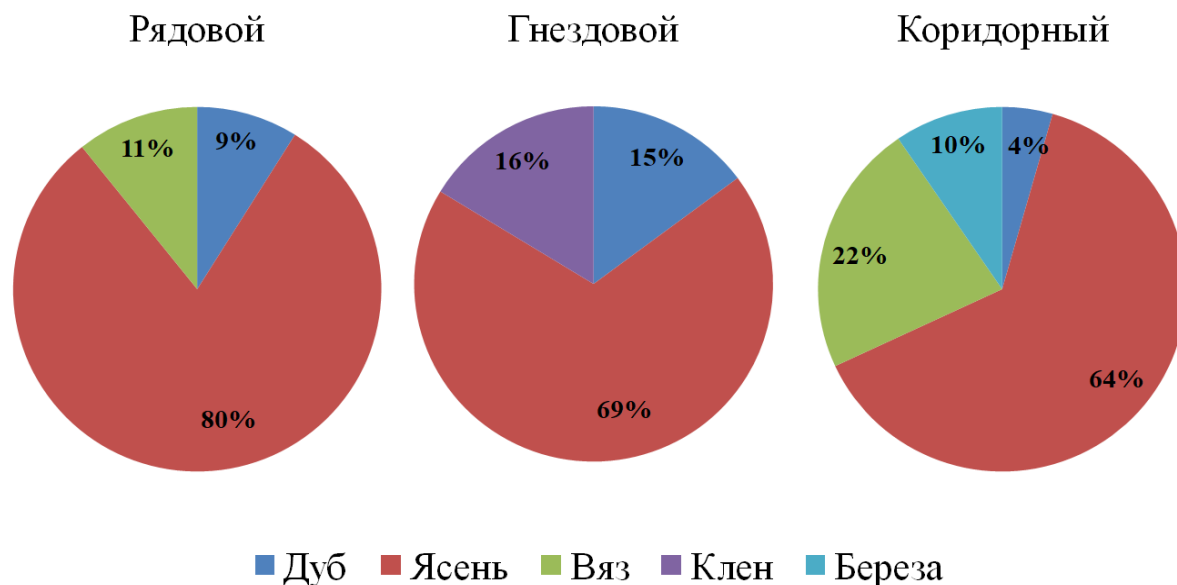


Рисунок 4.4 – Распределение массы депонированного углерода изучаемых лесных полос по элементам леса

Большая часть задерживаемого углерода во всех изучаемых полосах приходится на ясень – на его долю приходится от 64 % в лесной полосе коридорного способа выращивания до 80 % в лесной полосе рядового способа выращивания. На остальные спутники дуба приходится от 11 % в лесной полосе рядового способа выращивания до 26 % в лесной полосе коридорного способа выращивания задерживаемого углерода.

#### **4.2 Экономическая эффективность основных способов выращивания полегающих лесных полос с участием дуба черешчатого**

Экономический эффект от полегающих лесных полос часто рассчитывается по урожайности защищаемых ими угодий. Однако в контексте

сравнения экономического эффекта от разных способов выращивания полезащитных лесных полос данный вариант оценки не будет корректным. На урожайность защищаемых лесными полосами угодий в первую очередь влияет конструкция этих полос, а по данному параметру исследуемые лесные полосы схожи. Поэтому для сравнения экономического эффекта изучаемых способов выращивания был выбран другой показатель – стоимость произрастающей в данных лесных полосах древесины. Стоимость сформировавшейся в полезащитных лесных полосах трех способов выращивания (рядового, гнездового и коридорного) лесопродукции в данном исследовании будет основным сравнительным параметром экономической эффективности, ввиду относительной простоты его оценки и наглядности ее результатов.

Перед расчетом экономической эффективности изучаемых способов лесных полос необходимо произвести расчет запасов на исследованных нами пробных площадях. Запасы на пробных площадях рассчитывались нами по формуле средней модели [14, 94]

$$M = v\left(\frac{\sum G}{g}\right), \quad (10)$$

где  $M$  – запас древесины элемента леса,  $\text{м}^3$ ;

$v$  – объем среднего модельного дерева,  $\text{м}^3$ ;

$g$  – площадь сечения средней модели,  $\text{см}^2$ ;

$\sum G$  – сумма площадей поперечных сечений всех деревьев элемента леса,  $\text{см}^2$ .

Объем среднего модельного дерева находился по объемным таблицам, площади поперечных сечений – по таблицам площадей поперечных сечений [90, 94, 115]. Результаты подсчета запасов на исследуемых пробных площадях трех исследуемых полезащитных полос представлен в таблице 4.2.

Подсчитанные вышеперечисленным методом для каждой пробной площади запасы для большей наглядности были приведены к площади в 1 гектар. Наибольший запас был представлен на ПП 4 ( $501,3 \text{ м}^3/\text{га}$ ), которая находилась в полезащитной лесной полосе гнездового способа выращивания. Наименьший

запас был зафиксирован на ПП 7 (229,9 м<sup>3</sup>/га), располагавшейся в поlezащитной лесной полосе коридорного способа выращивания. Самые высокие показатели запаса главной породы – дуба – были на пробных площадях, находившихся в поlezащитных лесных полосах рядового способа выращивания – ПП 2 и ПП 3 (60,9 и 50,6 м<sup>3</sup>/га соответственно).

Таблица 4.2 – Результаты подсчета запасов основных элементов леса на исследуемых пробных площадях

Элемент леса	ПП 1	ПП 2	ПП 3	ПП 4	ПП 5	ПП 6	ПП 7	ПП 8	ПП 9
Д	33	60,9	50,6	45,2	41,3	43,9	5,2	6,4	7,2
Я	50,4	37	25,4	101,5	77,6	1,6	20,2	26	19,7
В	-	4,1	-	-	-	-	6,3	20,8	10,2
Кло	-	-	-	2,2	7	1,6	-	-	-
Б	-	-	-	-	-	-	42,7	32,7	69,5
Общий запас на ПП, м <sup>3</sup>	83,4	102	76	148,9	125,9	113,6	74,5	85,9	106,5
Запас на 1 га, м <sup>3</sup>	386,3	472	352	501,3	423,9	382,4	229,9	265	328,9
Д	152,9	281,7	234,3	152,1	139,2	147,8	16,1	19,7	22,1
Я	233,4	171,4	117,6	341,8	261,1	5,5	62,4	80,1	60,8
В	-	18,9	-	-	-	-	19,5	64,3	31,3
Кло	-	-	-	7,5	23,6	5,5	-	-	-
Б	-	-	-	-	-	-	131,9	100,8	214,6
Д – дуб черешчатый; Кло – клен остролистный; Я – ясень ланцетный; Б – береза повислая; В – вяз гладкий									

Перед непосредственным расчетом экономической эффективности изучаемых способов выращивания поlezащитных лесных полос с участием дуба, по подсчитанным на пробных площадях запасам находятся средние запасы на 1 га для каждого способа выращивания. Результаты этих расчетов представлены в таблице 4.3.

По рассчитанным средним запасам можно заметить, что наибольший запас древесины на 1 га дает поlezащитная лесная полоса рядового способа выращивания. В данной лесной полосе этот показатель оказался на 10,4 % выше, чем в гнездовой и на 31,9 % выше, чем в коридорной лесной полосе.

Таблица 4.3 – Средние запасы основных элементов леса на 1 гектар полезащитных лесных полос разных способов выращивания

Элемент леса	Средние запасы по способам выращивания ПЗЛП с участием дуба, м <sup>3</sup>		
	рядовой	гнездовой	коридорный
Д	223	146,3	19,3
Я	174,1	202,8	67,8
В	6,3	-	38,4
Кло	-	12,2	-
Б	-	-	149,1
Итого запас на 1 га, м <sup>3</sup>	403,4	361,4	274,6
Д – дуб черешчатый; Кло – клен остролистный; Я – ясень ланцетный; Б – береза повислая; В – вяз гладкий			

К тому же именно лесная полоса рядового способа выращивания дает также максимальный запас дуба на 1 га (что на 25,7 % больше, чем запас дуба в гнездовой и коридорной полосах вместе взятых) и является единственной из трех изучаемых, где дуб по запасу превосходит остальные породы. Наименьший запас на 1 га как по всем породам, так и по дубу дает полезащитная лесная полоса коридорного способа выращивания.

Наблюдаемые различия в запасах дуба черешчатого между изучаемыми тремя способами выращивания полезащитных лесных полос похожи на замеченные и подтвержденные статистическими методами различия между данными способами по таким показателям как радиальные приросты и продуктивность камбия.

Рассчитав запасы, можно приступать к материальной оценке трех изучаемых способов выращивания полезащитных лесных полос (см. таблицу 4.4).

Распределение запасов элементов леса по классам крупности рассчитывалось при помощи таблиц материальной оценки лесосек [13, 142]. К деловой крупной древесине относятся отрезки ствола диаметром в верхнем торце без коры от 25 см и более, к средней – диаметром от 13 до 24 см, к мелкой – диаметром от 3 до 12 см.

Таблица 4.4 – Материальная оценка полезащитных лесных полос разных способов выращивания

Способ выращивания	Породы	Средний диаметр, см	Средняя высота, м	Распределение деловой древесины по классам крупности, м <sup>3</sup>			Итого деловой, м <sup>3</sup>	Дровяная древесина, м <sup>3</sup>	Отходы, м <sup>3</sup>	Всего, м <sup>3</sup>	Стоимость деловой древесины, тыс. руб			Итого деловой, тыс. руб	Стоимость дровяной древесины, тыс. руб	Всего, тыс. руб
				Крупная	Средняя	Мелкая					Крупная	Средняя	Мелкая			
Рядовой	Д	43,3	17	131,6	31	-	162,6	25,2	35,2	223	171,14	28,84	-	199,98	0,93	200,91
	Я	32,2	16	51,2	74,2	-	125,4	18,1	30,6	174,1	66,59	69,01	-	135,59	0,67	136,27
	В	33,2	15,3	1,9	2,7	-	4,5	0,7	30,6	6,3	0,32	0,34	-	0,66	0,003	0,66
	Итого			184,6	107,9	-	292,5	44	96,5	403,4	238,05	98,18	-	336,23	1,61	337,84
Гнездовой	Д	34,6	18,9	56,9	47,6	-	104,5	19	22,8	146,3	74,05	44,25	0	118,30	0,71	119,00
	Я	26	15,5	-	144	-	144	16	42,8	202,8	0	133,96	0	133,96	0,59	134,56
	Кло	18,1	14,8	-	-	9	9	0,8	2,4	12,2	0	0	4,16	4,16	0,03	4,19
	Итого			56,9	191,6	9	257,4	35,9	68,1	361,4	74,05	178,21	4,16	256,43	1,33	257,76
Коридорный	Д	20,1	15,2	-	7,2	6,3	13,5	2,4	3,4	19,3	0	6,74	2,92	9,66	0,09	9,75
	Я	24,6	16,6	-	48,1	-	48,1	5,4	14,3	67,8	0	44,76	0	44,76	0,20	44,96
	Б	38,9	18,8	22,3	-	-	22,3	12,4	3,7	38,4	3,87	0	0	3,87	0,46	4,33
	В	31,1	16,1	43,8	63,5	-	107,4	15,5	26,2	149,1	12,75	13,27	0	26,02	0,27	26,29
	Итого			66,1	118,9	6,3	191,3	35,7	47,6	274,6	16,62	64,77	2,92	84,31	1,02	85,33

Д – дуб черешчатый; Кло – клен остролистный; Я – ясень ланцетный; Б – береза повислая; В – вяз гладкий

Наибольший объем крупной деловой древесины всех пород дала поλεзащитная лесная полоса рядового способа выращивания. Этот показатель в данной лесной полосе оказался 33,4 % выше, чем объем крупной деловой древесины в лесных полосах гнездового и коридорного способа выращивания вместе взятых.

Наибольший объем крупной деловой древесины главной породы – дуба черешчатого – также был в лесной полосе рядового способа выращивания. Этот показатель в данной лесной полосе оказался в 3,3 раза выше, чем в гнездовой полосе. Дуб в поλεзащитной лесной полосе коридорного способа выращивания не дал крупной деловой древесины.

Стоимость лесоматериалов подсчитывалась согласно Постановлению Правительства РФ от 22.05.2007 N 310 (ред. от 06.03.2024) "О ставках платы за единицу объема лесных ресурсов и ставках платы за единицу площади лесного участка, находящегося в федеральной собственности" [143] с применением актуальных коэффициентов индексации.

Наиболее экономически эффективной по общей совокупности пород оказалась поλεзащитная лесная полоса рядового способа выращивания. Общая стоимость сырорастущего леса на ней оказалась на 80,09 тысяч рублей выше, чем совокупная стоимость гнездовой и на 252,51 тысяч коридорной поλεзащитной лесной полосы.

Эта же лесная полоса оказалась наиболее экономически эффективной по оценке стоимости главной породы – дуба. Его доля от общей стоимости составила 59,5 %.

Полезащитная лесная полоса гнездового способа выращивания при явном отставании от рядовой полосы, все же показала достаточно высокий показатель совокупной стоимости, сильно (на 172,42 тысяч рублей) превосходящий аналогичный показатель коридорной поλεзащитной лесной полосы. Доля дуба от общей стоимости лесоматериалов в гнездовой лесной полосе довольно высока и составила 46,2 %.

Наименее экономически эффективной из изучаемых полос оказалась полезащитная лесная полоса коридорного способа выращивания. Вклад главной породы в рассчитанную общую стоимость в данной лесной полосе крайне мал и составил всего 11,4 %. Такая низкая доля от общей стоимости может быть обусловлена большой долей участия пород-спутников – в первую очередь ясеня ланцетного и березы повислой, развившихся за счет вытеснения дуба.

Также, с целью повышения продуктивности дуба черешчатого в полезащитных лесных полосах Екатериновского района Саратовской области (система полезащитных лесных полос «Тамбовские посадки») были внедрены рубки ухода, подразумевающие удаление из их состава вяза гладкого. Фактический экономический эффект от рубок ухода в лесных полосах 40 га составил 347,4 тыс. руб. (Приложение Ж).

#### ***Выводы по главе 4***

1. Определено, что наибольшую биологическую продуктивность при сравнении трех исследуемых способов выращивания дуба черешчатого дает дуб в полезащитных лесных полосах рядового способа выращивания, а наименьшую – дуб в лесной полосе коридорного способа выращивания. Разница между фитомассой дуба ( $t \cdot га^{-1}$ ), которую дают рядовой и коридорный способы составляет 56,8 %.

2. Установлено, что наибольшее количество углерода депонирует дуб в полезащитных лесных полосах рядового способа выращивания, а наименьшее – дуб в лесной полосе коридорного способа выращивания. Разница между массой депонированного дубом углерода между лесной полосой коридорного и рядового способов выращивания составляет 43,5 %.

3. Выявлено, что наиболее экономически эффективным из трех исследуемых способов выращивания дуба черешчатого в полезащитных лесных полосах также является рядовой способ выращивания. Общая стоимость сырораствующего леса в этой полосе оказалась на 23,7% выше, чем стоимость леса в

гнездовой и на 74,7% чем стоимость леса в коридорной полезащитной лесной полосе.

4. Определено, что по вкладу дуба в общую стоимость древесины наибольшую среди трех исследуемых способов выращивания экономическую эффективность демонстрирует полезащитная лесная полоса рядового способа выращивания, а наименьшую – полезащитная лесная полоса коридорного способа выращивания. Вклад дуба в рассчитанную общую стоимость древесины в лесной полосе рядового способа выращивания составляет 59,5%, в лесной полосе гнездового способа выращивания – 52,2%, в лесной полосе коридорного способа выращивания – 11,4%.



## Заключение

1. Из трех основных и наиболее распространенных способов создания полегащитных лесных полос (рядовой, гнездовой, коридорный) наилучшее влияние на рост и развитие дуба черешчатого в условиях степи Донской равнины оказывает рядовой способ создания этих лесных полос. Дуб в полегащитных лесных полосах рядового способа создания по большей части исследуемых показателей (кроме средней высоты и жизненного состояния, где лучшим оказался дуб в гнездовых ПЗЛП) превосходит дуб в полегащитных лесных полосах гнездового и коридорного способов создания. Наибольшая средняя толщина годичного кольца (ежегодный радиальный прирост) также характерна для дуба в рядовых полегащитных лесных полосах. Данный показатель в полегащитной лесной полосе рядового способа выращивания на 7% больше, чем аналогичное значение в полегащитной лесной полосе гнездового способа выращивания и на 33% больше, чем в полегащитной лесной полосе коридорного способа выращивания. В полегащитной лесной полосе коридорного способа создания породы-спутники подавляют рост дуба черешчатого за счет острого конкурентного воздействия на него. Проведенный статистический анализ подтверждает влияние способа выращивания лесных полос на радиальные приросты дуба черешчатого. Фактические значения F- и t-критериев превосходят теоретические значения, p-критерий значимости – ниже 0,05. Доля вариации, описывающей влияние способа выращивания полегащитных лесных полос на радиальные приросты дуба, составила 53,5% от общей вариации.

2. При изучении двух вариантов смещения дуба черешчатого с разными породами-спутниками установлено, что положительное влияние на большую часть его показателей роста и развития (за исключением средней высоты, жизненного состояния и продуктивности, т. к. эти показатели были выше у дуба в смещении с вязом гладким и кленом остролистным) в полегащитных лесных полосах условиях степи Донской равнины оказывает ясень ланцетный с высокой долей своего участия в составе. Большая средняя толщина годичного кольца

(ежегодный радиальный прирост) также была характерна для дубовых лесных полос с ясенем в качестве спутника. Данный показатель в полезащитной лесной полосе с ясенем в качестве спутника на 24% выше, аналогичного значения в полезащитных лесных полосах с вязом и кленом в спутниках. В полезащитной лесной полосе с участием вяза и клена спутники (в первую очередь – вяз гладкий) подавляют рост дуба черешчатого, оказывая на него острое конкурентное воздействие. Проведенный статистический анализ подтверждает влияние варианта смешения дуба с породами спутниками в лесных полосах на радиальные приросты дуба черешчатого. Фактические значения F- и t-критериев превосходят теоретические значения, p-критерий значимости – ниже 0,05. Доля вариации, описывающей влияние варианта смешения дуба со спутниками в полезащитных лесных полосах на радиальные приросты дуба, составила 66,5% от общей вариации.

3. На основе формулы С.С. Пятницкого был разработан усовершенствованный подход к определению продуктивности камбия древесных пород. Сокращение числа необходимых измерений и оставление изучаемого дерева на корню являются главными достоинствами данного подхода. Построенные для рассчитанных по данной формуле значений продуктивности камбия регрессионные модели указали наличие связи между возрастом лесной полосы и продуктивностью камбия дуба. Высокие коэффициенты детерминации ( $R^2=0,99$ ) указывают на тесноту этой связи.

4. Наиболее биологически продуктивным из трех исследуемых способов выращивания дуба черешчатого в полезащитных лесных полосах является рядовой способ. Несмотря на сравнительно низкую (в 1,6 раза ниже), по сравнению с полезащитной лесной полосой гнездового способа выращивания, долю от общей фитомассы насаждения, дуб в полезащитной лесной полосе рядового способа создания дает сопоставимые с дубом в гнездовых лесных полосах значения фитомассы ( $\text{т} \cdot \text{га}^{-1}$ ). Меньшую биологическую продуктивность демонстрирует дуб черешчатый в лесной полосе коридорного способа выращивания – разница между фитомассой дуба ( $\text{т} \cdot \text{га}^{-1}$ ), которую дают рядовой и

коридорный способ составляет 56,8 %. Наиболее экономически эффективным из трех исследуемых способов выращивания дуба черешчатого в полегающих лесных полосах также является рядовой способ выращивания. Общая стоимость сырораствующего леса на ней оказалась на 23,7% выше, чем стоимость леса в гнездовой и на 74,7% чем стоимость леса в коридорной полегающей лесной полосе. Вклад главной породы в рассчитанную общую стоимость древесины в лесной полосе рядового способа создания составляет 59,5%, в лесной полосе гнездового способа создания – 52,2%, в лесной полосе коридорного способа создания – 11,4%.

### **Рекомендации производству**

1. Применять рядовой способ создания полезащитных лесных полос с участием дуба черешчатого в условиях степи Донской равнины.
2. Применять в качестве пород-спутников дуба черешчатого клен остролистный и ясень ланцетный в условиях степи Донской равнины.
3. Удалить вяз гладкий из состава пород-спутников дуба черешчатого, как породы, не обладающей свойством очищения от нижних сучьев с возрастом, оставив ширину междурядий 3,0 м.
4. Принять схему смешения древесных пород ПЗЛП со стороны направления господствующего суховеяного ветра: клен остролистный (ясень ланцетный) – дуб черешчатый – клен остролистный (ясень ланцетный).

### **Перспективы дальнейшей разработки темы**

1. Провести реконструкцию в ПЗЛП с участием спутников дуба черешчатого, а именно вяза гладкого и клена остролистного, с удалением вяза гладкого и проведением наблюдений.
2. Провести исследования эффективности выращивания дуба черешчатого в системах ПЗЛП лесостепной и сухостепной (на орошении) зон.

### Список литературы

1. Агроклиматические ресурсы Саратовской области: справочник / сост. В. Н. Бодрикова, О. М. Зубченко, В. А. Паршкова [и др.]. – Л.: Гидрометеоиздат, 1970. – 124 с.
2. Агроклиматический справочник по Саратовской области / Науч. ред. Л. М. Лемберский; Глав. упр. гидрометеорол. службы при Совете Министров СССР. Куйбышевская гидрометеоролог. обсерватория. – Л.: Гидрометеиздат, 1958. – 228 с.
3. Агролесомелиоративные исследования в СССР за 1966-1970 гг. (Информационные сообщения). – Волгоград: ВНИАЛМИ, 1971. – 213 с.
4. Агролесомелиоративные исследования в СССР и европейских социалистических странах за 1964 год / Отв. ред. чл.-кор. ВАСХНИЛ д-р с.-х. наук проф. заслуж. лесовод РСФСР А. В. Альбенский. – Волгоград: [б. и.], 1964. – 134 с.
5. Агролесомелиорация / А.В. Альбенский, А. Ф. Калашников, Г. П. Озолин [и др.]. – 4-е изд., перераб. – М.: Лесная пром-сть, 1972. – 320 с.
6. Агролесомелиорация: для лесохоз. и агр. специальностей / А.С. Барабанщиков, Ф. И. Серебряков, В. В. Лебедев [и др.] / под ред. Н. И. Суса и Ф. И. Серебрякова. – М.: Колосс, 1966. – 375 с.
7. Адрианов, С.Н. Полезащитные лесные полосы периода завершения социалистической реконструкции сельского хозяйства / С. Н. Адрианов. – М.: Сельхозиздат, 1963. – 600 с.
8. Аксенов, П.А. Методика определения активности камбия при формировании древесины ствола хвойных. Тезисы докладов II Пущинской международной школы семинара по экологии. – "Экология 2002: эстафета поколений". – М.: МГУЛ, 2002. – С. 17-18.
9. Алексеев, В.А. Диагностика жизненного состояния деревьев и древостоев [Текст] / В. А. Алексеев // Лесоведение. – 1989. – № 4. – С. 51-57.

10. Аминева, К.З. Прирост стволовой древесины дуба черешчатого (*Quercus robur* L.) в условиях техногенного загрязнения / К. З. Аминева, Р. В. Уразгильдин, А. Ю. Кулагин // Биосфера. – 2014. – Т. 6, № 4. – С. 388-399.
11. Антонова, Г.Ф. Ксилогенез, фотосинтез и дыхание деревьев сосны обыкновенной, растущих в Восточной Сибири (Россия) / Г. Ф. Антонова, В. В. Стасова, Г. Г. Суворова, В. А. Осколков. // Онтогенез, 2023. – Т. 54. – №5. – С. 323-340.
12. Антонова, Г.Ф., Стасова, В. В. Формирование годичного слоя флоэмы в стволах лиственницы сибирской // ХБЗ. – 2003. – №1. – [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/formirovanie-godichnogo-sloya-floey-v-stvolah-listvennitsy-sibirskoy> (дата обращения: 18.04.2025).
13. Анучин, Н.П. Сортиментные и товарные таблицы / Н. П. Анучин. – 7-е изд., перераб. и доп. // М.: Лесная промышленность, 1981. – 535 с.
14. Анучин, Н.П. Лесная таксация: учебник для лесотехн. и лесохозяйств. специальностей вузов / Н.П. Анучин. – 3-е изд., испр. и доп. – М.: Лесная промышленность, 1971. – 512 с.
15. Астахова, К.В. Особенности роста и состояния древесных пород в лесных культурах и защитных лесных насаждениях степной зоны Саратовского Правобережья и Заволжья / К.В. Астахова, О.В. Колобова // Научные исследования молодых ученых: сборник статей VIII Международной научно-практической конференции; в 2-х частях (Пенза, 17 декабря 2020). – Часть 1. – Пенза: Наука и Просвещение (ИП Гуляев Г. Ю.), 2020. – С. 114-117.
16. Ахромейко, А.И. Физиологическое обоснование создания устойчивых лесных насаждений / А. И. Ахромейко. – М.: Лесная пром-сть, 1965. – 312 с.
17. Баландин, А.В. Особенности роста и эффективность полезащитных насаждений Тамбовской области / А.В. Баландин, В.И. Михин // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета, 2012. – № 79. – [Электронный ресурс] /

Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=17771542> (дата обращения: 25.05.2024).

18. Балун, О.В. Влияние возраста на радиальный прирост деревьев / О.В. Балун, А.С. Арсентьева // Инновационное развитие агропромышленного, химического, лесного комплексов и рациональное природопользование: Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции, Великий Новгород, 07 апреля 2022 года. – Великий Новгород: Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого, 2022. – С. 313-316.

19. Барк, Л.Г. Лесоразведение на юге России / [Соч.] Л.Г. Барка. – СПб: тип. В. Ф. Демакова, 1880. – [2], 17 с.

20. Барк, Л.Г. Степное лесоразведение в Екатеринославской губернии / Л.Г. Барк // Лесной журнал. – 1873. – № 5. – С. 1-27.

21. Барышман, Ф.С. Особенности роста сеней в смешениях с другими породами / Ф. С. Барышман // М.: Бюллетень научно-технической информации, 1958. – Вып. 4-5. – С. 15-21.

22. Белов, А.Н. Динамика сбег радиального прироста дуба в нагорных дубравах Поволжья / А.Н. Белов, А.А. Белов // Лесоведение. – 2007. – № 4. – С. 13-17.

23. Бельгард, А.Л. Степное лесоведение / А.Л. Бельгард. – М.: Лесная пром-сть, 1971. – 336 с.

24. Берлин, Н.Г. Биопродуктивность полевых защитных лесных полос с дубом черешчатым на черноземе южном степи Саратовского Правобережья: дисс. ... канд. с.-х. наук: 06.03.03 / Берлин Николай Геннадиевич. – Саратов, 2015. – 273 с.

25. Берлин, Н.Г. Вертикальная структура надземной фитомассы дубовых полевых защитных лесных полос на южных черноземах степи правобережья Саратовской области / Н.Г. Берлин, С. В. Кабанов, Д.А. Маштаков // Вестник Алтайского государственного аграрного университета, 2015. – № 5 (127). – С. 87-94.



26. Берлин, Н.Г. Структура первичной надземной биологической продуктивности лесных полос с главной породой дуб черешчатой в условиях степи Приволжской возвышенности / Н.Г. Берлин, Д.А. Маштаков // Сельскохозяйственные науки и агропромышленный комплекс на рубеже веков: сборник материалов VIII Международной научно-практической конференции / Под общ. ред. С. С. Чернова. – Новосибирск, 2014. – С. 117-123.
27. Ведение лесного хозяйства в защитных лесонасаждениях: рекомендации / сост. А.Т. Аниканов. – Ростов н/Д, 1978. – 24 с.
28. Векшегонов, В.Я. Полезащитное лесоразведение в сухостепных районах / В. Я. Векшегонов. – М.: Лесная пром-сть, 1970. – 73 с.
29. Векшегонов, В.Я. Шахматный способ создания полезащитных лесных полос / В. Я. Векшегонов. – М.: Лесная пром-сть, 1965. – 84 с.
30. Вербин, А.Е. Оценка внесения меченого фосфора как метода изучения взаимодействия дуба с сопутствующими породами [Текст]: Автореферат дис. на соискание уч. степени канд. с.-х. наук / А.Е. Вербин. – Харьк. с.-х. ин-т им. В. В. Докучаева. – Харьков: [б. и.], 1965. – 21 с.
31. Виноградов, В.Н. Комплексное освоение нижнеднепровских песков [Текст] / В. Н. Виноградов, канд. с.-х. наук. – Одесса: Маяк, 1964. – 176 с.
32. Вишневская, Н.И. Радиальный прирост дуба черешчатого в условиях автотранспортного загрязнения воздуха на территории УОЛ ВГЛТУ / Н. И. Вишневская, А. Н. Водолажский, М. Т. Сериков // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. – 2020. – Т. 8, № 3(50). – С. 276-282.
33. Власов, А.И. Основатель «Донлесхоза» – Фёдор Филиппович Тиханов / А.И. Власов // Мелиорация и водное хозяйство : Материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 145-летию образования «Донлесхоза» (ГБУ РО «Дирекция особо охраняемых природных территорий областного значения»), Новочеркасск, 21–22 октября 2021 года. Вып. 19. – Новочеркасск: ООО "Лик", 2021. – С. 3-7. – EDN WHKLWL.

34. Высоцкий, Г.Н. Избранные сочинения. В 2 т. Т 2. / Г. Н. Высоцкий, отв. ред.: акад. И. В. Тюрин и проф. А. А. Роде. – М.: Изд-во Акад. наук СССР, 1962. – 399 с.
35. Высоцкий, Г.Н. Избранные труды / Г. Н. Высоцкий. – М.: Сельхозгиз, 1960. – 435 с.
36. Высоцкий, К.К. Закономерности строения смешанных древостоев / К. К. Высоцкий. – М.: Гослесбумиздат, 1962. – 177 с.
37. Герасименко, М.В. Свойства почвы и продуктивность искусственного насаждения дуба черешчатого / М. В. Герасименко, И. В. Соколовский // Труды БГТУ. Серия 1: Лесное хозяйство, природопользование и переработка возобновляемых ресурсов, 2009. – № 1. – С. 147-149.
38. Герасименко, П.И. Обобщение опыта создания культур дуба на госполосе Белгород – Дон: автореф. дисс ... к. с.-х. наук / Герасименко Петр Иванович; М-во сельского хозяйства УССР. Укр. акад. с.-х. наук – Киев, 1958. – 24 с.
39. Годнев, Е.Д. Результаты опытов с гнездовыми посевами дуба на землях государственного лесного фонда / Е.Д. Годнев. – М., Л.: Гослесбумиздат, 1951. – 60 с.
40. Годунов, С.И. Рост и развитие дуба черешчатого в урочищах низшего таксономического ранга агроландшафтов Каменной степи / С.И. Годунов, В.В. Тищенко // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология. – 2005. – № 2. – С. 126-129.
41. Горбачева, А.Е. Динамика радиального прироста дуба в различных типах лесорастительных условий / А.Е. Горбачева // Современные тенденции молодежной науки: Сборник научных трудов национальной конференции, Брянск, 06–08 февраля 2020 года / Под общей редакцией Е.Г. Цубловой. – Брянск: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Брянский государственный инженерно-технологический университет", 2020. – С. 143-145.

42. Государственные защитные лесные насаждения / В.Т. Николаенко, В.С. Бондаренко, Ф.И. Травень, Б.С. Туяков. – М.: Лесная пром-сть, 1971. – 152 с.
43. Графф, В.Е. Наблюдения, проведённые в Велико-Анадольской образцовой лесной плантации (в Екатеринославской губернии) над влиянием климатических перемен на растительность вообще и на животных в 1848 г. / В. Е. Графф // Лесной журнал. – 1850. – № 36. – С. 283-287; № 37. – С. 290-295; № 38. – С. 297-299.
44. Графф, В.Е. Сведения о развитии деревьев и кустарников в Велико-Анадольской плантации (из письма заведующего означенным лесничеством В. фон Граффа к директору комитета) / В.Е. Графф // Зап. комитета акклиматизации Имп. Моск. Общ-ва сельск. хоз-ва. – 1858. – Кн. 1. – С. 61-82.
45. Грибачева, О.В. Динамика рангового распределения деревьев по высоте в полегающей полосе с участием дуба черешчатого (*Quercus robur* L.) и клёна остролистного (*Acer platanoides* L.) / О.В. Грибачева, А.И. Чернодубов, Д.В. Сотников // Лесотехнический журнал. – 2020. – № 1(37). – С. 15-25.
46. Грибачева, О.В. Современное состояние полегающей полосы с участием дуба черешчатого (*Quercus robur* L.) и клёна остролистного (*Acer platanoides* L.) / О. В. Грибачева // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. – 2019. – № 4(370). – С. 34-44.
47. Демаков, Ю.П. Закономерности динамики радиального прироста деревьев дуба в пойменных лесах заповедника / Ю.П. Демаков, А.В. Исаев // Научные труды Государственного природного заповедника «Большая Кокшага». – 2015. – № 7. – С. 139-156.
48. Деревья и кустарники для защитного лесоразведения / Г.П. Озолин, В.А. Каргов, Н.В. Лысова, Л.С. Савельева. – М.: Лесная промышленность, 1974. – 152 с.
49. Доспехов, Б.А. Методология полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов // М.: Книга по запросу, 2012. – 352 с.

50. Драпалюк, М.В. Сравнительная характеристика корневой системы подростов и посадок дуба черешчатого на вырубке / М. В. Драпалюк, В. Ю. Заплетин, О. М. Корчагин // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Технические науки. – 2007. – № 4(140). – С. 111-115.
51. Дрыгина, П.С. Оценка воздействия радиационного загрязнения на радиальный прирост дуба черешчатого в Алексеевском лесничестве Белгородской области / П. С. Дрыгина, А.Н. Водолажский // Лесотехнический журнал. – 2023. – Т. 13, № 4-2(52). – С. 60-75.
52. Дьяченко, А.Е. Взаимоотношения пород в насаждениях Уральского стационара / А.Е. Дьяченко // Искусственные насаждения и их водный режим в зоне каштановых почв: Сборник статей / ред. С.А. Никитин. – М.: Наука, 1966. – [Электронный ресурс] / Режим доступа: [https://rusneb.ru/catalog/000200\\_000018\\_rc\\_4450199/](https://rusneb.ru/catalog/000200_000018_rc_4450199/) (дата обращения: 03.04.2025).
53. Ерусалимский, В.И. Лесоразведение в степи / В.И. Ерусалимский. – М.: ВНИИЛМ, 2004. – 176 с.
54. Ерусалимский, В.И., Власенко, А.А. Рост и состояние рукотворных массивных дубрав засушливой степи / В.И. Ерусалимский, А.А. Власенко // Лесной вестник. – 2011. – №3. – С. 11-16.
55. Жуков, А.Б. Основные принципы создания чистых и смешанных культур / А. Б. Жуков // Лесное хозяйство. – 1958. – № 2. – С. 29-33.
56. Зайцев, Г.А. Радиальный прирост дуба черешчатого в условиях Липецкого промышленного центра / Г.А. Зайцев // Экология и география растений и растительных сообществ: Материалы IV Международной научной конференции, Екатеринбург, 16–19 апреля 2018 года. – Екатеринбург: Автономная некоммерческая организация высшего образования "Гуманитарный университет", 2018. – С. 306-308.
57. Зепалов, С.М. Биологическая устойчивость лесонасаждений каштановой зоны / С. М. Зепалов // Полезащитное лесоразведение: сборник статей. – М., Л.: Гослесбумиздат, 1950. – [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://search.rsl.ru/ru/record/01006004535> (дата обращения: 08.07.2024).

58. Ивченко, Н.И. Значение системы полевых защитных лесных полос в повышении их эффективности / Н.И. Ивченко // Повышение эффективности лесных полос в борьбе с засухой и эрозией почв: Сборник статей / Под ред. чл.-кор. ВАСХНИЛ А. В. Альбенского. – М.: Колос, 1967. – 147 с.

59. Инструктивные указания по проектированию и выращиванию защитных лесных насаждений на землях сельскохозяйственных предприятий РСФСР / утверждены М-вом сел. хоз-ва РСФСР и М-вом лесн. хоз-ва РСФСР 30.05.1978. – М.: Россельхозиздат, 1979. – 48 с.

60. Исследования по лесоводству и агролесомелиорации [Сборник статей] / Отв. ред. чл.-корр. ВАСХНИЛ д-р с.-х. наук проф. С.С. Пятницкий. – Записки Харьковского ордена Трудового Красного Знамени сельскохозяйственного института им. В.В. Докучаева // М-во сел. хозяйства УССР; Т. 21 (58). – Харьков: [б. и.], 1959. – 234 с.

61. Каплина, Н.Ф. Состояние дуба черешчатого в южной лесостепи: 30-летний мониторинг крон и анализ радиального прироста ствола / Н.Ф. Каплина // Мониторинг и биологические методы контроля вредителей и патогенов древесных растений: от теории к практике: Материалы Второй Всероссийской конференции с международным участием, Москва, 22–26 апреля 2019 года. – М.: ИЛ СО РАН, 2019. – С. 83-84.

62. Каплина, Н.Ф. Цикличность жизненного состояния дуба черешчатого в южной лесостепи: оценка по радиальному приросту ранней древесины ствола / Н.Ф. Каплина // Мониторинг и биологические методы контроля вредителей и патогенов древесных растений: от теории к практике: материалы третьей Всероссийской конференции с международным участием, Москва, 11–15 апреля 2022 года. – Красноярск: Институт Леса СО РАН, 2022. – С. 75-76.

63. Каплина, Н.Ф. Цикличность радиального прироста ствола и жизненное состояние дуба черешчатого в нагорной и пойменной дубравах южной лесостепи / Н.Ф. Каплина // Лесоведение. – 2022. – № 1. – С. 21-33.

64. Каплина, Н.Ф. Составляющие динамики прироста ранней и поздней древесины ствола дуба черешчатого в нагорной дубраве южной лесостепи / Н.Ф. Каплина // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. – 2020. – № 5(377). – С. 51-63.
65. Карпович, К.И. Особенности роста дуба черешчатого в созданных лесных полосах на сельскохозяйственных землях / К.И. Карпович, Н.А. Митрофанова, М.В. Петров // Фундаментальные и прикладные науки сегодня: материалы XXIV международной научно-практической конференции, North Charleston, 21–22 декабря 2020 года. – Morrisville: Lulu Press, Inc., 2020. – С. 1-5
66. Качинский, Н.А. Механический и микроагрегатный состав почвы, методы его изучения / Проф. Н.А. Качинский; Акад. наук СССР. Почв. Ин-т им. В. В. Докучаева. – М.: Изд-во Акад. наук СССР, 1958. – 192 с.
67. Кирюков, Ю.Л. Опыт лесоразведения на каштановых почвах Сальской степи: автореф. дисс. ... к. с.-х. наук. / Ю.Л. Кирюков; Ин-т леса Акад. наук СССР. – 1953. – 15 с.
68. Киселев, В.Н. Сравнительный анализ радиального прироста сосны и дуба на Белорусском Полесье в условиях естественного режима грунтовых вод / В. Н. Киселев, Е.В. Матюшевская, А.Е. Яротов, П.А. Митрахович // Природопользование. – 2013. – № 23. – С. 83-93.
69. Ключников, Ю.В. Коридорный способ посадки и посева дуба с быстрорастущими породами в лесных полосах / Ю.В. Ключников // Советская агролесомелиорация с основами лесоводства. – 1948. – № 8. – С. 52-54.
70. Кныш, Н.В. Влияние климата и пастбищного режима на радиальный прирост дуба (*Quercus robur* L.) / Н.В. Кныш, М.В. Ермохин // Актуальные проблемы экологии: Сборник научных статей по материалам XI международной научно-практической конференции, Гродно, 05–07 октября 2016 года. – Гродно: Гродненский государственный университет имени Янки Купалы, 2016. – С. 36-38.
71. Колданов, В.Я. Степное лесоразведение / В.Я. Колданов. – М.: Лесная пром-сть, 1967. – 222 с.

72. Колесниченко, М.В. Биохимические взаимодействия древесных растений / М.В. Колесниченко. – Издание 2-е, переработанное и дополненное. – М.: Издательство "Лесная промышленность", 1976. – 184 с. – EDN VBJFCV.
73. Колесниченко, М.В. Лесомелиорация с основами лесоводства / М.В. Колесниченко. – М.: Колос, 1971. – 239 с.
74. Комин, Г.Е. К методике дендроклиматологических исследований / Г.Е. Комин // Труды Института экологии растений и животных Уральского филиала АН СССР. – 1970. – Вып. 67. – С. 234-241.
75. Котов, В.М. Полезащитное лесоразведение на Поволжской АГЛОС / В. М. Котов // Сборник работ Поволжской АГЛОС. – Куйбышев, 1962. – Вып.5. – 223 с.
76. Кружилин, С.Н. Лесоводственные модели роста и формирования *Quercus Robur* в условиях черноземной зоны степи Юга России / С.Н. Кружилин // Наука. Мысль: электронный периодический журнал. – 2018. – № 3 (Т.8). – [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://grreview.ru/index.php/wej/issue/view/58> (дата обращения: 09.09.2024).
77. Кружилин, С.Н. Рост дуба черешчатого в лесных культурах, созданных с применением разных типов смешения в условиях Нижнего Дона: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.03.01 / Кружилин Сергей Николаевич; Брянская государственная инженерно-техническая академия. – Брянск, 2008. – 25 с.
78. Кружилин, С.Н. Экологическая устойчивость дуба черешчатого в условиях Нижнего Дона/ С.Н. Кружилин // Наука. Мысль: электронный периодический журнал. – 2014. – №1. – [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://wwenews.esrae.ru/1> (дата обращения: 08.09.2024).
79. Крывда, С.А. Лесоразведение на юге Ергеней / С.А. Крывда // Лесное хозяйство. – 1958. – № 3. – С. 76-80.
80. Крючков, С.Н. Опыт создания и выращивания «промышленной» дубравы в полупустыне / С.Н. Крючков, О.И. Жукова, А.С. Стольников // Защитное лесоразведение, мелиорация земель и проблемы земледелия в Российской

Федерации: матер. Междунар. науч.-практ. конф. (Волгоград, 23–26 сентября 2008). – Волгоград: ВНИАЛМИ, 2008. – С. 136–138.

81. Кулаков, В.Ю. Сукцессионная динамика дуба черешчатого (*QUERCUS ROBUR L.*) и пород-спутников на склонах разных экспозиций Западного Кавказа / В. Ю. Кулаков, С.М. Матвеев // Лесной вестник. – 2012. – № 2. – С. 42-45.

82. Кулакова, Е.Н. Тенденции смены породного состава лесомелиоративных насаждений Каменной Степи (на примере вековой лесной полосы Г. Ф. Морозова) / Е.Н. Кулакова, С.С. Шешнищан, В.Ю. Кулаков [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2023. – № 192 (08). – С. 1-14.

83. Кулакова, Е.Н. Сравнительный анализ лесных культур на различных категориях земель лесного фонда в кубанском лесничестве Карачаево-Черкесской Республики / Е.Н. Кулакова, А.И. Чернодубов // Евразийский союз ученых. – 2015. – № 4-11 (13). – С. 63-66.

84. Кулыгин, А.А. Особенности роста дуба с ясенем зеленым / А.А. Кулыгин // Лесное хозяйство. – 1989. – № 6. – С. 35-36.

85. Кучеров, С.Е. Особенности радиального прироста дуба черешчатого (*Quercus robur L.*) на хребте Каратау (Южный Урал) / С.Е. Кучеров, А.А. Мулдашев // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология. – 2011. – № 1. – С. 95-96.

86. Лавриненко, Д.Д. Взаимодействие древесных пород в лесонасаждениях в степи / Д.Д. Лавриненко // Защитное лесоразведение. ВНИАЛМИ. – 1962. – №37. – [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://search.rsl.ru/ru/record/01006193539> (дата обращения: 02.03.2024).

87. Лавриненко, Д.Д. Взаимодействие древесных пород в различных типах леса / Д. Д. Лавриненко. – М.: Лесная пром-сть, 1965. – 248 с.

88. Леман, Ю.Г. Различные типы смешения древесных и кустарниковых пород при степных культурах леса / Ю.Г. Леман // Лесной журнал. – 1901. – № 2. –



[Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.prilib.ru/item/859341> (дата обращения: 23.10.2024).

89. Лесные полосы Каменной Степи: Сборник статей / отв.ред И.К. Винокурова. – Воронеж: Центр.-Чернозем. кн. Изд-во, 1967. – 384 с.

90. Лесотаксационный справочник / Белорус. технол. ин-т им. С.М. Кирова; под общ. ред. проф. В.К. Захарова. – 2-е изд., испр. и доп. – Минск: Госиздат БССР, 1962. – 368 с.

91. Литовкина, А.Ф. Опыт выращивания лесных насаждений с участием дуба на светлокаштановых почвах Сталинградской области: автореф. дисс. ... к. с.-х. наук. / Литовкина Александра Федоровна; Московская ордена Ленина сельскохозяйственная академия имени К.А. Тимирязева. – Москва, 1957. – 16 с.

92. Логгинов, Б.И. Основы полезащитного лесоразведения / Б.И. Логгинов. – Киев: Изд-во Укр. акад. с.-х. наук, 1961. – 351 с.

93. Лысенко, Т.Д. Инструкция по посеву полезащитных лесных полос гнездовым способом с главной породой – дуб / Акад. Т. Д. Лысенко. – М.: Гл. упр. полезащитного лесоразведения при Совете министров СССР, 1952. – 23 с.

94. Майоров, Б.Н. Таксация: методические указания к лабораторным занятиям для студентов III курса по направлению 656200 – Лесное хозяйство и ландшафтное строительство / Сост.: Б. Н. Майоров, С. В. Кабанов; Под общ. ред. Б.Н. Майорова; ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ» Саратов, 2003. – 84 с.

95. Марков, М.В. Общая геоботаника: Учеб. пособие для гос. ун-тов и пед. ин-тов СССР / Проф. М. В. Марков. – М.: Высш. школа, 1962. – 450 с.

96. Мартынюк, А.А. Изученность государственных защитных лесных полос европейской части Российской Федерации: аналитический обзор / А. А. Мартынюк, Т. Я. Турчин, А.Б. Корнеев // Лесохозяйственная информация. – 2023. – № 3. – С. 55-76.

97. Мартынюк, А.А. Современное состояние государственных защитных лесных полос степной и полупустынной зон, основные направления их сохранения и реабилитации / А. А. Мартынюк, Т. Я. Турчин, И. Я. Чеплянский, А.

К. Кулик // Известия нижеволжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2023. – № 1(69). – С. 78-91.

98. Марченко, И.С. Биополе лесных экосистем / И.С. Марченко. – Брянск: Приок. кн. изд-во. Брян. отд-ние, 1973. – 90 с.

99. Марченко, И.С. О взаимовлиянии древесных растений / И.С. Марченко // Лесное хозяйство. – 1974. – №11. – С. 37-47.

100. Маштаков, Д.А. Закономерности состояния, роста и продуктивности древесных пород в лесных полосах орошаемой степи Саратовского Заволжья / Д.А. Маштаков, А. Р. Садыков // Успехи современного естествознания. – 2020. – № 3. – С. 15-20. – [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://doi.org/10.17513/use.37340>.

101. Маштаков, Д.А. Особенности роста дуба черешчатого в смешении с разными сопутствующими породами в лесных полосах степи Приволжской возвышенности / Д.А. Маштаков, Е.Г. Давыдова, К.А. Мозговая // Вавиловские чтения – 2019: Международная научно–практическая конференция, посвященная 132-й годовщине со дня рождения академика Н. И. Вавилова (Саратов, 25-26 ноября 2019). – Саратов: Амирит, 2019. – С. 266-268.

102. Маяцкий, И.Н. Изучение взаимодействия дуба с кустарниками при помощи меченого фосфора / И.Н. Маяцкий // Лесное хозяйство. – 1963. – № 2. – С. 15-17.

103. Методика системных исследований лесоаграрных ландшафтов / под ред. В.А. Баранова // ВАСХНИЛ. ВНИАЛМИ. – М. – 1985. – 112 с.

104. Методы дендрохронологии. Часть 1. Основы дендрохронологии. Сбор и получение древесно-кольцевой информации: Учебно-методическое пособие / С.Г. Шиятов, Е.А. Ваганов, А.В. Кирдянов [и др.]. – Красноярск: КрасГУ, 2000. – 80 с.

105. Миленин, А.И. Влияние летних осадков на радиальный прирост дуба черешчатого в сухой снытево-осоковой дубраве Шипова леса / А.И. Миленин // Лесотехнический журнал. – 2011. – № 4(4). – С. 72-75.

106. Миленин, А.И. Влияние температуры воздуха на радиальный прирост дуба черешчатого в Шиповом лесу / А.И. Миленин // Лесотехнический журнал. – 2012. – № 2(6). – С. 65-69.
107. Миленин, А.И. Внутривидовая изменчивость радиального прироста дуба черешчатого позднораспускающейся фенологической разновидности в снытевой дубраве Шипова леса / А.И. Миленин // Плодоводство, семеноводство, интродукция древесных растений. – 2012. – Т. 1, № 1. – С. 58-61.
108. Михин, В.И. Рост, состояние и формирование полезащитных насаждений Липецкой области / В.И. Михин, Е.А. Михина // Политематический сетевой электронный научный журнал кубанского государственного аграрного университета. – 2012. – № 78. – С. 631-642. – [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?edn=oxqxfn> (дата обращения: 29.06.2024).
109. Михин, В.И. Формирование защитных насаждений из дуба черешчатого в Центральном Черноземье России / В.И. Михин, Е.А. Михина // Лесотехнический журнал. – 2018. – Т. 8, № 4(32). – С. 109-117.
110. Михин, Д.В. Формирование и рост полезащитных насаждений Воронежской области / Д.В. Михин, О.В. Трегубов // Лесотехнический журнал. – 2013. – № 3 (11). – С. 7-12.
111. Морозов, Г.Ф. Избранные труды. В 2 т. Т. 2. / Г.Ф. Морозов. – М.: Лесная пром-сть, 1971. – 536 с.
112. Морозов, Г.Ф. Очерки по лесокультурному делу / Г.Ф. Морозов. – М., Л.: Гослесбумиздат, 1950. – 244 с.
113. Национальная программа действий по борьбе с опустыниванием Саратовской области: монография / под ред. К.Н. Кулика. – Волгоград – Саратов: ФНЦ агроэкологии РАН, 2024. – 332 с.
114. Никитин, П.Д. Выращивание полезащитных лесных полос / П.Д. Никитин. – М.: Колосс, 1972. – 101 с.

115. Нормативно-справочные материалы рекреационного использования лесов и зелёных насаждений / сост. С. В. Кабанов, А.В. Терешкин, О.В. Азарова. – Саратов: Рата, 2010. – 163 с. – ISBN 978–5–91659–082–1
116. О плане полезащитных лесонасаждений, внедрения травопольных севооборотов, строительства прудов и водоёмов для обеспечения высоких и устойчивых урожаев в степных и лесостепных районах европейской части СССР: Постановление. – Киев, Харьков: Гос. изд-во с.-х. лит-ры УССР, 1948. – 48 с. – В Совете министров СССР в ЦК ВКП (б)).
117. Огиевский, В.Д Избранные труды / В.Д. Огиевский. – М.: Лесная пром-сть, 1966. – 356 с.
118. Организация и технология противоэрозионных работ / И.В. Трещевский, Г.М. Бибилов, В.А. Егоренков [и др.]. – М.: Лесная пром-сть, 1970. – 128 с.
119. Орлик, Е.А. Динамика радиального прироста в насаждениях экотипов дуба черешчатого в Правобережном лесничестве УОЛ ВГЛТУ имени Г.Ф. Морозова / Е.А. Орлик, А.И. Миленин // Современные тенденции развития науки и мирового сообщества в эпоху цифровизации: сборник материалов IX Международной научно–практической конференции, Москва, 10 ноября 2022 года. – М.: ООО "Издательство АЛЕФ", 2022. – С. 107-113.
120. Орлов, А.Я. Метод определения массы корней деревьев / А.Я. Орлов // Лесоведение, 1967. – № 1. – С. 64-70.
121. ОСТ 56-69-83 «Площади пробные лесоустроительные. Метод закладки». – М.: ЦБМТлесхоз, 1984. – 60 с.
122. Павловский, Е.С. Ведение хозяйства в защитных насаждениях на сельскохозяйственных угодьях / Е. С. Павловский // Агролесомелиорация. Изд.4. – М.: Лесная пром-сть, 1972. – [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://search.rsl.ru/ru/record/01007218253> (дата обращения: 15.03.2025).
123. Павловский, Е.С. Выращивание защитных насаждений в Каменной Степи / Е.С. Павловский. – М.: Лесная пром-сть, 1965. – 170 с.

124. Павловский, Е.С. Защитное лесоразведение в системе мелиоративных мероприятий/ Е.С. Павловский // Мелиорация и водное хозяйство. – 1994. – № 3. – С. 24-25.
125. Павловский, Е.С. Коридорный способ выращивания дуба в полевых защитных лесных полосах / Е.С. Павловский // Полевая защита лесоразведение: сборник статей / Ин-т земледелия центр.-черноземной полосы им. проф. В. В. Докучаева. – М.: Сельхозгиз, 1955. – [Электронный ресурс] / Режим доступа: [https://rusneb.ru/catalog/000199\\_000009\\_005902617/](https://rusneb.ru/catalog/000199_000009_005902617/) (дата обращения: 15.02.2025).
126. Павловский, Е.С. Опыт проведения рубок ухода в полевых защитных лесных полосах / Е.С. Павловский. – М.: Россельхозиздат, 1974. – 38 с.
127. Павловский, Е.С. Развитие защитного лесоразведения в Каменной Степи в советское время / Е.С. Павловский // Лесные полосы Каменной Степи: сборник статей / Отв. ред. И. К. Винокурова. – Воронеж: Центр.-Чернозем. кн. изд-во, 1967. – [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://search.rsl.ru/ru/record/01006332175> (дата обращения: 15.02.2025).
128. Павловский, Е.С. Устройство агролесомелиоративных насаждений / Е.С. Павловский. – М.: Лесная пром-сть, 1973. – 126 с.
129. Павловский, Е.С. Уход за лесными полосами / Е.С. Павловский. – М.: Лесная пром-сть, 1976. – 248 с.
130. Панфилов, Я.Д. Полевая защита лесоразведение / Я.Д. Панфилов, канд. с.-х. наук; под ред. заслуж. деятеля науки РСФСР д-ра с.-х. наук проф. Сус С. И. – Саратов: Саратов. обл. гос. изд-во, 1952. – 236 с.
131. Панфилов, Я.Д. Полевые защитные лесные полосы / Я.Д. Панфилов. – Саратов: Саратов. обл. изд-во, 1948 (тип. 1 Полиграфиздата). – 104 с.
132. Паспорт Екатериновского муниципального района Саратовской области на 2023 год. – Саратов, 2023. – 39 с.
133. Петров, Н.Г. Система лесных полос / Н.Г. Петров. – М.: Россельхозиздат, 1975. – 117 с.

134. Пидоря, Е.А. Влияние температуры воздуха и осадков на радиальный прирост дуба черешчатого в заказнике "Воронежская нагорная дубрава" / Е.А. Пидоря, А.И. Миленин // Материалы Всероссийской молодежной конференции, посвященной Международному дню Земли, Воронеж, 21 апреля 2022 года / Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова. – Воронеж: Б. и., 2022. – С. 82-89.

135. Погода и климат [Электронный ресурс] / Режим доступа: [pogodaiklimat.ru](http://pogodaiklimat.ru) (дата обращения 03.03.2024)

136. Погребняк, П.С. Основы лесной типологии / П.С. Погребняк, действ. чл. АН УССР; Акад. наук Укр. ССР. Ин-т лесоводства. – 2-е изд., доп. и испр. – Киев: Изд-во Акад. наук УССР, 1955. – 456 с.

137. Полевая геоботаника / Акад. наук СССР. Ботан. ин-т им. В.Л. Комарова; под общ. ред. [и с предисл.] Е. М. Лавренко и А. А. Корчагина. – М., Л.: Изд-во Акад. наук СССР. [Ленингр. отд-ние], 1959-1964. – 3 т. Т 1. – 444 с.

138. Полезащитные полосы / В.А. Бодров, Г.И. Матякин, Я.Д. Панфилов [и др.]; под ред. проф. Н.И. Сус. – М.: Гослестехиздат, 1936. – 218 с.

139. Поликанов, С.Н. Фитомасса и продуктивность древостоев дуба черешчатого в национальном парке «Хвалынский» / С.Н. Поликанов, В.А. Болдырев, Т.Н. Давиденко // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2010. – №11. – С. 104-106.

140. Полонский, В.И. Ботаника с основами физиологии растений. Ч. 1 Анатомо-морфологические и физиологические особенности растений: учебное пособие / В.И. Полонский, Т.В. Карпюк; Красноярский государственный аграрный университет. – Красноярск. – 2022. – 366 с. – [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.kgau.ru/new/student/43/content/142.pdf>

141. Попов, А.В. Влияние экстремальных метеорологических условий на состояние полезащитных лесных насаждений Каменной Степи / А.В. Попов, Н.В. Рыбалкина // Международный научно-исследовательский журнал. – 2022. – № 6-5 (120). – С. 87-91.

142. Пособие для выполнения практических заданий по лесной таксации: (Для студентов лесохоз. фак.) / Сост. Б.Н. Майоров. – Саратов. – 1976. – 111 с.

143. Постановление Правительства РФ от 22.05.2007 N 310 (ред. от 06.03.2024) «О ставках платы за единицу объема лесных ресурсов и ставках платы за единицу площади лесного участка, находящегося в федеральной собственности»

144. Практикум по экологическому древоведению / Л. Ю. Варсегова, П.М. Мазуркин, А.Н. Фадеев; под ред. проф. П.М. Мазуркина. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2010. – 43 с.

145. Примаков, Н.В. Изменчивость лесоводственных характеристик полезащитных лесных насаждений Краснодарского края / Н.В. Примаков // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. – 2021. – № 1(379). – С. 60-68.

146. Проездов, П.Н. Закономерности продуктивности и роста защитных лесных насаждений на черноземных почвах Саратовского Правобережья / П.Н. Проездов, Д.А. Маштаков, А.И. Разаренов // Нива Поволжья. – 2010. – № 4(17). – С. 81-85.

147. Проездов, П.Н. Закономерности роста *Larics sibirica* в противоэрозионных лесных полосах на южном черноземе / П.Н. Проездов, Д.В. Есков, А.В. Розанов, С.В. Свиридов // Природообустройство. – 2024. – № 1. – С. 137-143.

148. Проездов, П.Н., Маштаков, Д.А. Агролесомелиорация. (Издание второе переработанное, дополненное): Монография. / П.Н. Проездов, Д.А. Маштаков; ФГБОУ ВО «Саратовский ГАУ». – Саратов: Амирит, 2016. – 472 с. [ил.]

149. Разаренов, А.И. Динамика роста и продуктивности лесных полос «Тамбовские посадки» в Екатериновском районе Саратовской области / А.И. Разаренов, С.В. Кабанов // Бюллетень Ботанического сада Саратовского государственного университета. – 2007. – № 6. – С. 33-37.

150. Разаренов, А.И. Исследование роста и мелиоративной эффективности полезащитных лесных полос в Саратовском Правобережье: автореф. дис. ... к. с.-х. наук: 06.03.04 / Разаренов Анатолий Иванович; Всесоюзный научно-исследовательский институт агролесомелиорации. – Волгоград, 1978. – 21 с.

151. Рахтеенко, И.Н. К вопросу познания межвидовых и внутривидовых взаимоотношений среди древесных растений / И.Н. Рахтеенко // Бюллетень института биологии (Академия наук БССР). – Минск. – 1957. – Вып.2. – 162 с.

152. Рахтеенко, И.Н. Корневые системы древесных и кустарниковых пород / И.Н. Рахтеенко. – М., Л.: Гослесбумиздат, 1952. – 108 с.

153. Рахтеенко, И.Н. Корневые системы дуба в зависимости от типов смешения / И.Н. Рахтеенко // Лес и степь. – 1951. – № 7. – С. 26-30.

154. Рахтеенко, И.Н. Экспериментальное изучение межвидовых и внутривидовых взаимоотношений среди древесных растений / И.Н. Рахтеенко // Известия Академии наук БССР, серия биологических наук. – Минск, 1957. – №4. – 286 с.

155. Ревяко, И.И. Рост дуба черешчатого в искусственных насаждениях Нижнего Дона (на примере Донского лесхоза): автореф. дисс. ... к. с.-х. наук: 06.03.04 / Ревяко Игорь Иванович; Новочеркасский инж.-мелиорат. ин-т. – Волгоград, 1995. – 24 с.

156. Решетников, В.Ф. Влияние клена остролистного на рост дуба черешчатого в смешанных насаждениях искусственного и естественного происхождения / В.Ф. Решетников, К.М. Сторожишина // Труды БГТУ. Серия 1: лесное хозяйство, природопользование и переработка возобновляемых ресурсов. – 2018. – № 2 (210). – С. 98-102.

157. Рубцов, Н.И. Краткая история степного и защитного лесонасаждения: Лекции для студентов лесохоз. фак. / Н. И. Рубцов. – Л.: [б. и.], 1962. – 74 с.



158. Савельева, Л.С. Рост дуба черешчатого в чистых и смешанных лесных полосах / Л. С. Савельева, А. В. Хавроньин // Эрозия почв, защитное лесоразведение и урожай: Сборник статей. – Куйбышев: Кн. изд-во, 1982. – 175 с.
159. Савельева, Л.С. Устойчивость деревьев и кустарников в защитных лесных насаждениях / Л. С. Савельева. – М.: Лесная промышленность, 1975. – 168 с.
160. Сауткина, М.Ю. Современное состояние полезащитных лесных полос с преобладанием дуба черешчатого (*Quercus Robur L.*) в Каменной Степи / М.Ю. Сауткина, Н.Ф. Кузнецова, В.Д. Тунякин // Лесохозяйственная информация. – 2018. – № 1. – С. 78-89.
161. Сидаренко, П.В. Углерододепонирующая роль лесных насаждений государственной защитной лесной полосы (ГЗЛП) Волгоград – Элиста – Черкесск в степной зоне / П. В. Сидаренко, В.В. Засоба, Э.Н. Богданов [и др.] // Актуальные проблемы лесного комплекса. – 2014. – № 38. – С. 125-132.
162. Сидельник, Н.А. Изучение устойчивости лесных биогеоценозов (естественных и искусственных) в степной зоне Украины / Н.А. Сидельник // Лесоведение. – 1976. – № 4. – С. 49-54.
163. Создание тополевых насаждений / Д.Д. Лавриненко, Г.И. Редько, А.А. Лищенко [и др.]. – М.: Лесная пром-сть, 1966. – 314 с.
164. Способы повышения агрономической эффективности полезащитных лесных полос / Н.И. Ивченко [и др.]. – Труды НИИСХ Юго-Востока. – 1972. – Вып.30. – 177 с.
165. Степанов, Н.Н. Степное лесоразведение / Н.Н. Степанов. – М., Л.: Гослесбумиздат, 1949. – 160 с.
166. Стратегия развития защитного лесоразведения в Российской Федерации на период до 2025 года / К.Н. Кулик, А.Л. Иванов, А.С. Рулев [и др.]. – переработанная и дополненная. – Волгоград: Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения РАН, 2018. – 36 с.

167. Сукачев, В.Н. О внутривидовых и межвидовых взаимоотношениях среди растений / В.Н. Сукачев // Ботанический журнал. – 1953. – Т. 38, № 1. – С. 57-96.
168. Сус, Н.И. Агролесомелиоративное дело: справочник для кадров высшего и среднего квалификации по данным Нижне-Волжского края / Н.И. Сус. – М., Л.: Сельхозгиз, 1933 (М.: тип. Изд-ва "Крест. газ"). – 228 с.
169. Сус, Н.И. Защитное лесоразведение / д-р с.-х. наук проф. Н.И. Сус. – М., Л.: Изд-во и фототиполит. Гос. лесотехн. Изд-ва в Л., 1948. – 140 с.
170. Сучков, Д.К. Методы и технологии создания полезащитных лесных полос / Д.К. Сучков // Научно-агрономический журнал. – 2018. – № 2(103). – С. 51-53.
171. Схема территориального планирования Романовского муниципального района Саратовской области. Материалы по обоснованию проекта. Т. I. Общая характеристика района / ГУПП «Институт Саратовгражданпроект» Саратовской области. – Саратов. – 2009. – 192 с.
172. Тихомиров, А.В. Годичный прирост ранней и поздней древесины в локальных участках камбиальной зоны ствола как показатель этапов роста и развития дерева *Quercus robur* (Fagaceae) / А.В. Тихомиров // Ботанический журнал. – 2022. – Т. 107, № 4. – С. 360-384.
173. Травень, Ф.И. Выращивание дуба с быстрорастущими породами в лесных полосах / Ф.И. Травень, П.С. Дубинин // Лесное хозяйство. – 1958. – № 4. – С. 26-32.
174. Травень, Ф.И. Выращивание защитных лесонасаждений / Ф.И. Травень, П.С. Дубинин. – М.: Сельхозгид, 1961. – 191 с.
175. Трещевский, И.В. Полезащитное лесоразведение. Передовой опыт выращивания и экономическая эффективность лесных полос / И.В. Трещевский, В.К. Попов, П.В. Ковалев. – Воронеж: Центр.-Чернозем. кн. изд-во, 1973. – 129 с.
176. Тунякин, В.Д. Жизнестойкость дуба черешчатого в сложных по составу лесных полосах на юго-востоке Воронежской области / В.Д. Тунякин,

Н.В. Рыбалкина // Труды Санкт-Петербургского научно-исследовательского института лесного хозяйства. – 2019. – № 4. – С. 34-44.

177. Тунякин, В.Д. Лесообразовательный процесс в предельно узкой полевозащитной лесной полосе / В.Д. Тунякин, Н.В. Рыбалкина, Л.М. Шеншин // Лесотехнический журнал. – 2022. – Т. 12, № 2(46). – С. 56-67.

178. Турусов, В.И. Рост и состояние смешанных древостоев лесных насаждений Каменной Степи / В.И. Турусов, А.С. Чеканышкин, А.А. Лепехин // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. – 2021. – № 4 (382). – С. 97-106.

179. Филиппов, П.Б. Естественно-исторические и природно-климатические условия в системе полевозащитных лесных полос "Тамбовские посадки" Екатериновского района / П.Б. Филиппов // Лесное дело, ландшафтная архитектура, мелиорация и экология: Материалы VI Национальной конференции по итогам научной и производственной работы преподавателей и студентов, посвященной 125-летию со дня рождения доцента Барабанщикова Алексея Степановича, Саратов, 13–17 мая 2024 года. – Саратов: Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии им. Н. И. Вавилова, 2024. – С. 230-234.

180. Филиппов, П.Б. Радиальный прирост дуба черешчатого в системе лесных полос «Тамбовские посадки» Екатериновского района / П.Б. Филиппов // Материалы V Национальной конференции по итогам научной и производственной работы преподавателей и студентов в области лесного дела, ландшафтной архитектуры, мелиорации и экологии, посвященной 100-летию со дня рождения профессора М.А. Дудорева: Сборник материалов конференции, Саратов, 15–19 мая 2023 года. – Саратов: Общество с ограниченной ответственностью "Амирит", 2023. – С. 240-244.

181. Филиппов, П.Б. Состояние и рост дуба черешчатого в полевозащитных лесных полосах Донской равнины / П.Б. Филиппов // Мониторинг лесных и лесомелиоративных систем, инновационные технологии лесоразведения: Материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвящённой 100-

летию со дня рождения профессора, заслуженного лесовода РСФСР И.В. Трещевского, Воронеж, 08 июня 2023 года. – Воронеж: Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г. Ф. Морозова, 2023. – С. 170-176.

182. Филиппов, П.Б., Есков, Д.В., Критский, Д.И. Природно-климатические условия произрастания в защитных лесных насаждениях с участием *Quercus robur* в степи Поволжья / П.Б. Филиппова, Д.В. Есков, Д.И. Критский // Материалы VII Национальной конференции по итогам научной и производственной работы преподавателей и студентов в области лесного дела, ландшафтной архитектуры, мелиорации и экологии, посвященной 145-летию со дня рождения профессора Суса Николая Ивановича, Саратов, 12–16 мая 2025 года. – 2025. – С. 286-289.

183. Филиппов, П.Б., Проездов, П.Н., Есков, Д.В. Влияние способа создания полезащитных лесных полос на рост и развитие дуба черешчатого в степи Донской равнины / П.Б. Филиппов, П.Н. Проездов, Д.В. Есков // Научно-агрономический журнал. – 2025. – № 1(128). – С. 28-34.

184. Филиппов, П.Б., Проездов, П.Н., Есков, Д.В. Влияние пород-спутников на рост и развитие дуба черешчатого в полезащитных лесных полосах степи Донской равнины / П.Б. Филиппов, П.Н. Проездов, Д.В. Есков // Лесохозяйственная информация. – 2025. – №2. – С. 105-114.

185. Хавроньин, А.В. Культуры дуба в Заволжской степи / А.В. Хавроньин // Эрозия почв, защитное лесоразведение и урожай: Сборник статей. – Куйбышев, 1986. – [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://search.rsl.ru/ru/record/01001337884>

186. Харитонович, Ф.Н. Дуб в степных условиях и условия его выращивания / Ф.Н. Харитонович. – М.: Гослесбумиздат, 1951. – 56 с.

187. Харитонович, Ф.Н. Межвидовая борьба и взаимопомощь в степных насаждениях / Ф.Н. Харитонович. – М., Л.: Ленинград: изд. и тип. Гослесбумиздата в Л., 1950. – 32 с.

188. Чеботарева, В.В. Тенденции естественной смены дубовых древостоев на смешанные лиственные насаждения в зоне лесостепи (на примере древостоев Теллермановского опытного лесничества Илан Ран) / В.В. Чеботарева, П.А. Чеботарев, В.Г. Стороженко // Ульяновский медико-биологический журнал. – 2017. – № 2. – С. 172-178.

189. Чеканышкин, А.С. Рост и состояние дуба черешчатого в смешанных древостоях полевых защитных лесных полос / А.С. Чеканышкин // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. – 2024. – № 3. – С. 65-72.

190. Шаповалов, А.А. Влияние состава насаждений на развитие древесных пород в лесных полосах Каменной Степи / А.А. Шаповалов. – Воронеж: Коммуна, 1930. – 39 с.

191. Шаповалов, А.А. Обоснование выбора древесных и кустарниковых пород для лесных полос на черноземах Воронежской области / А.А. Шаповалов // Лесные полосы Каменной Степи: сб. – Воронеж: Центрально-Черноземное книжное издательство, 1967. – С. 93-144.

192. Швиденко, А.З., Щепашенко, Д.Г., Нильсон, С., Бугуй, Ю.И. Таблицы и модели хода роста и продуктивности насаждений основных лесообразующих пород Северной Евразии (нормативно-справочные материалы): издание второе. – М.: Рослесхоз, 2008. – 886 с.

193. Шестоперов, Г.П., Антонова, А.П., Казакова, А.П. Рост дуба в гнездах в связи с их населённостью / Г.П. Шестоперов, А.П. Антонова, А.П. Казакова // Известия Куйбышевского сельскохозяйственного института. – Саратов, 1969. – Т. 23. – 413 с.

194. Шиятов, С.Г., Мазепа, В.С. Влияние климатических факторов на радиальный прирост деревьев в высокогорьях Урала / С.Г. Шиятов, В.С. Мазепа // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. – 1992. – № 14. – С. 125-134.

195. Щетинкин, С.В. Особенности динамики радиального прироста дуба черешчатого в условиях радиоактивного загрязнения лесов Центральной

лесостепи / С.В. Щетинкин, Н.А. Щетинкина // Лесотехнический журнал. – 2014. – Т. 4, № 3(15). – С. 130-139.

196. Энциклопедия агролесомелиорации / Л.И. Абакумова, О.А. Аверьянов, Г.П. Архангельская [и др.]. – Волгоград: ВНИАЛМИ, 2004. – 675 с.

197. Юферев, В.Г. Геоинформационное картографирование дефляционно-опасных участков земель сельскохозяйственного назначения с использованием космоснимков / В.Г. Юферев, К.П. Синельникова, А.Н. Берденгалиева // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2023. – № 2(70). – С. 125-134.

198. Юферев, В.Г. Геоинформационный анализ опустынивания аридных территорий / В.Г. Юферев // Степи Северной Евразии: Материалы X международного симпозиума (Международного степного форума), Оренбург, 27 мая – 02 июня 2024 года. – Оренбург: Институт степи УрО РАН Оренбургского федерального исследовательского центра УрО РАН, 2024. – С. 1545-1550.

199. Юферев, В.Г. Оценка деградации поlezащитных лесных насаждений по материалам космосъемки / В.Г. Юферев // Научно-агрономический журнал. – 2018. – № 1(102). – С. 23-25.

200. Янбаев, Р.Ю. Индивидуальная изменчивость дуба черешчатого по величине радиального годичного прироста / Р.Ю. Янбаев, А.Х. Садыков, А.Р. Исламгулов, Н.Н. Редькина // Современное состояние, традиции и инновационные технологии в развитии АПК : материалы международной научно-практической конференции в рамках XXXIII Международной специализированной выставки «Агрокомплекс–2023», Уфа, 22–24 марта 2023 года. – Министерство сельского хозяйства Российской Федерации; Министерство сельского хозяйства Республики Башкортостан; ФГБОУ ВО «Башкирский государственный аграрный университет»; АНО УК «Евразийский НОЦ Республики Башкортостан»; ООО «Башкирская выставочная компания. – Т. ч. 1. – Уфа: Башкирский государственный аграрный университет, 2023. – С. 174-178.

201. Davies, D. An evaluation of English oak earlywood vessel area as a climate proxy in the UK / D. Davies, N. J. Loader // *Dendrochronologia*. – 2020. – Vol. 64. – P. 125777.
202. Differential reaction of *Pinus sylvestris*, *Quercus robur* and *Q. petraea* trees to nitrogen and sulfur pollution / P. Karolewski, M. J. Giertych, J. Oleksyn, R. Zytkowskiak // *Water, Air, & Soil Pollution*. – 2005. – Vol. 160, No. 1-4. – P. 95-108.
203. Does tree-ring formation follow leaf phenology in Pedunculate oak (*Quercus robur* L.)? / R. Puchałka, M. Koprowski, J. Gričar, R. Przybylak // *European Journal of Forest Research*. – 2017. – Vol. 136, No. 2. – P. 259-268.
204. Kerr, G. The effect of heavy or free growth thinning on oak (*Quercus petraea* and *Q. robur*) / G. Kerr // *Forestry*. – 1996. – Vol. 69, No. 4. – P. 303.
205. Mahmood, A. Number of initial division as a measure of activity in the early cambial growth in *Pinus* / A. Mahmood // *Pak. J. For.* – 1971. – V. 21. – № 1. – P. 27-42.
206. Matisons, R. Influence of climate on tree-ring and earlywood vessel formation in *Quercus robur* in Latvia / R. Matisons, G. Brūmelis // *Trees*. – 2012. – Vol. 26, No. 4. – P. 1251-1266.
207. Novak, A. A. Роль походження деревостанів у формуванні радіального приросту дуба звичайного (*Quercus robur* L.) у Західному Лісостепу України / A. A. Novak, R. R. Vytseha // *Forestry and Forest Melioration*. – 2021. – No. 139. – P. 97-105.
208. Oak regeneration at the arid boundary of the temperate deciduous forest biome: insights from a seeding and watering experiment / L. Erdős, K. Szitár, K. Öllerer [et al.] // *European Journal of Forest Research*. – 2021.
209. Plenary address: Applications of belowground forest biology: Pap. *Frontiers of Forest Biology: Proceedings of the Joint Meeting of the North American Forest Biology Workshop and the Western Forest Genetics Association*. – 1998. Pt 2 // *J. Sustainable Forest*. – 2000. – 10. – № 3, 4. – P. 199-212.
210. Regularities of the Growth of Pedunculate Oak (*QUERCUS ROBUR* L., 1753) in the Protective Plantings of the Steppe and Forest-steppe of the Volga Upland /

P. N. Proezdov, D. V. Eskov, D. A. Mashtakov, A. N. Avtonomov, A. V. Rozanov. – Research Square. – 2021.

211. Wood Fibre Characteristics of Pedunculate Oak (*Quercus Robur* L.) Growing in Different Ecological Conditions / D. Jokanović, T. Ćirković–Mitrović, V. Nikolić Jokanović [et al.] // *Drvna Industrija*. – 2022. – Vol. 73, No. 3. – P. 317-325.



## **Приложения**

### Гидрометеорологические данные в годы исследований по трем метеостанциям (Аткарск, Балашов, Ростоши)

Средние месячные и годовые температуры воздуха по данным метеорологической станции в Аткарске (широта 51.8641 долгота 43.5815 высота над уровнем моря 163 м) за годы исследований

Год	янв	фев	мар	апр	май	июн	июл	авг	сен	окт	ноя	дек	за год
2021	-7,1	-12,0	-4,1	8,2	17,6	20,8	22,8	23,3	11,5	6,2	0,7	-6,8	6,8
2022	-7,3	-2,6	-4,0	10,4	10,3	19,7	20,5	23,6	12,3	7,2	0,0	-5,4	7,1
2023	-10,4	-7,3	3,2	10,1	14,7	17,1	20,5	21,4	15,0	6,1	1,9	-5,3	7,3
2024	-10,0	-8,3	-2,5	13,7	12,5	21,5	23,1	19,9	16,4	7,6	0,5	-4,7	7,5

Месячные и годовые суммы выпавших по данным метеорологической станции в Аткарске (широта 51.8641 долгота 43.5815 высота над уровнем моря 163 м) за годы исследований

Год	янв	фев	мар	апр	май	июн	июл	авг	сен	окт	ноя	дек	за год
2021	53	47	16	57	33	69	68	15	83	6	44	40	532
2022	74	69	33	25	37	40	50	13	74	30	72	24	541
2023	14	31	37	14	44	68	49	32	24	55	75	53	494
2024	66	27	9	13	7	46	12	44	0,5	30	35	26	313

Максимальные суточные суммы выпавших осадков по данным метеорологической станции в Аткарске (широта 51.8641 долгота 43.5815 высота над уровнем моря 163 м) за годы исследований

Год	янв	фев	мар	апр	май	июн	июл	авг	сен	окт	ноя	дек	за год
2021	19	18	2	18	6	18	33	8	46	2	12	12	46
2022	12	10	13	11	13	13	12	7	16	7	19	5	19
2023	5	5	12	7	12	34	12	18	7	15	16	9	34
2024	14	6	6	5	4	9	7	22	0,5	8	9	8	22

Средние месячные и годовые температуры воздуха по данным метеорологической станции в Балашове (широта 51.5378 долгота 43.1795 высота над уровнем моря 157 м) за годы исследований

Год	янв	фев	мар	апр	май	июн	июл	авг	сен	окт	ноя	дек	за год
2021	-5,3	-9,6	-3,0	8,6	17,1	21,6	23,5	23,3	11,7	6,6	1,7	-5,8	7,5
2022	-6,3	-2,1	-3,7	10,5	11,2	20,2	20,7	24,1	12,3	7,8	0,7	-4,0	7,6
2023	-8,2	-6,5	3,5	10,6	15,2	17,4	20,8	21,7	15,9	6,8	2,6	-3,6	8,0
2024	-9,5	-6,0	-0,6	14,2	13,4	21,6	23,8	20,9	18,1	8,7	1,3	-3,4	8,5

Месячные и годовые суммы выпавших осадков по данным метеорологической станции в Балашове (широта 51.5378 долгота 43.1795 высота над уровнем моря 157 м) за годы исследований

Год	янв	фев	мар	апр	май	июн	июл	авг	сен	окт	ноя	дек	за год
2021	80	64	21	56	53	57	55	68	83	8	49	47	639
2022	60	66	54	29	38	38	124	6	58	70	68	37	647
2023	14	35	18	39	27	63	61	29	15	76	97	66	541
2024	81	37	11	16	4	46	6	33	0	59	73	52	417

Максимальные суточные суммы выпавших осадков по данным метеорологической станции в Балашове (широта 51.5378 долгота 43.1795 высота над уровнем моря 157 м) за годы исследований

Год	янв	фев	мар	апр	май	июн	июл	авг	сен	окт	ноя	дек	за год
2021	28	18	5	25	14	13	25	44	27	4	16	14	44
2022	6	17	14	7	12	26	29	3	15	15	19	9	29
2023	5	7	3	26	6	19	13	13	4	18	17	10	26
2024	10	11	6	6	1	24	3	18	0	14	19	16	24

Средние месячные и годовые температуры воздуха по данным метеорологической станции в Росташах (широта 51.8926 долгота 45.0139 высота над уровнем моря 210 м) за годы исследований

Год	янв	фев	мар	апр	май	июн	июл	авг	сен	окт	ноя	дек	за год
2021	-5,9	-10,6	-3,7	8,2	17,0	21,2	23,1	22,8	11,5	6,3	1,3	-6,2	7,1
2022	-6,6	-2,4	-4,2	10,2	10,7	19,5	20,7	23,5	12,2	7,5	0,4	-4,3	7,3
2023	-8,9	-7,0	3,2	9,8	14,8	17,0	20,4	21,6	15,5	6,7	2,3	-4,2	7,6
2024	-10,0	-6,8	-1,8	13,9	12,8	21,2	23,0	20,3	17,3	8,3	1,0	-3,8	8,0

Месячные и годовые суммы выпавших осадков воздуха по данным метеорологической станции в Росташах (широта 51.8926 долгота 45.0139 высота над уровнем моря 210 м) за годы исследований

Год	янв	фев	мар	апр	май	июн	июл	авг	сен	окт	ноя	дек	за год
2021	59	57	17	45	61	27	53	78	66	5	41	35	545
2022	53	73	43	26	31	25	71	12	34	55	67	26	516
2023	12	30	18	39	21	44	54	40	18	45	84	48	455
2024	49	28	14	18	9	58	12	20	0,3	39	59	36	342

Максимальные суточные суммы выпавших осадков воздуха по данным метеорологической станции в Росташах (широта 51.8926 долгота 45.0139 высота над уровнем моря 210 м) за годы исследований

Год	янв	фев	мар	апр	май	июн	июл	авг	сен	окт	ноя	дек	за год
2021	20	18	4	21	25	10	23	49	18	3	12	11	49
2022	8	17	12	10	6	9	40	5	11	18	21	6	40
2023	4	6	5	23	5	16	11	17	7	13	14	7	23
2024	9	6	10	6	3	39	10	6	0,3	9	13	11	39

## Приложение Б

### Химическая и гранулометрическая характеристика почв объектов исследований

Местонахождение	Горизонт	Мощность горизонта, см	Глубина вскипания от HCl, см	Глубина залегания карбонатов, см	Гумус, %	Ph водный	Сумма фракций менее 0,01, %
Система ПЗЛП «Тамбовские посадки»	A	0-53	73	83	7,5	7,5	57,7
	B	53-90			4,0		69,6
	BC	90-115			2,1		67,3
	C	115-150					71,2
Система ПЗЛП бывшего совхоза «Искра»	A	0-49	65	80	7,6	7,7	62,8
	B	49-72			4,2		66,1
	BC	72-113			2,1		66,5
	C	113-150					68,6

**Сканы взятых на объектах исследования кернов дуба черешчатого**

Взятые керны дуба черешчатого (ПП 1)



Взяты керны дуба черешчатого (ПП 2)





Взятыя керны дуба черешчатого (ПП 3)



Результаты  
анализа

Взятыя керны дуба черешчатого (ПП 4)



Взяты керны дуба черешчатого (ПП 5)





Взятыя керны дуба черешчатого (ПП 6)



Взятыя керны дуба черешчатого (ПП 7)



Взятыя керны дуба черешчатого (ПП 8)

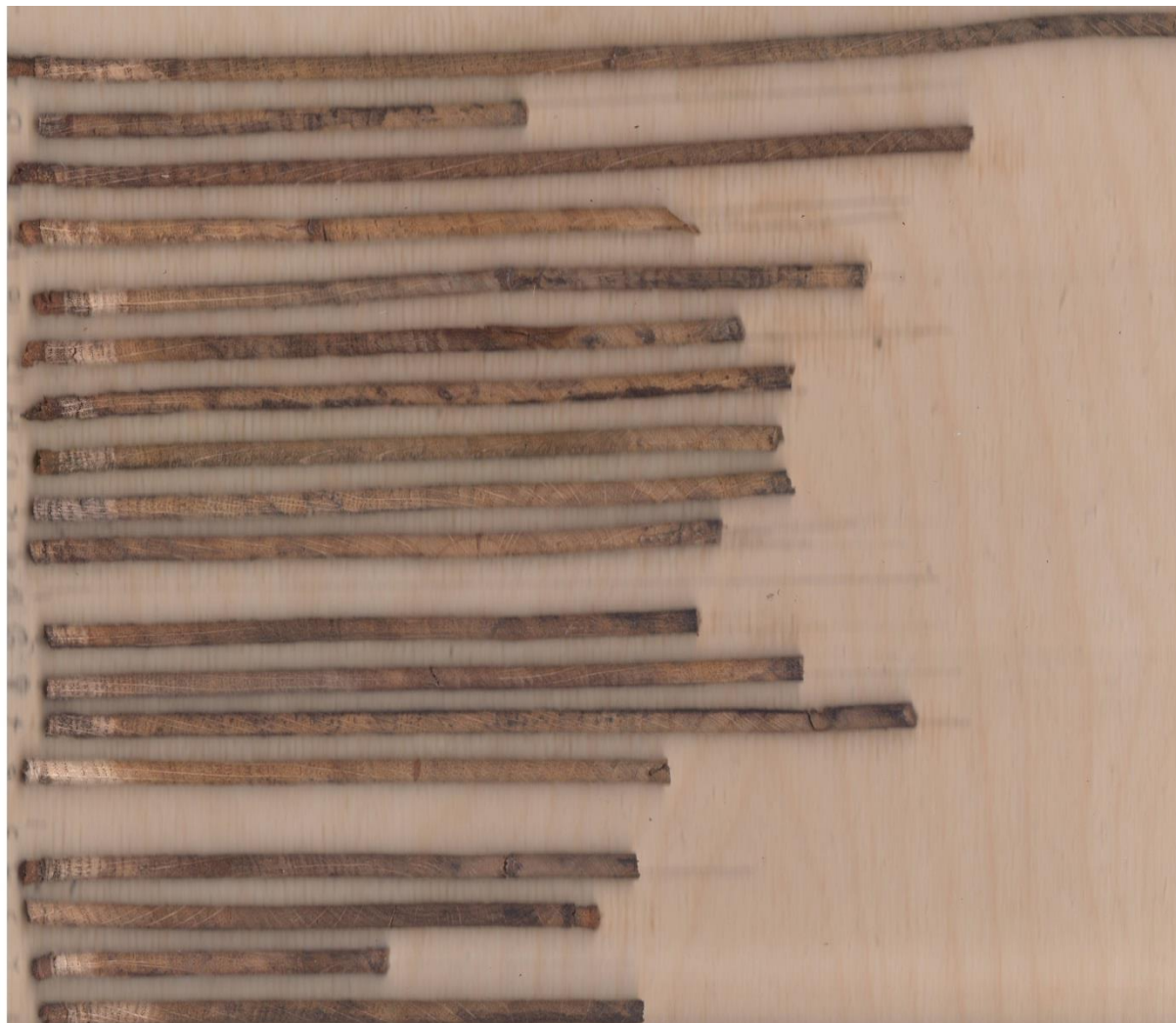




Взяты керны дуба черешчатого (ПП 9)



Взяты керны дуба черешчатого (ПП 10)



Взяты керны дуба черешчатого (ПП 11)



Взяты керны дуба черешчатого (ПП 12)





# Данные подервного учета на объектах исследования

Данные подервного перечета в лесной полосе рядового способа создания системы ПЗЛП бывшего совхоза «Искра» (ПП 1)

Степень толщины, см	Д	h, м	ЖС	В	h, м	ЖС	КА	h, м	ЖС	Я	h, м	ЖС	Б	h, м	ЖС	Ос	h, м	ЖС
8				4	6	2	8	2	3	52	7	2						
10				8	9	2,5				32	8	2,1				2	7	2
12	2	10	2	4	6	2	2	10	2	34	9	1,8						
14	4	12	2							20	9	2,1				2	12	1
16	2	13	2	2	9	3	2	9	2	22	10	2,4	2	11	1	2	13	2
18				4	8	3	2	5	3	8	10	2,5				4	12	1
20	2	12	3							16	10	2,1	4	13	1,5	2	14	1
22				2	13	2				14	13	1,8						
24				4	11	2				10	12	2,2				2	15	1
26							2	5	3	14	12	3,1						
28										6	15	2,3				6	16	1,3
30				2	15	2				10	14	2,6				6	15	1
32	2	13	1							16	15	1,8						
34	2	16	1							8	16	1,8						
36	4	16	2,5							16	14	2,4						
38										4	11	2,5						
40	4	17	1,5															
42	2	16	2															
44	2	17	1							4	15	3						
46	2	17	2							2	15	2						
48	4	18	2							4	16	2						
50	4	17	2															
52										4	18	2						
54																		
56																		
58	2	19	1															
60																		

Д – дуб черешчатый, В – вяз гладкий, КА – клен американский (ясенелистный), Я – ясень ланцетный, Б – береза повислая, Ос – осина; h – высота, м; ЖС – класс жизненного состояния.



Данные подервного перечета в лесной полосе рядового способа создания системы ПЗЛП бывшего совхоза «Искра» (ПП 2)

Степень толщины, см	Д	h, м	ЖС	В	h, м	ЖС	Кло	h, м	ЖС	Я	h, м	ЖС	Б	h, м	ЖС	О	h, м	ЖС
8				8	5	2,8				42	7	2						
10				4	7	3				48	9	2						
12	2	7	2	4	8	3				30	10	1,7						
14				2	9	3				22	9	2						
16	2	11	3	6	11	2,5				14	11	2						
18	2	11	3	8	10	2,8				6	12	2,3						
20				4	14	1,5				4	12	2,5						
22	6	14	1,5	8	11	2,8				8	12	2,3						
24	4	12	2,5	4	12	2,5				4	15	2						
26	4	14	2	8	13	3				8	13	2,8						
28	2	16	2							14	14	2,1						
30										4	16	2						
32	4	14	2	6	14	2,5				12	16	2,2						
34				2	15	3				4	17	1,5						
36	2	15	1							6	17	2,3						
38	6	16	1,8	4	16	3				2	18	1						
40	8	17	2	2	16	3												
42										4	15	2,5						
44	6	17	2															
46	2	18	1							2	15	2						
48	2	17	2	2	16	3				6	16	1,7						
50																		
52	2	17	1															
54																		
56	2	15	1															
58																		
60																		
62	2	17	2															

Д – дуб черешчатый, В – вяз гладкий, Кло – клен остролистный, Я – ясень ланцетный, Б – береза повислая, Ос – осина; h – высота, м; ЖС – класс жизненного состояния.

Данные подервного перечета в лесной полосе рядового способа создания системы ПЗЛП бывшего совхоза «Искра» (ПП 3)

ступень толщины, см	Д	h, м	ЖС	В	h, м	ЖС	Кло	h, м	ЖС	Я	h, м	ЖС	Б	h, м	ЖС	О	h, м	ЖС
8										24	6	2,3						
10				6	7	2,5				22	7	2,3						
12				2	6	3				20	9	2						
14				2	5	3				29	9	2						
16				14	10	2,3				20	10	2,5						
18	2	8	3	14	11	2,3				22	10	2,9				4	12	3
20	2	12	1	2	12	3												
22				6	9	3				6	11	2						
24	2	8	3	8	12	2,5				8	14	2,3						
26				4	11	3				8	11	3						
28				6	9	3,7				8	11	2,3						
30										4	12	2						
32	6	16	1,5	2	8	4				10	12	2,8						
34	4	16	1							4	14	2						
36										8	14	2,5						
38	2	9	3															
40				4	14	2,5												
42	4	16	2															
44	2	19	2															
46	2	16	2															
48	6	16	2															
50																		
52	2	19	3															
54																		
56																		
58																		
60																		

Д – дуб черешчатый, В – вяз гладкий, Кло – клен остролистный, Я – ясень ланцетный, Б – береза повислая, Ос – осина; h – высота, м; ЖС – класс жизненного состояния.

Данные подеревного перечета в лесной полосе гнездового способа создания системы ПЗЛП бывшего совхоза «Искра» (ПП 4)

Степень толщины, см	Д	h, м	ЖС	КА	h, м	ЖС	Кло	h, м	ЖС	Я	h, м	ЖС	В	h, м	ЖС
8				11	7	2	8	10	1	23	11	1			
10	1	18	2				10	11	1	31	14	3	1	13	2
12				2	9	3	12	11	1	28	13	2			
14	1	19	2	1	8	3	10	12	2	18	14	2			
16	1	18	2	2	9	3	14	16	2	25	13	2			
18							1	16	1	14	17	2			
20	3	19	1				1	16	1	23	16	1			
22	3	19	1				1	16	2	20	16	1			
24	2	20	2							20	16	1			
26	2	20	2							21	17	2			
28	3	19	1							21	17	2			
30	8	20	2	1	11	2				21	18	2			
32	9	20	2							20	18	2			
34	6	20	2							9	17	2			
36	10	21	1	1	12	2				13	17	2			
38	1									4	18	2			
40	5	21	1							1	19	1			
42										3	18	1			
44	1	19	1							4	16	2			
46	3	19	2							1	18	1			
48	1	22	2							2	20	2			
50	2	22	2												
52															
54										1	19	2			
56															
58															
60															
62										1	21	3			

Д – дуб черешчатый, В – вяз гладкий, КА – клен американский (ясенелистный), Я – ясень ланцетный, Кло – клен остролистный ; h – высота, м; ЖС – класс жизненного состояния.

Данные подеревного перече́та в лесной полосе гнездового способа создания системы ПЗЛП бывшего совхоза «Искра» (ПП 5)

Степень толщины, см	Д	h, м	ЖС	В	h, м	ЖС	Кло	h, м	ЖС	Я	h, м	ЖС	Б	h, м	ЖС
8							1	10	1	20	10				
10							12	11	2	17	10		1	11	3
12							5	12	1	38	13				
14							9	13	2	23	13				
16	1	14	3				4	13	2	13	13				
18	1	14	2				2	13	2	15	15				
20	2	15	1				4	14	1	17	15				
22	2	18	1				1	15	2	15	16		1	15	3
24	2	16	2				1	15	2	14	16				
26	1	9	2							17	16				
28	4	15	2				1	14	2	15	16				
30	4	16	2				2	13	1	13	15				
32	3	16	2							5	17				
34	6	18	2							13	17				
36	1	20	2							12	16				
38	7	17	2				1	12	2	8	19				
40	6	18	1							1	13				
42	1	27	1				1	15	2	4	16				
44	1	19	2							1	16				
46	2	17	2							2	17				
48	3	18	2												
50	3	20	3							1	15				
52	1	18	3							1	16				
54	1	18	2												
56															
58															
60															

Д – дуб черешчатый, В – вяз гладкий, Кло – клен остролистный, Я – ясень ланцетный, Б – береза повислая; h – высота, м; ЖС – класс жизненного состояния.

Данные подеревного перечета в лесной полосе гнездового способа создания системы ПЗЛП бывшего совхоза «Искра» (ПП 6)

Степень толщины, см	Д	h, м	ЖС	КА	h, м	ЖС	Кло	h, м	ЖС	Я	h, м	ЖС	Б	h, м	ЖС
8							4	10	1	21	11	1			
10				1	7	3	15	11	1	22	11	3	1	13	3
12				2	8	2	8	11	2	35	12	2			
14				1	8	3	15	13	2	19	13	3			
16	2	14	2				4	14	1	17	13	2			
18	1	14	2				2	14	1	17	14	2			
20				2	9	3	3	14	2	19	17	2			
22	2	18	3							12	18	2	1	17	3
24	1	16	2				1	15	2	20	17	2			
26										16	18	2			
28	3	14	2				1	16	1	20	17	2			
30	5	16	2	1	10	2	1	16	2	14	17	2			
32	6	17	2							10	18	2			
34	2	18	1							10	16	1			
36	3	18	1	1	12	2				13	17	1			
38	5	18	1							5	17	1			
40	7	18	2							1	13	1			
42															
44	3	1	1							3	16	2			
46	1	18	2							1	17	1			
48	2	18	1												
50	2	18	2												
52	1	18	3												
54															
56															
58															
60															

Д – дуб черешчатый, КА – клен американский (ясенелистный), Кло – клен остролистный, Я – ясень ланцетный, Б – береза повислая; h – высота, м; ЖС – класс жизненного состояния.

Данные подеревного перечета в лесной полосе коридорного способа создания системы ПЗЛП бывшего совхоза «Искра» (ПП 7)

Степень толщины, см	Д	h, м	ЖС	В	h, м	ЖС	Кло	h, м	ЖС	Я	h, м	ЖС	Б	h, м	ЖС	КА	h, м	ЖС
8	1	16	1	5	6	2,8	20	7	1,7	25	6	2,4	5	6	2,8			
10				8	7	1,9	16	8	1,3	39	7	2,4	2	8	1,5			
12	1	6	2	8	8	2,1	6	10	1,2	35	8	2,1	5	8	2	2	6	3
14	4	10	1,8	10	8	2,3	8	10	1,3	50	9	1,9						
16	2	11	1,5	5	9	2,2	5	10	1	31	10	2,1	1	8	2	1	7	3
18	6	12	1,7	10	10	2,1	4	12	1,3	24	12	2,1	1	10	2			
20	4	12	1,8	3	12	1,7				16	13	2	1	7	3			
22	5	13	1,6	4	12	2,3				15	14	1,9	1	13	3			
24				5	13	2				9	15	1,3	3	13	1			
26				1	13	3				12	14	2	1	15	1			
28	2	16	1	4	12	2,5				10	14	2	1	12	2			
30				6	14	2,5	1	14	1	8	15	2,1	2	17	1			
32				1	14	2				5	15	1,8	6	18	1,2			
34				1	17	2				3	16	2	5	19	1,2			
36				2	15	2,5				2	18	2,5	4	19	2			
38				2	17	2,5				1	19	2	1	16	1			
40				2	15	2,5							7	18	1,7			
42													5	18	1,4			
44													5	19	1,4			
46													8	19	1,4			
48													4	19	2			
50													3	21	1			
52													1	19	3			
54																		
56																		
58																		
60																		
62													1	21	2			
64													1	18	1			

Д – дуб черешчатый, В – вяз гладкий, КА – клен американский (ясенелистный), Кло – клен остролистный, Я – ясень ланцетный, Б – береза повислая; h – высота, м; ЖС – класс жизненного состояния.

Данные подеревного перечета в лесной полосе коридорного способа создания системы ПЗЛП бывшего совхоза «Искра» (ПП 8)

Степень толщины, см	Д	h, м	ЖС	В	h, м	ЖС	Кло	h, м	ЖС	Я	h, м	ЖС	Б	h, м	ЖС	КА	h, м	ЖС
8				18	6	2,5	6	8	1,3	24	6	2,4						
10	4	13	1,5	12	7	2,3	2	10	1	16	8	2,1						
12				10	9	1,8	6	11	1	26	7	2,3						
14	2	17	1	18	9	1,8	6	11	1,3	28	10	2,4				2	7	3
16	10	11	1,6	16	12	1,9	2	14	1	32	12	2,3						
18	4	14	1,5	10	12	2,2	2	13	1	24	11	2,6						
20	6	12	1,3	10	11	2,4	2	15	1	18	15	2,1				2	8	3
22	6	13	1,7	8	15	2,3				8	13	3						
24				4	16	2,5				16	16	2,1				2	8	3
26				6	13	2				10	17	1,8						
28	2	17	1	8	15	2				8	16	2,25				2	7	3
30	2	15	1	2	14	2				4	15	3						
32				2	18	3												
34				2	17	2												
36				2	17	2												
38				1	6	5												
40				3	13	3,7				2	15	2						
42										2	21	2						
44				2	15	2												
46																		
48																		
50																		
52																		
54																		
56				2	17	3												
58																		
60																		

Д – дуб черешчатый, В – вяз гладкий, КА – клен американский (ясенелистный), Кло – клен остролистный, Я – ясень ланцетный, Б – береза повислая; h – высота, м; ЖС – класс жизненного состояния.

Данные подеревного перече́та в лесной полосе коридорного способа создания системы ПЗЛП бывшего совхоза «Искра» (ПП 9)

ступень толщины, см	Д	h, м	ЖС	В	h, м	ЖС	Кло	h, м	ЖС	Я	h, м	ЖС	Б	h, м	ЖС	КА	h, м	ЖС
8				10	6,5	2,5	9	6	2	31	6	2,3	5	6	2,8			
10	2	13	1,5	8	7	2,3	12	8	1,3	25	7	2,2	2	7	2,5			
12				5	8	2,5	5	10	1	31	7	2,2	5	8	2,4			
14	3	15	1,3	11	9	1,8	5	10	1,4	42	9	2	1	11	2	1	7	3
16	8	10	1,6	6	11	2	2	10	1	29	11	2	2	9	1,5			
18	4	12	1,4	8	11	2	3	11	1,3	21	12	2,2	1	10	2			
20	5	12	1,4	3	11	2				16	14	2,2	1	16	1	1	8	3
22	6	13	1,6	4	12	3				13	12	2,2	1	13	3			
24				6	14	2				12	16	1,8	4	14	1,5			
26										10	15	1,7	1	15	2			
28	3	17	1	3	14	2				12	15	2	2	14	2	1	7	3
30	1	15	1	3	15	2,3	1	15	1	7	15	2,4	1	15	1			
32				1	14	2				2	15	2	4	18	1,3			
34				1	17	2				2	16	1,5	3	19	1,3			
36				2	18	2,5				1	18	3	2	20	2,5			
38				1	16	3							3	18	1			
40				1	16	3				1	21	2	6	6	1,3			
42										1	15	2	4	19	1			
44				1	15	2							3	20	1			
46													4	19	1			
48													1	19	2			
50													1	21	1			
52													1	19	3			
54																		
56																		
58																		
60																		
62													1	21	2			
64													1	18	1			

Д – дуб черешчатый, В – вяз гладкий, КА – клен американский (ясенелистный), Кло – клен остролистный, Я – ясень ланцетный, Б – береза повислая; h – высота, м; ЖС – класс жизненного состояния.



Данные подеревного перечета в лесной полосе рядового способа создания системы ПЗЛП «Тамбовские посадки» (ПП 10)

Степень толщины, см	Д	h, м	ЖС	В	h, м	ЖС	Кло	h, м	ЖС	Я	h, м	ЖС	Б	h, м	ЖС
8				5	9	3	14	11	2	3	8	2			
10				8	10	2	11	10	2	3	9	2			
12				6	10	2	7		2						
14	1	11	3	6	10	2	11	13	2	5	9	2			
16	2	17	2	6	12	2	5		2	5	9	2			
18	2	16	2	6	13	2	6	16	2	4	10	2			
20	2	18	2	2	7	1	5		1	2	12	3			
22	3	16	2	7	12	1	4		1	3	13	2			
24	3	17	1	4	15	1	4		1	4	17	2			
26	3	17	1	1	16	1	6		1	4	16	1			
28	1	18	1	2	15	2	3		2						
30	1	17	2		17	2	1		2	1	13	1	1	16	3
32	3	19	2	2	17	1	3	15	1	1	17	1			
34	1	20	2				2		2						
36							3	16	1	1	17	2			
38				1	18	1	2		1						
40															
42															
44															
46															
48															
50										1	18	2			
52															
54															
56										1	18	2			
58															
60															

Д – дуб черешчатый, В – вяз гладкий, Кло – клен остролистный, Я – ясень ланцетный, Б – береза повислая; h – высота, м; ЖС – класс жизненного состояния.

Данные подеревного перечета в лесной полосе рядового способа создания системы ПЗЛП «Тамбовские посадки» (ПП 11)

Степень толщины, см	Д	h, м	ЖС	В	h, м	ЖС	Кло	h, м	ЖС	Я	h, м	ЖС	Б	h, м	ЖС
8	1	11	3	2	7	3	31	9		2	11	3			
10				1	10	2	15	11					1	15	2
12				4	11	2	9	9							
14				5	10	2	4	8							
16				3	10	3	1	9							
18				7	14	2	6	10							
20	1	17	1	2	15	2	3	19		1	15	2	2	16	3
22				2	15	2	6	16		1	16	2			
24	2	15	1	2	15	2	1	15		2	16	2			
26	2	16	1	5	13	2	5	15							
28	1	16	2	4	15	3	5	17		2	16	1			
30	1	15	2	4	16	3	2	16							
32	3	16	2	1	16	2	7	17		1	17	1			
34				2	17	1	3	17							
36	2	17	2	2	16	2	2	17							
38				2	16	2	2	16							
40	1	17	2				1	17					1	19	3
42															
44															
46	1	17	2				1	16							
48															
50	1	18	2												
52	1	18	3												
54															
56															
58															
60															

Д – дуб черешчатый, В – вяз гладкий, Кло – клен остролистный, Я – ясень ланцетный, Б – береза повислая; h – высота, м; ЖС – класс жизненного состояния.

Данные подеревного перечета в лесной полосе рядового способа создания системы ПЗЛП «Тамбовские посадки» (ПП 12)

Степень толщины, см	Д	h, м	ЖС	В	h, м	ЖС	Кло	h, м	ЖС	Я	h, м	ЖС	Б	h, м	ЖС
8				3	10	2	60	9	1						
10				6	10	2	21	12	1						
12				3	12	2	12	12	2						
14				4	11	2	4	13	2						
16				5	14	2	5	15	2						
18				2	15	3	2	14	1						
20				3	16	2	2	16	2						
22				4	16	3	3	15	2						
24				4	17	2	3	15	2						
26	4	14	3	5	15	2	4	17	1						
28	2	15	2	2	16	2	2	15	2						
30	2	16	2	1	16	3	3	14	2						
32															
34	1	17	2	1	17	3	1	15	2						
36							2	15	2						
38	1	13	2	1	18	2	1	17	3						
40				1											
42	2	12	1												
44				1	14	2	1	18	2						
46	1	17	1												
48															
50															
52															
54															
56															
58	1	19	2	1											
60															

Д – дуб черешчатый, В – вяз гладкий, Кло – клен остролистный, Я – ясень ланцетный, Б – береза повислая; h – высота, м; ЖС – класс жизненного состояния.

## Описательные статистики основных биометрических показателей дуба черешчатого на объектах исследования

Переменная	Число наблюдений	Среднее	Минимум	Максимум	Дисперсия	Стандартное отклонение	Козф-т вариации	Асимметрия	Экцессы
ПП1 Д	38	36,10526	12,00000	58,00000	195,9886	13,99959	38,77438	-0,52173	-0,96189
ПП1 В	38	15,42105	10,00000	19,00000	6,8450	2,61629	16,96567	-0,60336	-0,65193
ПП2 Д	58	35,20690	12,00000	63,00000	152,0266	12,32991	35,02128	0,14630	-0,53973
ПП2 В	58	15,00000	7,00000	18,00000	6,7368	2,59554	17,30362	-1,14723	1,32946
ПП3 Д	34	37,88235	18,00000	53,00000	104,8342	10,23886	27,02804	-0,44223	-0,77809
ПП3 В	34	14,82353	8,00000	20,00000	13,2406	3,63877	24,54725	-0,48282	-0,71260
ПП4 Д	63	32,44444	4,00000	51,00000	81,0573	9,00319	27,74954	-0,49894	1,11747
ПП4 В	15	20,49333	17,50000	22,00000	2,0578	1,43451	6,99987	-0,56942	-0,58211
ПП5 Д	50	35,92000	17,00000	54,00000	90,1159	9,49294	26,42801	-0,04131	-0,73134
ПП5 В	48	16,93958	8,50000	27,50000	10,2561	3,20251	18,90547	-0,15544	2,62222
ПП6 Д	46	35,54348	17,00000	52,00000	76,8314	8,76535	24,66093	-0,18247	-0,26697
ПП6 В	45	16,85778	9,50000	22,10000	7,8361	2,79931	16,60545	-0,78673	0,26468
ПП7 Д	25	18,92000	9,00000	29,00000	22,4100	4,73392	25,02072	0,23612	0,40243
ПП7 В	25	11,90400	6,00000	17,20000	11,1971	3,34620	28,10989	-0,06192	-1,10857
ПП8 Д	36	18,94444	10,00000	30,00000	25,5397	5,05368	26,67632	0,29603	0,38538
ПП8 В	36	12,94444	8,00000	17,00000	7,8254	2,79739	21,61075	-0,05576	-1,15067
ПП9 Д	29	19,51724	10,00000	30,00000	25,2586	5,02580	25,75054	0,43137	0,24072
ПП9 В	29	12,27586	8,00000	17,00000	7,8698	2,80531	22,85223	0,24568	-1,32815
ПП10 Д	23	25,00000	6,00000	45,00000	78,3636	8,85232	35,40930	0,40605	0,52890
ПП10 В	20	16,95000	11,00000	20,00000	4,4711	2,11449	12,47485	-1,11500	2,01028
ПП11 Д	17	32,35294	7,00000	52,00000	127,1176	11,27465	34,84891	-0,14354	0,57896
ПП11 В	16	16,09375	11,00000	18,00000	3,0740	1,75327	10,89411	-1,57777	3,93023
ПП12 Д	14	34,78571	26,00000	58,00000	95,2582	9,76003	28,05759	1,19551	0,82704
ПП12 В	14	13,14286	10,00000	17,20000	4,3903	2,09531	15,94259	0,29043	-0,69851

Д – диаметр, см; В – высота,

### Средние годовичные радиальные приросты дуба черешчатого в исследуемых лесных полосах

Год	Средний годовичный радиальный прирост, мм				Год	Средний годовичный радиальный прирост, мм			
	рядовой с ясенем	гнездовой	коридорн ый	рядовой с вязом и кленом		рядовой с ясенем	гнездовой	коридорн ый	рядовой с вязом и кленом
2022	3,03	3,02	1,58	1,92	1996	2,79	2,22	2,12	1,97
2021	2,98	2,89	1,67	1,88	1995	2,75	2,34	1,8	1,70
2020	2,78	3,07	1,68	2,19	1994	2,79	2,31	1,67	1,81
2019	2,7	2,93	1,68	2,35	1993	2,66	2,23	1,98	1,81
2018	2,91	2,99	1,63	2,43	1992	2,5	2,09	1,84	1,68
2017	3,03	3,05	1,78	2,23	1991	2,4	2,37	1,87	1,81
2016	3,02	2,73	1,7	2,22	1990	2,76	2,26	1,86	1,67
2015	2,66	2,58	1,7	1,89	1989	2,48	2,48	2,16	1,88
2014	2,35	2,57	1,63	1,78	1988	2,94	2,56	2,18	2,21
2013	2,65	2,47	1,64	2,02	1987	2,72	2,99	2,24	2,15
2012	2,6	2,28	1,61	1,98	1986	2,67	2,83	2,35	2,15
2011	2,46	2,59	1,72	1,75	1985	2,83	2,96	2,14	2,22
2010	2,62	2,46	1,64	1,70	1984	2,88	2,98	2,43	2,17
2009	2,67	2,68	1,68	1,75	1983	3,03	2,94	2,31	2,18
2008	2,7	2,67	1,67	1,77	1982	3,15	2,93	2,38	2,38
2007	2,67	2,61	1,66	1,68	1981	2,95	2,93	2,35	2,37
2006	2,8	2,42	1,4	1,76	1980	3,22	3,05	2,17	2,49
2005	2,71	2,22	1,31	1,86	1979	3,18	3,14	2,73	2,28
2004	2,71	2,21	1,48	1,81	1978	3,48	3,65	2,62	2,63
2003	2,85	2,2	1,4	1,94	1977	3,22	4,24	2,58	2,64
2002	2,95	2,45	1,57	1,96	1976	3,61	2,89	2,55	2,26
2001	2,71	2,3	1,5	1,95	1975	3,25	3	2,49	2,07
2000	2,85	2,2	1,65	2,09	1974	3,44	2,9	1,53	2,28
1999	2,75	2,31	1,73	1,64	1973	3,85	2,77	2,71	2,88
1998	2,68	2,4	1,9	1,78	1972	3,76	2,89	3,13	3,00
1997	2,89	2,33	1,82	1,81	-	-	-	-	-

## Акт о внедрении результатов исследования

### АКТ

#### о внедрении в производство научно-технических разработок и передового опыта

**Наименование внедренного мероприятия.** С целью повышения продуктивности дуба черешчатого в системе полегающих лесных полос «Тамбовские посадки» Екатериновского района Саратовской области проведено удаление из состава вяза гладкого.

**Разработка внедрена при выполнении Национальной программы действий по борьбе с опустыниванием территории Саратовской области.** Распоряжение правительства РФ №2515-р от 02.09.2022

**Каким научным учреждением разработка предложена к внедрению:** г. Саратов, ФГБОУ ВО «Вавиловский университет», кафедра «Лесное хозяйство и ландшафтное строительство».

**Кем принято решение о внедрении мероприятий.** Министерство природных ресурсов и экологии Саратовской области.

**Календарные сроки внедрения (начало-конец):** май-сентябрь 2024-2025 гг.

**Объем внедрения мероприятий.** Рубки ухода в лесных полосах (удаление из состава лесных полос вяза гладкого) на площади 6 га с целью повышения продуктивности дуба черешчатого.

**Фактический экономический эффект от рубок ухода в лесных полосах 40 га составил:** 347,4 тыс. руб.

**Фамилия И.О. и должность работников, ответственных за внедрение:**

**от Министерства природных ресурсов и экологии Саратовской области -** Заместитель начальника управления лесного хозяйства - начальник отдела федерального государственного лесного контроля (надзора) и лесной охраны министерства природных ресурсов и экологии Саратовской области Яшин И.П.

**от университета –** профессор Проездов П.Н.; аспирант Филиппов П.Б.

**Председатель комиссии**

**Ответственные за внедрение от университета:**



**Акт составлен**

**« 5 » сентября 2025 г.**  
М.П.