

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Саратовский государственный аграрный университет
им. Н.И. Вавилова»

На правах рукописи

Дормидонтова Надежда Владимировна

**ВЛИЯНИЕ ЛЕСОМЕЛИОРАТИВНЫХ И АГРОХИМИЧЕСКИХ
ПРИЁМОВ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ПАСТБИЩНЫХ УГОДИЙ В
СТЕПИ ПРИВОЛЖСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ**

06.03.03 – Агролесомелиорация, защитное лесоразведение и озеленение
населённых пунктов, лесные пожары и борьба с ними

Диссертация
на соискание учёной степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Научный руководитель:
доктор сельскохозяйственных наук,
профессор Проездов Петр Николаевич

Саратов, 2022

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
ГЛАВА 1 АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР.....	9
1.1 Историческая справка и современное состояние защитного лесоразведения.....	9
1.2 Формирование микроклимата прилегающих полей под влиянием защитных лесных насаждений.....	22
1.3 Воздействие защитных лесных насаждений и удобрений на продуктивность сельскохозяйственных угодий.....	31
ГЛАВА 2 ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ.....	45
2.1 Объект исследования и природно-климатические условия.....	45
2.2 Методика исследования.....	52
ГЛАВА 3 ДИНАМИКА МИКРОКЛИМАТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПОД ВЛИЯНИЕМ ЗАЩИТНЫХ ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ.....	56
ГЛАВА 4 ЗАКОНОМЕРНОСТИ ДИНАМИКИ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ И ПРОДУКТИВНОСТИ ТРАВ ПАСТБИЦНЫХ УГОДИЙ ПОД ВЛИЯНИЕМ ЗАЩИТНЫХ ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ И МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ.....	63
4.1 Теоретический аспект и решение задачи повышения продуктивности трав пастбища.....	63
4.2 Закономерности повышения продуктивности трав пастбища под воздействием лесных полос, кустарниковых кулис и азотно-фосфорных удобрений.....	65
ГЛАВА 5 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ АГРОЛЕСОМЕЛИОРАЦИИ И АГРОХИМИИ.....	76
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	81

РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ.....	83
ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ.....	84
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ.....	85
СПИСОК РУССКИХ И ЛАТИНСКИХ НАЗВАНИЙ ТРАВЯНИСТЫХ РАСТЕНИЙ, ДЕРЕВЬЕВ И КУСТАРНИКОВ, ВСТРЕЧАЮЩИХСЯ В ТЕКСТЕ.....	86
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	87
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	108
АКТ ВНЕДРЕНИЯ В ПРОИЗВОДСТВО НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИХ РАЗРАБОТОК И ПЕРЕДОВОГО ОПЫТА.....	126

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность исследования. Освоение склоновых эродированных земель в хозяйствах степной зоны Приволжской возвышенности невозможно без создания защитных лесных насаждений, составляющих экологический каркас агроландшафта. Зачастую на склонах крутизной более 3° развита овражная сеть, требующая рекультивации для дальнейшего использования в почвозащитных севооборотах или в качестве пастбищных угодий. В России в настоящее время 65% пашни, 28% сенокосов, 50% пастбищ подвержены воздействию эрозии, периодических засух, суховеев, пыльных бурь. Согласно стратегии развития защитного лесоразведения защитные насаждения увеличивают запасы воды в снегу до 57,1%, впитывание воды в почву – до 86,2%, относительную влажность воздуха в засушливые годы – до 8%, урожайность зерновых культур – на 18-23%, кормовых на 29-41% [149, 150]. Изучение продуктивности трав эродированного пастбища под влиянием защитных лесных насаждений и минеральных удобрений является актуальным направлением и проводится в вышеуказанных условиях впервые.

Степень разработанности темы. Следует отметить, что многие работы, посвященные повышению урожайности растений под воздействием лесных полос, относятся к культурам севооборотов: Г.Н. Высоцкий [24], Н.И. Сус, Ф.И. Серебряков [3], Е.С. Павловский [86], А.Т. Барабанов [9], В.В. Танюкевич [151], О.В. Рулева [122, 129], А.Н. Сарычев [136]. Продуктивность естественных трав угодий под влиянием защитных лесных насаждений исследовалась в основном в аридных условиях сухих степей и полупустынь: В.Н. Виноградов [2], В.И. Петров [1], К.Н. Кулик [58]. Совместное влияние насаждений и минеральных удобрений на урожайность сельскохозяйственных культур изучалось немногими исследователями: Е.С. Павловский, М.М.Лазарев [86].

Цель исследования – повышение продуктивности трав пастбища защитными лесными насаждениями и минеральными удобрениями.

Задачи исследования:

- выполнить анализ продуктивности сельскохозяйственных угодий под влиянием защитных лесных насаждений и минеральных удобрений;
- выявить воздействие лесных полос и кустарниковых кулис на экологические факторы среды (ветер, температура и влажность воздуха, испарение, снегоотложение, почвенную влагу) межполосных пастбищных угодий;
- изучить влияние лесных полос, кустарниковых кулис и азотно-фосфорных удобрений на продуктивность трав пастбища;
- установить регрессионно-корреляционные связи продуктивности и водопотребления травами пастбищ от степени защищенности угодий лесными насаждениями, дозы минеральных удобрений и гидротермического коэффициента;
- определить экономическую эффективность применения защитных лесных насаждений и минеральных удобрений на пастбищах.

Объект исследования: лесные полосы, кустарниковые кулисы, азотно-фосфорные удобрения на эродированном склоне.

Предмет исследования: способность защитных лесных насаждений и минеральных удобрений влиять на продуктивность трав пастбищ.

Научная новизна. Впервые в степной зоне установлены в опытах с учетом мелиоративного влияния лесных полос и кустарниковых кулис регрессионно-корреляционные связи продуктивности трав пастбищ со степенью защищенности угодий защитными насаждениями, дозой азотно-фосфорных удобрений, гидротермическим коэффициентом. Математическое моделирование результатов исследования позволило установить, что наибольшее воздействие на прибавку продуктивности пастбищных угодий в засушливые годы оказывают защитные лесные насаждения до 51,7%, в средневлажные минеральные удобрения – до 19,1%, тогда как насаждения – до 10,2%. Совместное влияние насаждений и удобрений в среднем за 2018 – 2020

гг. по отношению к открытому пастбищу выявило прибавку продуктивности трав на 39,4%.

Теоретическая и практическая значимость исследования.

Теоретическая значимость заключается в разработке математических моделей влияния погодных условий, защитных лесных насаждений, минеральных удобрений на продуктивность и водопотребление травами пастбищных угодий. *Практическая значимость* заключается в разработке технологических приемов ухода за насаждениями и оптимальных доз минеральных удобрений, что позволило получить прибавку продуктивности трав в среднем 1,12 т/га и экономический эффект 978,5 тыс. руб. на площади 103га в хозяйстве «Вязовский» Татищевского района Саратовской области.

Методология и методы исследования. Использовались стандартные методики планирования и проведения опытов, теоретические и практические принципы агролесомелиорации и земледелия. В экспериментах применялись: методы используемые в агролесомелиорации, лесоводстве, лесной таксации, агрохимии, растениеводстве; методы картографии, наблюдения, описания, сравнения, обобщения, анализа, синтеза. Данные эксперимента были подвержены математической обработке с использованием методов статистики с применением профессиональных версий пакетов прикладных программ.

Положения, выносимые на защиту:

- экологические факторы среды (ветер, температура и влажность воздуха, снегоотложение, запасы влаги в почве) под влиянием защитных лесных насаждений;
- увеличение продуктивности трав пастбища под совместным влиянием лесных полос и кустарниковых кулис с применением азотно - фосфорных удобрений;
- математическое моделирование опытных данных продуктивности и водопотребления пастбищ;

– регрессионно-корреляционные зависимости продуктивности и водопотребления травами пастбища от погодных условий, дозы удобрений, защищенности угодий насаждениями;

– экономическая оценка влияния защитных лесных насаждений и минеральных удобрений на продуктивность угодий.

Степень достоверности и апробация результатов. Достоверность и обоснованность полученных результатов исследования обеспечивается достаточно большим объемом аналитического и экспериментального материала, современными методами исследования, статистической обработкой данных наблюдений. Основные материалы диссертационной работы изложены на конференциях: профессорско-преподавательского состава и аспирантов по итогам научно-исследовательской, учебно-методической и воспитательной работы Саратовского ГАУ им. Н.И. Вавилова в 2019 – 2022 гг.; I Национальной научно-практической конференции с международным участием «Инновации природообустройства и защиты окружающей среды», Саратов, 2019г.; II Всероссийской научной конференции с международным участием «Информационные технологии в моделировании и управлении: подходы, методы, решения», Тольятти, 2019г.; VI Международной научно – практической конференции «Школа – семинар молодых учёных. Прикладная математика и информатика: современные исследования в области естественных и технических наук», Тольятти, 2020г.; IV Национальной конференции по итогам научной и производственной работы преподавателей и студентов в области лесного дела, мелиорации и ландшафтной архитектуры, посвященной 100-летию подготовки специалистов в области лесного дела в Саратовском ГАУ (1922-2022), Саратов, 2022г.

Публикации. По результатам исследования опубликовано 6 печатных работ, две из них в изданиях рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ. Объем публикаций 2,5 печ.л., в том числе авторских 2,1.

Объем и структура диссертации. Работа изложена на 126 листах компьютерного текста, содержит 15 таблиц, 8 рисунков. Состоит из введения,

5 глав, заключения, рекомендаций производству, списка сокращений и условных обозначений, списка русских и латинских названий травянистых растений, деревьев и кустарников, встречающихся в тексте, списка литературы из 179 наименований, в том числе 6 на иностранных языках, приложений на 18 страницах.

ГЛАВА 1 АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР

1.1 Историческая справка и современное состояние защитного лесоразведения

К настоящему времени в России за исторический период было создано 5,2 млн. га защитных лесных насаждений. К 2008 году сохранилось 2,74 миллионов гектаров. Согласно стратегии развития защитного лесоразведения в Российской Федерации к 2020 году необходимо было иметь 7 миллионов гектаров для достижения облесённости пашни до 2,5%, сельскохозяйственных угодий до 3,8% [60, 149].

Для того чтобы защитные лесные насаждения создавать эффективно и правильно необходимо изучить опыт предшественников, ведь именно он показывает как успехи в данном направлении, так и неудачи.

Первым лесоразведением стал заниматься Петр I. В 1698 году он издал «указ о посадке дубовой рощи, которая должна расположиться в урочище «Черепаха». Данное урочище находится вблизи от Таганрога. Однако, к большому сожалению, в период Великой Отечественной Войны данную рощу практически вырубил», осталось лишь четыре дуба, которые в дальнейшем обрели статус исторического памятника [150].

Примерно в 1767 году Болотов Андрей Тимофеевич начал задумываться о возможности защитить сельскохозяйственные поля от неблагоприятных погодных условий при помощи лесных насаждений. Болотов А.Т. был агрономом, философом и писателем, именно он заложил основу учения о земледелии. Свои статьи он писал в трудах Вольного экономического общества. В то время подобные общества существовали в количестве несколько десятков. В статьях он писал, что создание лесных насаждений

необходимо в степях, что лес тесно взаимодействует с возделываемыми полями [38].

В 1804 – 1814 годах на сыпучих песках на Харьковщине был посажен сосновый лес, площадью одна тысяча гектаров. В 1843 году, спустя тридцать лет, начали организовывать лесничества в степных районах. Одними из первых стали: Донской, Рошинский, Уральский. Выращивание леса постепенно начинало играть положительную роль в сельском хозяйстве, и в дальнейшем стало школой практического защитного лесоразведения [150].

С 1807 по 1837 год в своем имении под Полтавой Ломиковский В.Я. начал выращивать полезитные лесные насаждения. Он утверждал, что поля и лесные насаждения связаны друг с другом органическими связями. Метод выращивания называл «древопольным». Спустя время его утверждения нашли подтверждение в научных исследованиях [149].

В середине 19 века в своём имении Триктаты Скаржинский В.П. вырастил защитные лесные насаждения в трудных лесорастительных условиях Херсонских степей больше четырёх сотен гектаров [там же].

С 1821 года Шатилов И.Н., Шатилов И.И., Майер Ф.Х в Тульской Губернии занимались облесением овражно-балочных территорий. В период с 1821 по 1891 года отец и сын Шатиловы вырастили лесные насаждения площадью более четырёх сотен гектаров, которые представляли собой лесные массивы и полезитные лесные полосы. В начале Шатилов старший (И.И.) создавал посадки на обочинах дорог, оврагах и буграх, где на данных землях не велось сельское хозяйство. Наблюдения велись в течение 12 лет, и только потом вдоль полей начал создавать лесные полосы. В дальнейшем Шатилов И.И. продолжил дело своего отца. Им было установлено, что лесные полосы влияют на отложение снега, а также под защитой лесных полос увеличивается урожайность полей. «В 1893 году была издана книга «Семидесятилетний опыт искусственного лесоразведения на черноземах», в которой он писал, что стволы деревьев должны быть высокими, а сами полосы не должны быть чрезмерно густыми и широкими. После выхода книги в свет впервые возник

вопрос о конструкции лесных полос [там же]. Их методы широко используются и в настоящее время: для укрепления оврагов и балок, в целях уменьшения эродированных процессов, для повышения урожайности сельскохозяйственных полей и пастбищ; что находит отражение в работах многих современных ученых-исследователей.

Для решения вопроса облесения песчаных почв и оврагов в то время были организованы специальные песчано-овражные партии, руководителем данных работ был Костяков А.П. Также с 1880 годов под руководством Срединского Н.К. проводились посадки лесных насаждений около железных дорог с целью защитить их от снежных заносов. С 1890 года под руководством Королькова Н.И. проводились работы по посадкам лесных насаждений в целях защиты почвы от эрозионных процессов в горных лесах Средней Азии. В конце XIX века лесные полосы были посажены в Саратовской, Самарской и других губерниях, а также на Кубани» [69].

В 1890 годах защитные лесные насаждения вдоль полей начали создавать под руководством Гродского в условиях засушливых степей Заволжья. Эти полосы получили название «Тимашевские лесные полосы». С 1892 по 1895 года защитных лесных полос было заложено больше 61,2 гектаров, из них 2558,5 гектаров располагались на сельскохозяйственных угодьях. Площадь защищенных полей составляла от 60 до 135 гектаров, форма полей прямоугольная. Закладка полос производилась саженцами, в породном составе больше 50% занимали ильмовые, с размещением 2x1, 2x1,5 метров, полосы семирядные, шириной 14 метров, занятая площадь составила 2,4% от сельскохозяйственных земель. В 1905 году Гродской проводил наблюдения по влиянию лесных полос на прилегающие поля, наблюдения в данном направлении были проведены впервые. Им было определено, что лес благоприятно влияет на урожай пшеницы и овса, в сравнении с не облесенными полями урожай был выше в 2-2,5 раза [17].

«Такое явление как засуха в XVIII веке в России наблюдалось довольно часто. Общее количество засушливых и неурожайных лет в XVIII веке 36, в XIX веке 40 лет, в XX 41 год.

В период засух многими русскими учеными были опубликованы свои работы, в которых они писали о причинах засухи. Перечислим некоторые из них: 1892 год - Докучаев В.В. «Наши степи прежде и теперь» [29]; 1893 - Измаильский А.А. «Как высохла наша степь» [17]; 1893 - Костычев П.А. «О борьбе с засухами в Черноземной области посредством обработки полей и накоплении на них снега» [там же]; 1893 - Тимирязев К.А. «Борьба растений с засухой» [там же]; 1962 – Высоцкий Г.Н.» [24].

«Профессор Докучаев В.В. не один раз предлагал организовать постоянно действующую экспедицию для изучения степей и их природы, для разработки мер борьбы с засухами [29]. В 1892 году такая экспедиция была организована при лесном департаменте, руководителем которой он и стал. Задачи, поставленные перед экспедицией: в условиях степей южной России испытать и учитывать различные приемы и способы ведения водного и лесного хозяйства. Под его руководством работали самые лучшие отечественные биологи: Адамов Н.П., Бараков П.Ф., Высоцкий Г.Н., Глинка К.Д., Земятченский П.А., Морозов Г.Ф., Отоцкий П.В., Силантьев А.А., Собеневский Н.Э., Танфильев Г.Н. и другие» [38].

До 1917 года было посажено 130 тысяч гектаров защитных лесных насаждений, в их числе и полезащитные лесные полосы – 20 тысяч гектаров [150].

Академик Н.И. Вавилов в системе мер по защите урожая от неблагоприятных условий отмечал важное значение защитных лесных насаждений. В 1928 году в своей статье «К поднятию урожайности» он писал: «Я привожу этот пример для того, чтобы показать, что мы не можем остановиться на каком-нибудь одном мероприятии, как панацее от всех бед, будь то зяблевая вспашка или какой-нибудь иной технический приём. В нынешнем году на Северном Кавказе мы могли видеть любопытнейшую

картину необыкновенной действенности лесных защитных полос. Вы могли видеть в нашем прекрасном совхозе «Хуторок» на Северном Кавказе, какую роль сыграли в этом году защитные полосы, которые буквально сохранили культуру озимой пшеницы от гибели. Кто мало верит в защитные полосы, пусть посмотрит на опыты, которые были поставлены в своё время любителями этого дела. На том же Северном Кавказе вы можете услышать о страшных цифрах. В нынешнем году погибла не только озимая пшеница, но на 80 тыс. га в апреле – мае посеы выдуло ураганом. Как раз в тех районах, где была защитная полоса, ураганы не причинили никакого вреда. В общей системе государственных мероприятий мелиоративные работы по созданию защитных лесных полос в безлесных районах, районах действия ураганов, должны быть поставлены немедленно в первую очередь» [14, с.707].

Поволжье является засушливым по климатическим характеристикам. Часто бывало так, что лето выдавалось засушливым, без дождей, и жарким. И вёсны были поздними и холодными. По историческим сводкам в Поволжье часто возникали такие климатические явления, как пыльные бури и суховеи. Такими и были годы с 1929 по 1931. Тогда сильными ветрами выдувались не только посеы с полей площадью свыше нескольких тысяч гектар, но и сами почвенные горизонты плодородных земель, также наблюдалось отсутствие пахотного горизонта. Такие природные катаклизмы стали причиной голодания народа, нет урожая – нет еды. Население голодало, появилось выражение «голодное Поволжье» [17].

В 1946 году в СССР произошла очередная засуха, которая оказалась очередным ударом после завершения Великой Отечественной войны. Из-за засухи произошло существенное снижение урожая. Явно встала очередная проблема: как не допустить очередной засухи и голодания советского народа. Решением данной проблемы послужило принятие постановления Советом Министров СССР и ЦК ВКП(б) «О плане полезащитных лесонасаждений, внедрения травопольных севооборотов, строительства прудов и водоемов для обеспечения высоких устойчивых урожаев в степных и лесостепных районах

Европейской части СССР». Принято 20 октября 1948 года. Это постановление также называют «Сталинским планом преобразования природы», ведь именно он подписал и инициировал его принятие. Предполагалось крупнейшее по территории воздействие на окружающую среду, по средствам чего должна обеспечиваться защита плодородия сельскохозяйственных земель от неблагоприятных факторов: недостаток влаги, суховейные ветра, которые губили посевы, пыльные бури, процессы эрозии почвы и другие. Это был самый масштабный план в мировой практике [82].

Продолжительность плана 15 лет. План подразумевал не только посадку лесных полос государственного значения, но и местного. Подразумевалась посадка лесных полос по периметру рек и водоёмов, которые уже существовали и новых, создаваемых по плану преобразования природы и климата, вдоль склонов и оврагов для предотвращения дальнейшего развития эрозионного процесса, и также на подвижных песках для их закрепления. Также лесные полосы местного значения высаживались вдоль полей для улучшения показателей урожая. Лесные полосы государственного значения, которые будут защищать поля, планировалось высадить общей протяженностью более 5300 километров. Данные полосы должны были осуществлять следующие задачи: защита полей от суховейных ветров, пыльных и песчаных бурь. Высаженный лес за период 15 лет по общей площади должен был составить свыше 4 миллионов гектаров [там же].

В рамках данного плана планировалось создание искусственных водоёмов и ведение сельского хозяйства методом травопольной обработки почвы в Поволжье, Украине, Северном Кавказе и Западном Казахстане (В южных районах СССР). Система была разработана мастерами своего дела агрономами-учеными Высоцким Г.Н., Докучаевым В.В., Костычевым П.А. и Вильямсом В.Р. По данному плану часть пашни засеивалась многолетними травами, например, бобовые и мятликовые. В дальнейшем планировалось их использование как кормовой базы для животноводства и с их помощью восстановить плодородие почвы. В результате новообразования также

планировалось осуществить самостоятельное обеспечение СССР зерновыми и мясными продуктами. В перспективе планировалось наращивание поставок мяса и зерна за рубеж, начиная с 1960 [там же].

Помимо этого необходимо было внедрить прогрессивные на тот момент методы обработки почвы на полях. Внедрялась обработка почвы методом чёрного пара, методом зяби и методом лущения стерни. А также было необходимо правильное применение органических и минеральных удобрений. Семена было необходимо подбирать по сортам более урожайным, а семена отборные и уже приспособленные к данным условиям климата [там же].

Анализируя ранее сказанное, можно прийти к выводу, что план подразумевал не только улучшение показателей урожайности земель, но и реконструкцию окружающей природы с целью сохранения и охраны окружающей среды.

Как уже говорилось ранее, продолжительность плана составляла 15 лет. По плану необходимо было создать государственные лесные полосы площадью 112,38 тысяч га, в количестве восьми штук протяженностью 5320 километров. Это планировалось сделать в период с 1950 по 1965 года. Какие именно приведём из документа «Сталинский план преобразования природы». Две полосы шириной 100 метров, которые тянулись от Саратова до Астрахани вдоль реки Волги, протяженность составила 900 метров. Три полосы шириной 60 метров от Пензы до Каменска через Екатериновку, между полосами расстояние составляло 300 метров, протяженность составила 600 километров. Три полосы шириной 60 метров по направлению от Камышина до Сталинграда по водоразделу реки Волги и Иловли, между полосами расстояние составляло 300 метров, протяженность составила 170 километров. Четыре полосы шириной 60 метров по левобережью реки Волги по направлению от Чапаевска до Владимирова, между полосами расстояние составляло 300 метров, протяженность составила 580 км. Четыре полосы шириной 60 метров по направлению от Сталинграда к югу на Степной до Черкесска, между полосами 300 метров, общей протяженностью 570

километров. Изначально эти четыре полосы проектировались с направлением Камышин — Сталинград — Степной — Черкесск, но из-за возникновения технических сложностей их разделили на две лесополосы вдоль рек Иловля и Волги от Камышина до Сталинграда и от Сталинграда до Черкесска, Зеленое кольцо Сталинграда послужило связывающим элементом между этими двумя лесными полосами. Шесть полос шириной 60 метров по направлению гора Вишневая — Чкалов — Уральск — Каспийское море, расстояние между полосами составляло 200 метров, общей протяженностью 1080 километров, которые располагались по три полосы на каждый берег. Две полосы шириной 60 метров по направлению от Воронежа до Ростова, которые располагались по оба берега реки Дон, общей протяженностью 920 километров. Две полосы шириной 30 метров по направлению от Белгорода до реки Дон с обоих берегов реки Северского Донца, общей протяженностью 500 километров [147].

Для решения поставленных задач был создан институт «Агролеспроект», который сейчас носит название «Росгипролес». По разработанным проектам этого института было посажено 2,3 миллиона гектаров леса, общей протяженностью 5300 километров. Также были созданы водохранилища, которые вмещали в себя 1200 кубических километров, общее их число – четыре тысячи, которые, изменили окружающую среду в лучшую сторону. Таким образом, была создана водная система, которая позволила получить электроэнергию более дешевую, урегулировать сток рек, а также стало возможным орошать поля из созданных водохранилищ. Для решения возникающих проблем в мелиоративных работах, которые необходимо было реализовать в рамках пятилетнего плана, принимал участие Институт инженеров водного хозяйства имени В.Р. Вильямса [там же].

Проведение данных мероприятий привело к увеличению урожайности, как и планировалось при разработке плана: урожай трав вырос от 100 до 200%, овощей от 50 до 75%, зерновые культур до 30%. Благодаря притоку денежных средств в сферу сельского хозяйства в колхозах и совхозах было улучшено техническое оснащение, а именно обновлялись машинно-

тракторные станции; в сфере животноводства для развития отрасли была создана прочная кормовая база. При сравнении 1948 и 1951 года продуктивность производства в 1951 выше на: мясо и сало 80%, свинины 100%, молоко 65%, яйца 240%, шерсть 50% [там же].

Однако всему задуманному не суждено было осуществиться в полном объёме. В 1953 году Сталин И.В. умер, финансирование прекратилось, план был свёрнут. Впоследствии созданные полезащитные станции прекратили своё существование. Сами лесные полосы, созданные в рамках Сталинского плана, продолжали существовать и выполняли поставленные задачи.

В 1953 году к власти пришёл Хрущёв Н.С., вследствие чего началась вырубка многих лесных полос, пруды и водоёмы в количестве нескольких тысяч были заброшены (которые ранее предназначались для разведения рыбы), лесозащитные станции в количестве 570 штук были закрыты (которые были созданы в 1949 – 1955 годах). Таким образом было разрушено то, что создавалось таким большим трудом и, в следствие чего, показатели урожайности и животноводства стали снова снижаться [18].

В свою очередь у Хрущёва Н.С. был свой план по увеличению урожайности – освоение целины чтобы увеличить посевные площади. Он не увенчался успехом.

Постановление «О дальнейшем увеличении производства зерна в стране и об освоении целинных и залежных земель» было принято на пленуме февральско-мартовском в 1954 году, по решению которого были намечены территории для распашки целинных земель площадью не менее 43 миллионов гектаров. Данные земли находились на территории Поволжья, Сибири, Казахстана, Урала и в других районах СССР. Освоение целины было запланировано провести без предварительной подготовки и при отсутствии зернохранилищ, дорог для осуществления заготовки, без квалифицированных рабочих. Главной его ошибкой послужило то, что он не учитывал природные условия – суховеи и песчаные бури, не разрабатывались специальные способы обработки почвы, использовали семена не адаптированные для данного

климата. Для воплощения данного проекта были выделены огромные средства. 20% от всех вложений данный проект поглотил за 1954 – 1961 года. На целину отправляли максимальное количество населения, это были и студенты в период летних каникул, и механизаторы в рамках сезонных командировок, также отправлялось большое количество комбайнов и тракторов, производимых в стране. Всего было отправлено примерно 50 тысяч человек в период с 1954 по 1956 года. Освоение целины шло ударными темпами, в результате за два года было распаханно 33 миллиона гектаров, было запланировано 13 [там же].

Благоприятный климат в первые годы проекта способствовал высоким урожаям, также этому способствовало максимальное количество рабочей силы и вложенных средств. Был получен отличный результат – сверх высокие урожаи. В середине 1950-х годов было получено в итоге по показателям хлеба от половины до одной трети урожая всей страны. На целине в 1954 году было собрано 27,1 миллионов тонн, на всей территории СССР 85,5 миллионов тонн. В 1960 году на целине 58,7 миллионов тонн, на всей территории СССР 125 миллионов тонн зерна [там же].

Но, к сожалению, стабильности добиться не удалось. В неблагоприятные годы на целинных землях не удавалось собрать необходимое количество для посевного фонда. В 1962 – 1963 годах прошли пыльные бури. Об этом событии можно прочитать в мемуарах Н.С. Хрущёва, он писал: «Когда мы уже распахали большое количество гектаров целины, в Казахстане случились страшные пыльные бури. Поднимались в воздух тучи земли, почва выветривалась. Если хозяйство в степных условиях вести культурно, то применяются давно известные средства борьбы с эрозией, апробированные на практике, в том числе посадка защитных полос из древесных насаждений: трудное и дорогое дело, но оправдывающее себя. Есть и определённые агроприёмы. Людям приходится считаться с природными процессами и приспособливаться к ним, противопоставляя свою выдумку дикой природе. Но,

что бы там ни случилось, и, несмотря на все трудности, целинный хлеб оставался самым дешёвым» [там же].

Как мы видим из слов самого Хрущёва, он и сам признавал свои ошибки. По сути, оставалось только посадить лесные полосы по периметру освоенных целинных земель для достижения поставленных задач.

В период с 1967 года по 1990 в лесоразведение преобладали направления почвозащитного и водоохранного значения. 30 марта 1967 вышло в свет постановление №236 ЦК КПСС и Совета Министров СССР, постановление №503 от 5 июля 1967г. Министров РСФСР «О неотложных мерах по защите почв от ветровой и водной эрозии» [83]. В этот промежуток времени лесные насаждения создали в количестве 1,8 миллионов гектаров. К данному моменту времени сохранилось примерно 1324 тысячи гектаров. В 1980-тые годы еще осуществляли посадку леса, создавая лесные полосы, в год их размер достигал 30 тысяч гектаров [38, 83, 150].

В этот период нельзя не отметить документ «Рекомендации по изысканиям и проектированию снегозадерживающих лесных полос вдоль автомобильных дорог», который вышел в свет в 1982 году. Документ был направлен на решение проблемы заноса автомобильных дорог. Это было необходимо в связи с убытками простоя транспортных средств из-за снежных заносов. Были рассмотрены различные варианты, такие как: защита путем установления заборов и щитов. В итоге пришли к выводу, что лесные полосы обладают не только высокой снегозадерживающей функцией, но и снижают трудозатраты при очистке дорог, улучшают санитарные условия возле дорог в летний период, а также осуществляется мелиоративное влияние на прилегающих к дороге сельскохозяйственных землях, преобразуют ландшафт эстетически и повышают урожайность этих полей [116].

В 1991 начались преобразования в аграрной сфере. Поступление капитала в сферы лесного и сельского хозяйства стало уменьшаться в разы. Постепенно и интерес к повышению плодородия почвы, к разведению защитных лесов и мелиорации стал иссякать, из-за чего данные вопросы и

задачи остались без должного внимания и ресурсов. Количество проведения работ по агротехническим мероприятиям, орошению, лесомелиорации стало снижаться, что, в свою очередь, привело к процессу деградации земель, началось опустынивание сельскохозяйственных [150].

С 1991 по 2012 года принимались региональные и общероссийские программы, которые были призваны сохранить и повысить плодородие почв. Благодаря этим программам было создано защитных лесных насаждений общей площадью 586 тысяч гектаров, сохранилось 519. Забегая вперед, можно отметить, что ежегодная площадь создаваемых насаждений до настоящего времени не превышает и 20 тысяч гектаров в год [там же].

Если говорить о посадке лесных полос в 2007 году, их количество составило примерно 0,3 тысяч гектаров, что очень мало по сравнению с объёмами в СССР. В настоящее время созданные когда-то лесные полосы с таким трудом зарастают кустарником, захламляются и теряют защитные свойства, также некоторые бесхозные полосы подвержены стихийной вырубке [там же].

По данным Иванова А.Л. по состоянию на 2008 год земель подверженных дефляции и эрозии составило 126 миллионов гектаров. Сравнивая данные показатели с 1990 годом наблюдается увеличение на 22 миллиона гектаров [40].

«Снижение объемов лесомелиорации стало одной из главных причин того, что 65% пашни, 28% сенокосов и 50% пастбищ России подвержены разрушающему воздействию засухи, эрозии, пыльных бурь с ежегодной убылью гумуса 0,62 т/га» [150].

В настоящее время разработана «Стратегия развития защитного лесоразведения в Российской Федерации до 2025 года» [там же].

Предыдущая стратегия развития до 2020 года в полном объеме выполнена не была.

Стратегия определяет цели и задачи в долгосрочной перспективе, и их пути решения, определяет агролесомелиоративные мероприятия в

природоохранной концепции. Стратегия была разработана в 2012г. Всероссийским НИИ агролесомелиорации. На момент ее разработки площадь уже существующих защитных лесных насаждений составляла 2,7 миллионов гектаров. Согласно стратегии, требуется создание больше 4 миллионов гектаров. При условии выполнения данного количества работ будет достигнуто необходимое количество в размере 7 миллионов гектаров. Многие из хозяйств уже имеют завершенные системы лесных полос общей площадью 1,2 миллиона гектаров, таких более двух тысяч [150].

Также следует отметить, что существует явление, когда лесные полосы не находятся на балансе землепользователей прилегающих территорий, что приводит к ухудшению их состояния, так как не проводятся лесохозяйственные мероприятия, из-за чего лесные полосы находятся в плачевном состоянии. Часто наблюдается наличие загрязнений лесных полос бытовыми и промышленными отходами, задернение почвы, а также наблюдаются процессы изреживания не только верхних ярусов, но и всего древостоя, не говоря уже о болезнях и вредителях, также присутствуют ветроломы и пожары. Становится ясно, что необходимо срочное проведение лесохозяйственных мероприятий по улучшению санитарного состояния лесополос и их обновление [там же].

За последние годы к данной проблеме наблюдается повышенный интерес общественности и научных сообществ. К защитному лесоразведению уже относятся как к долго действующему и эффективному средству по защите окружающей нас среды.

1.2 Формирование микроклимата прилегающих полей под влиянием защитных лесных насаждений

Исследованиями таких учёных как Матякин Г.И. [68], Никитин П.Д. [79], Альбенский А.В. [5], Каргов В.А. [46], Сенкевич А.А., Трибунская В.М., Чекунов И.М.[141], Лазарев М.М.[62], Павловский В.С. [86], Кулик К.Н [57], Танюкевич В.В. [151], Проездов П.Н. и Маштаков Д.А. [104], Розанов А.В. и Пуговкина И.А. [121], Agrawal А.[174], Рулева О.В. [122, 127, 129], Сарычев А.Н. [132, 135, 136] было установлено, что полезащитные лесные полосы изменяют микроклимат прилегающих сельскохозяйственных полей. Отмечается снижение скорости ветрового потока, уменьшение испарения влаги с межполосных полей и транспирации, повышение влажности почвы и воздуха.

Таким образом, защитные лесные насаждения имеют большое значение: повышают плодородие земель, урожайность сельскохозяйственных культур, защищают посевы от засухи и суховейных ветров, защищают почву от водной и ветровой эрозии. На прилегающие территории на микроклиматические показатели оказывают лесные полосы. Это особенно важно при засушливости климата и погодных аномалиях. Взаимодействующая система лесонасаждений - это основной элемент агроэкосистемы [122].

«Ветровой режим – это основной определяющий фактор микроклимата. С помощью изменения ветрового потока лесные полосы воздействуют и на другие элементы микроклимата прилегающих территорий. Узкие ленты защитных лесных насаждений создают механические преграды для движения воздушных масс, тем самым ослабляют интенсивность вертикального перемешивания воздушных масс вблизи поверхность земли» [1].

Эффективность лесных полос зависит от их расположения к господствующим ветрам, а также большую роль в благоприятном влиянии на прилегающую территорию имеет конструкция лесной полосы. Ветровой поток

огибает насаждения сверху над кронами, снизу в стволах или вынужден просачиваться через крону. В результате дробления ветрового потока сила вихревых движений снижается.

Лесные полосы подразделяются по конструкции на три основных типа в зависимости от защитных свойств и своему внешнему строению: плотную, ажурную, продуваемую; а также на две производные конструкции: ажурно-плотную и ажурно-продуваемую.

У лесной полосы плотной конструкции в облиственном состоянии сквозные просветы отсутствуют или составляют не более 10 % от площади всего продольного профиля полосы. Такую полосу можно описать как непроницаемый экран, через который воздушный поток практически не может пройти, обтекает его сверху и довольно резко опускается вниз. В этом месте наблюдается интенсивное вертикальное перемешивание приземных слоев воздуха. «В результате за лесной полосой плотной конструкции в приземном слое создаётся зона штиля, но по мере удаления скорость ветра резко возрастает. С наветренной стороны дальность действия обычно не превышает 20 Н» (Н – защитная высота лесной полосы), с наветренной наблюдается снижение скорости до 5 Н. В холодное время года большая часть снега скапливается в лесной полосе и на опушках, в результате за пределами лесной полосы образуются зоны выдувания. Весной оттаивание почвы неравномерное, суточная амплитуда температур рядом с опушками лесной полосы плотной конструкции возрастает. «Прибавка урожая по сравнению с другими конструкциями наименьшая. Они куда более подходят для защиты дорог, каналов, скота на пастбищах, различных сооружений необходимых для отрасли животноводства»[62].

«Лесная полоса ажурной конструкции имеет мелкие сквозные просветы, равномерно распределенные по продольному профилю, площадь которых составляет 15 – 35% от общей площади профиля полосы. При их использовании происходит деление ветрового потока на две части. Одна переваливает через полосу, другая проходит сквозь неё. В виду этого действие ажурных лесных

полос простирается на расстояние 30 Н. Снижение скорости ветра в этом случае происходит в основном с заветренной стороны и снижается на 30 – 70 %. Лесные полосы ажурной конструкции более ветропроницаемы. Значительная доля энергии ветра тратится при преодолении древостоя, что приводит к снижению скорости ветра внутри полосы. В связи с этим на расстоянии 3-5 Н за лесной полосой продолжается снижение скорости ветра. По мере удаления от лесной полосы скорость ветра медленнее нарастает, чем в случае с лесной полосой плотной конструкции. Так на расстоянии 25 Н скорость ветра составляет только 85 % от скорости ветра в незащищённой степи. Лесные полосы ажурной конструкции подходят для районов подверженным суховеям, пыльным бурям, имеющим неустойчивый снежный покров, к примеру, Нижнее Поволжье» [1, 3].

«Лесные полосы продуваемой конструкции мало проницаемы в своей верхней части, но сильно продуваемы в стволах. Характеризуется наличием крупных просветов в нижней стволовой части продольного профиля – до 60% - и практически отсутствием просветов в кроне – до 10%. Они, как и ажурные лесные полосы, делят ветровой поток на две части. Но продуваемые конструкции лесных полос равномернее распределяют снег на полях и достаточно хорошо защищают от суховеев. Минимальная скорость ветра наблюдается на расстоянии 5-8 Н от полосы, и составляет здесь 30-50 % от скорости в открытой степи. На расстоянии 25 Н этот показатель составляет 80 %. Скорость ветра нарастает постепенно. Дальность действия данной лесной полосы до 40 Н. Они хорошо подходят для регионов с холодной и малоснежной зимой» [1, 4, 6, 171].

Ажурно-продуваемая лесная полоса имеет 15-35% просветов в кронах и более 60% в стволовой части продольного профиля. Такая полоса показывает максимальную эффективность в районах с сильными метелистыми ветрами и с холодной многоснежной зимой [1, 171].

Лесная полоса представляет собой шероховатую вертикальную поверхность, поэтому «при перпендикулярном к ней направлении воздушного

потока затормаживающее действие наблюдается на значительном расстоянии, при росте боковой шероховатости защитное действие лесной полосы возрастает. Эффективность влияния лесных полос возрастает при увеличении густоты лесных полос на территории и скорости ветра, снижается при уменьшении угла подхода к полосе. Ветроломный эффект зависит от размещения древостоя, наличия просветов в кроне и состояния опушек. В случае отклонения ветра от перпендикулярного к полосе направления до 30° защитное влияние лесной полосы снижается на 10-15 %, при росте угла до 45° снижение достигает 15-35%. Ветропроницаемость насаждений изменяется в течение года. В безлиственном состоянии она возрастает» [86].

«Нужная конструкция определяется до начала проекта. В проекте закладывается состав пород, ширина лесной полосы, густота посадки, число рядов. После же необходимая конструкция поддерживается посредством обрезки, рубок ухода» [2, 3, 45, 68, 171].

В 2018г. О.В. Рулева и Н.Н. Овечко опубликовали статью, в которой представлены трехлетние исследования в Волгоградской и Астраханской областях. Исследовались полевые защитные полосы, которые отличались по количеству рядов, конструкции, в безлиственном и облиственном состоянии, с сельскохозяйственными культурами и без них. Говорится, что изменение скорости ветра, как фактора влияющего на урожайность в пространстве между лесными полосами, способствует повышению урожайности и снижению темпа эрозии [127].

Лесные полосы также влияют на температуру воздуха. По причине уменьшения скорости ветра под воздействием лесных полос в приземном слое уменьшается и теплообмен. Отопляющий эффект днем и охлаждающий ночью незначительный, в пределах $0,5-3^{\circ}$. В пасмурные дни такое влияние незаметно, в ясную и сухую погоду более заметно. Например, в дневное время под влиянием лесной полосы ажурной конструкции температура повышается на $1,2^{\circ}\text{C}$ [1].

«Плотная лесная полоса в своих окрестностях в дневные часы в зоне затишья способствует повышению температуры воздуха на $1-3^{\circ}\text{C}$, реже больше. Ажурные и продуваемые конструкции лесных полос приводят к снижению температуры на $0,5 - 1^{\circ}\text{C}$ » [2, 3].

Эффект повышения температуры очень важен в начале вегетационного периода, так как мало тепла, и в период заморозков, потому что имеет важное значение и доля градуса. Так в Каменной степи во время заморозков температура на защищенном поле была на $0,6-1,0^{\circ}$ выше, чем в открытой степи [11].

«Повышение температуры воздуха на облесённых полях может быть благом в начале вегетации, но в то же время отепляющее влияние лесных полос плотных конструкций может вызвать перегрев воздуха, а во влажные годы при слабом ветре развитие грибковых заболеваний. Выше перечисленные отрицательные явления для других конструкций не свойственны» [2, 3].

Ночное понижение температуры приземных слоев воздуха вызывается не только ослаблением ветра, но и процессами образования росы, ибо конденсация водяного пара приостанавливает дальнейшее понижение температуры на межполосном пространстве. Лесные полосы уменьшают суточные колебания температуры воздуха. В начале мая 1987 года в системе лесных полос ОПХ РосНИИСК «Россорго» с помощью термографов-самописцев были проведены многократные наблюдения. Установлено, что амплитуда изменения температуры воздуха по состоянию на 15ч дня и 3ч ночи достигала $11,8^{\circ}$ в лесной полосе и $24,6^{\circ}$ в центре поля. [104].

Лесные полосы, уменьшая скорость ветра, понижая его вертикальное движение, способны в приземных слоях воздуха повышать влажность в межполосной клетке. Происходит обогащение парами в нижних слоях воздуха за счет испарения почвенной влаги и растительности. Количество скапливаемых водяных паров зависит от спокойствия воздуха, чем воздух спокойнее, тем больше паров. Таким образом на 2-3% увеличивается относительная влажность приземного слоя, на 0,5-1мм абсолютная [68].

«Наибольшее влияние защитных насаждений наблюдается при увеличении скорости ветра и повышении сухости воздуха. Разница во влажности воздуха в засушливый период открытого поля и облесенного может достигать до 12%, при суховеях может увеличиваться в 1,5-2 раза. Благодаря защитным лесным полосам вредное влияние суховеев сильно снижается, а повышение влажности благоприятно влияет на жизнедеятельности растений» [11].

Влажность воздуха, равная 20-25% считается критической для сельскохозяйственных растений. По историческим данным в открытых полях такая влажность продолжительное время наблюдалась в 1972, 1975, 1979, 1981, 1984, 1986, 1998, 1999, 2009, 2010гг. На облесенных полях на расстоянии 8-10Н влажность воздуха не снижалась ниже 38-43%, а в самих полосах 47-55%. [64, 104].

Большую роль при возделывании сельскохозяйственных культур играет солнечная радиация. «Рост уровня радиации увеличивает испарение влаги с поверхности почвы и непродуктивную транспирацию. Увеличение и сохранение водяных паров в воздухе позволяет снизить эти неблагоприятные процессы. Способом достижения этого являются защитные лесные насаждения» [64].

«Биологическая устойчивость и урожайность сельскохозяйственных культур во многом зависит от испарения влаги с поверхностного слоя почвы, особенно в засушливых регионах. Важнейшим фактором, определяющим водообеспеченность растений, является испарение влаги с почвы». Испарение – это комплексный показатель, который отражает воздействие лесных полос на предыдущие элементы микроклимата, определяет водообеспеченность растений, их биологическую устойчивость и урожайность в засушливых районах [64, с.48].

Влияние лесных полос на испарение объясняется ослаблением скорости ветра, турбулентного обмена, находится в зависимости от высоты лесополосы и ее продуваемости (конструкции). Более высокие насаждения, ажурные и

продуваемые, по сравнению с низкими и плотными, снижают испарение влаги с поверхности почвы на большем от себя расстоянии. Средние показатели в межполосном пространстве по испарению снижаются на 25-30%. Например, влияние лесных насаждений на испарение с поверхности почвы повышается в жаркую и сухую погоду, снижается в холодную и сухую [там же].

«По данным И.В. Трещевского и В.Г. Шаталова (1982), в колхозе «Деминский» Волгоградской области в системе лесных полос испаряемость уменьшилась на 65% по сравнению с открытым полем» [там же].

«Коэффициент влагообеспеченности для определения увлажнённости местности впервые был предложен академиком Г.Н. Высоцким [24]. Определяется данный коэффициент как отношение осадков к испаряемости. Снижение испаряемости на территории полей, находящихся под защитой лесных полос, приведёт к росту коэффициента увлажнения. Лесные полосы, растущие на орошаемых землях, способствуют снижению потерь влаги при испарении из каналов и водоёмов. За счёт влияния лесных полос на увлажнённость полей степь можно приблизить к условиям характерным для лесостепи, полупустыни к степи. Лесные полосы способствуют снижению поливной нормы на орошаемых полях на 15 % и снижению количества поливов, как минимум на один» [148].

«Эффект влияния лесных полос на испарение зависит от их влияния на скорость ветра. Расстояние, на котором уменьшается испаряемость, при использовании продуваемой конструкции лесной полосы составляет 20 Н, а при ажурной конструкции только 12Н» [26].

Высокие насаждения ажурной и продуваемой конструкции снижают испарение влаги с поверхности почвы на большем от себя расстоянии, чем низкие и плотные. В среднем испарение в межполосном пространстве снижается на 25-30%. В сухую и жаркую погоду влияние насаждений на испарение с поверхности почвы повышается, в сухую, но холодную - несколько снижается [68].

В 1989 году в системе лесных полос ОПХ «Россорго» были проведены

наблюдения по испарению воды с водной поверхности за сутки в жаркую сухую погоду, было установлено, что испарение составляет 40 мл в открытом поле, 41мл внутри продуваемой полосы, 18 мл в ажурно-плотной полосе, 21мл в зоне 20Н продуваемой полосы, 24мл в зоне 20Н ажурно-плотной полосе [104].

Таким образом, создание систем лесных полос позволяет улучшить увлажненность полей и пастбищ и приблизить условия полупустыни к условиям степи, условия степи к лесостепи, а значит и увеличить урожайность сельскохозяйственных полей пастбищ.

Защитные лесные полосы также способствуют более равномерному распределению снежного покрова, что в свою очередь также играет значительную роль. Снежный покров определяет глубину промерзания, скорость оттаивания почвы, интенсивность стока, весенние влагозапасы в почве [1, 9, 13, 92].

«На полях, расположенных под защитой лесных полос, снег не подвержен сносу под действием ветра в овраги и балки. Способность распределять снег в межполосном пространстве зависит от конструкции лесной полосы. Так, плотные и широкие полосы собирают большие сугробы в своих окрестностях, на полях же образуются зоны выдувания, это влечёт за собой неравномерное оттаивание почвы ко времени начала полевых работ. Данные полосы более подходят для защиты от заносов дорог, животноводческих ферм. Лесные полосы ажурной конструкции распределяют снег несколько лучше, но всё же уступают в этом лесным полосам продуваемой конструкции.

Влияние лесных полос на снегоотложение характеризуется протяжённостью снежного покрова шлейфа, его максимальной и минимальной толщиной и плотностью шлейфа. Количественно эти показатели имеют, прежде всего, тесную связь с условиями определяющими изменение ветрового режима под воздействием лесной полосы (высотой, конструкцией, углом подхода ветра). По данным Павловского Е. С. длина снежных шлейфов с обеих

сторон от полосы подвержена колебаниям в большом диапазоне от 10 до 22Н. Плотной конструкции лесополосы имеют наименьшие шлейфы 10 – 15Н, ажурные – 12 – 16Н, самые длинные шлейфы у продуваемых лесных полос 14 - 22Н. Разница в протяжённости шлейфов полос различной ажурности наглядно видна на заветренной стороне. Длина шлейфов у плотных 5 -7Н, ажурных 7 – 11Н, продуваемых 9 – 18Н» [86].

В правобережной части Нижнего Поволжья «по данным НИИСХ Юго-Востока при отсутствии лесных полос с полей сносится в овраги, балки и другие понижения до 50% снега, а в ряде случаев до 75%. Для Заволжья с сильными ветрами эти показатели еще выше». А также лесные полосы способствуют равномерному распределению снежного покрова и сохраняют снег на полях [168].

По данным НИИСХ Юго-Востока, снега на облесенных полях больше на 21,4-29,1%, влаги в метровом слое больше на 20,6%, чем на открытых полях [71].

«По данным ВНИАЛМИ, средняя величина дополнительного увлажнения облесенных полей в лесостепной зоне составляет 27-28 мм, в степной зоне на черноземах – 47мм, в Среднем Заволжье -37, в Западном Казахстане и Ставропольском крае - 20-22, в лесостепи Западной Сибири и в Северном Казахстане - 22-27мм» [1].

Наибольшие показатели увлажнения почвы наблюдаются около лесных насаждений, продвигаясь к середине межполосной клетке постепенно снижаются.

«Немаловажное значение оказывают лесные полосы на грунтовые воды, особенно при низком залегании. Наибольший подъём грунтовых вод вызывают лесные полосы плотной конструкции, наименьшее – продуваемой конструкции. В период таяния вода, растекаясь по межполосным пространствам, вызывает подъём грунтовых вод. В результате лесные полосы способствуют обводнению облесённой территории. По данным Суса Н.И., Серебрякова Ф.И. колебание уровня грунтовых вод ещё зависит от рельефа и

возраста лесных насаждений» [3]. «На Тимашевском опорном пункте уровень грунтовых вод под лесными полосами на склонах весной по сравнению с зимой поднимается на 2 - 4 м, на плоском водоразделе с малым поверхностным стоком на 4 – 5 м. При молодых лесных полосах колебание грунтовых вод не превышало 40 см. Через 5 лет амплитуда колебания в среднем была уже 1 - 2 метра» [90].

Защитные лесные насаждения, улучшая микроклимат прилегающих полей севооборота и пастбищ, влияют на повышение урожайности сельскохозяйственных угодий.

1.3 Воздействие защитных лесных насаждений и удобрений на продуктивность сельскохозяйственных угодий

Вопрос лесоразведения в современном мире занимает одно из важнейших мест в истории России. Изучая накопленный опыт, становится возможным правильное создание защитных лесных насаждений, их возобновление и защита, а также ведение лесного и сельского хозяйства в тандеме в целях улучшения как лесного, так и сельского хозяйства. Также становится возможным использование уже существующего в современной науке накопленного опыта в целях сохранения земель в статусе плодородных, защищая их от неблагоприятных факторов среды, а также улучшать непригодные для ведения сельского хозяйства земли путём лесомелиорации.

Как уже говорилось ранее, лесные полосы оказывают благоприятное влияние на микроклиматические показатели прилегающих полей и пастбищных угодий.

«Эффективность лесных насаждений повышается, если они образуют систему различных видов насаждений, при которой их ветрозащитное влияние повышается, а общее мелиоративное действие поднимается на более высокую ступень» [58, 62, 84, 87, 125, 126, 129, 132, 134, 135, 149].

Проведенные исследования в совхозе «Кулундинский» установили, что создание системы защитных лесных насаждений вызывает существенное изменение элементов открытого ландшафта. Пониженная скорость ветра в лесоаграрном ландшафте снижает перенос почвенных частиц по сравнению с открытым ландшафтом. Улучшается водный баланс, увеличивается доля твердых осадков и запас влаги в почве, улучшаются условия почвообразования, снижается запылённость атмосферы воздуха, общая продуктивность сельхозугодий открытого агроценоза увеличивается с 69,6 до 75,9 кормовых единиц на 100га пашни, что составляет 9%. При достижении проектной высоты насаждений и полного охвата мелиоративным влиянием продуктивность ландшафта увеличивается до 21% [30].

Также были проведены исследования в Обливском ОПХ ВНИАЛМИ с 75%-ной защищённостью полей и в соседнем колхозе «Знамя труда» где защищённость полосами в пять раз ниже (15%). Микроклиматическая обстановка Обливского ОПХ такова. Скорость ветра здесь на 43% ниже, турбулентность – на 20%, температура воздуха – на 0,4%, температура поверхности почвы – на 15,2%. Суховейных дней на 26% меньше, чем в соседнем хозяйстве. Напротив, высота снега на 27%, влажность почвы на 41%, влажность воздуха на 12,5% выше, чем в колхозе «Знамя труда». Микроклиматические условия в облесенном ландшафте значительно повысила выход растениеводческой продукции. Со 100 га пахотных угодий в Обливском ОПХ ее получено 13794 центнеров, в колхозе «Знамя труда» – 9830 центнеров, или на 40% меньше [62].

Многолетние данные, полученные на Тимашевском опорном пункте ВНИАЛМИ, также подтверждают положительное влияние лесных полос на урожай сельскохозяйственных культур. Этот пункт расположен в 80

километрах от Самары, на водоразделе рек Сарбая и Кинели, на обыкновенном суглинистом черноземе. «Лесные полосы шириной 12 метров в возрасте 40-45 лет имели высоту 12—14 м. Их многообразное положительное влияние отмечается на протяжении нескольких десятилетий. За 11 лет (1931—1940 и 1945—1947) в среднем урожай мягкой яровой пшеницы Лютесценс 62 на защищенных участках составил 14,8, а на открытых - 12,3 ц/га, а твердой пшеницы Гордеиформе 189 - соответственно 13,3 и 10,0 ц/га. Значительно повышают свой урожай среди лесных полос многолетние и однолетние травы. На этом же опорном пункте люцерна под защитой насаждений дала 74,5 ц/га зеленой массы, а вне влияния их —55,3 ц/га. Прибавка урожая сена однолетних трав составила 15ц\га» [50].

На полях Ульяновской опытной станции, на обыкновенных и выщелоченных чернозёмах за годы 8-й пятилетки (1966—1970) полностью была создана система полезащитных лесных полос на площади 119 га, составляющих 2,5% всех угодий. В результате этого сократились процессы эрозии, значительно повысилась урожайность сельскохозяйственных культур. До создания системы лесных полос за десять лет (1953—1962) средняя урожайность зерновых и зернобобовых составляла 15,8 ц/га, за 1971—1975 гг. — 29,3 ц/га, в засушливом 1972г. – 23,4, а в исключительно засушливом 1975г. по 23,3 ц/га зерновых. Кроме того, система полос здесь надежно предохраняет озимые культуры от вымерзания. Так, в 1975 году озимая пшеница Мироновская 808 на открытых полях вымерзла, а в системе полос сохранилась и дала 25 ц/га. Совхоз «Никулинский» Ульяновской области имеет 350 га лесных полос, или 2,6% земельной территории. Несмотря на три острозасушливых года (1971, 1972, 1975), за 9-ю пятилетку (1971—1975) совхоз получил неплохой урожай зерновых — 16,2 ц/га, что на 3,3 ц и больше, чем в 7-й пятилетке (1961—1965), когда системы полос еще не было [112].

Проведенные исследования влияния на урожайность культур севооборота полезащитных лесных полос в Саратовской области кафедрой лесного хозяйства и ландшафтного строительства Саратовского ГАУ им. Н.И

Вавилова подтверждают, что лесные полосы играют большую агрономическую роль. Установлено, что в засушливые годы благодаря защитным лесным полосам прибавка урожая достигает до 44,9%, самые большие прибавки урожайности наблюдаются в хозяйствах Заволжья, в которых наблюдались более жесткие периоды засухи. Кроме того, установлено, что продуваемая конструкция в сравнении с плотной превышает урожайность в зависимости от увлажнения года на 10-15% [104].

По заданию ВНИАЛМИ в острозасушливом 1984 году кафедра лесного хозяйства и ландшафтного строительства на облесенных и открытых полях в хозяйствах области проводила специальные экспедиционные исследования микроклимата и урожайности сельскохозяйственных культур. Проведено определение урожая и элементов микроклимата под защитой полос. Скорость ветра в зоне 30Н была в среднем снижена на 32%, температура воздуха на 0,6 °С, испарение с водной поверхности на 27%, влажность воздуха на 12% была выше по сравнению с открытым полем. Было установлено, что по зерновым культурам прибавка урожая составила до 41% [64, 104].

О высокой эффективности лесонасаждений свидетельствует и опыт колхоза «Прогресс» Саратовской области. Здесь из 7,2тыс. га пашни 3510 облесены. На защищенной зеленым щитом территории зерновые культуры дают с гектара на 3-4 ц больше продукции, подсолнечник – на 2-3, кукуруза на силос на 60-70, сеяные травы – на 25-30ц [104].

«Положительный результат агротехнических мероприятий в системе лесных полос куда выше, чем в открытой степи. Урожай в районах с недостаточным увлажнением сильно зависит от влаги. Более высокая урожайность культур растущих на полях под защитой лесных полос во многом обусловлена лучшей влагообеспеченностью и микроклиматом, формирующимся в системе лесных полос. По данным ВНИАЛМИ в результате влияния лесных полос урожай зерновых культур повышается в среднем на 15 – 20 %, трав на 10 %, подсолнечника на 10–15%» [57].

«Урожай культур формируется на протяжении всего вегетационного периода. Разница между растениями, произрастающими в открытой степи и на облесённых полях, становится заметна, начиная с фазы кущения. Урожайность сельскохозяйственных культур колеблется в большом диапазоне в зависимости от возраста лесной полосы, погодных условий, высоты и конструкции лесополосы. В лесостепных и степных районах урожайность культур выше на облесённых полях» [5, 50, 52, 86, 125, 128, 132, 135, 151].

Большое значение имеет уровень агротехники и агрометеорологические условия конкретного года. «Более наглядно эффект от прибавки урожая на облесённых полях проявляется в засушливые годы. Во влажные годы прибавки падают, а бывает получаемый результат хуже, чем в открытой степи. По данным Проездова П.Н., Маштакова Д.А. наибольшая прибавка урожая яровой пшеницы в засушливые годы составляет до 50% и более, во влажные годы прибавка несущественна» [104].

«С возрастом и высотой лесной полосы возрастает получаемый на полях под их защитой эффект. По данным Г.Г. Данилова лесные полосы при высоте 2,5 – 5м на расстоянии до 20Н повышают урожайность зерновых на 2,5 ц/га, при высоте 6 – 10м урожайность возрастает на 2,8 ц/га, при 12 – 15 м на 7,8 ц/га. Рост эффекта от лесных полос по мере их роста кроется в улучшении их аэродинамических свойств, а также более длительном контакте с полем» [27].

«Исследования Саратовского СХИ подтверждают немалую роль лесных полос в формировании урожая. К примеру, в ОПХ «Красавское», расположенное в Саратовской области, прибавки урожая, благодаря влиянию лесных полос, были следующие: по зерновым 4,7 ц/га (30,2 %), по подсолнечнику 3,7 ц/га (31,5 %), на Краснокутской опытной станции прибавка урожая по бобовым и зерновым составила 24 %, т.е. 2,2 ц/га» [64].

«Обобщая многолетние наблюдения, следует отметить, что на облесённых полях наибольшую прибавку дают озимые, травы и корнеклубнеплоды, особенно требовательные к условиям водного режима. Яровые менее отзывчивы, прибавка по ним наиболее заметна в засушливые

годы. Следует отметить, что в условиях Заволжья годы, в которые не проявляется один или более из неблагоприятных для сельскохозяйственных культур факторов достаточно редки, поэтому положительное влияние ЛП на урожайность в той или иной мере проявляется из года в год» [37, 52, 86].

Наряду с положительным влиянием лесные полосы могут оказать и отрицательное. Лесные полосы плотной конструкции, накапливая в себе и на опушках большие сугробы снега, задерживают в этих местах его таяние. Это приводит к неравномерному поспеванию почвы и проведению весной полевых работ в два срока. Чтобы этого нежелательного явления избежать следует создавать полосы продуваемой конструкции [16, 46].

Развесистые кроны деревьев могут затенять сельскохозяйственные культуры на прилегающей территории, а корневая система иссушать верхний горизонт почвы в ущерб сельскохозяйственным культурам. Однако зона затенения кронами и иссушающего действия корней лесной полосы незначительна и имеет протяженность в пределах одной высоты полос. Эту зону можно использовать под дорогу или посев трав, которые выносят затенение. Возможные факторы отрицательного влияния лесных полос в большинстве случаев малозначительны и легко устранимы [28, 50, 86, 154].

Защитные насаждения - это экологический безопасный выгодный вид мелиорации сельскохозяйственных угодий. Срок службы насаждений составляет от 50 до 80 лет, если учитывать лесовозобновительные рубки от 110 до 130 лет. Положительный эффект наблюдается со времени смыкания лесных полос и усиливается с возрастом насаждений. В зависимости от породного состава окупаемость наступает на 6-8-й год [44, 45, 118].

В хозяйствах, имеющих систему защитных лесных насаждений, общая продуктивность растениеводства повышается на 12-19%, производительность труда - на 12-15%, себестоимость центнера зерновых культур снижается на 4-10% [86].

Наряду с защитными лесными насаждениями большую роль в повышении продуктивности сельскохозяйственных полей и пастбищ играют

удобрения. На настоящий момент не было проведено достаточного количества исследований воздействия удобрения на травы пастбищ, в основном удобрения применялись на сельскохозяйственных угодьях. В минеральном питании растений наибольшее значение имеет азот, фосфор и калий [4, 22, 76, 93, 113].

Азот – это основной элемент, который необходим растениям. «Процесс обмена азотистых веществ происходит в течение всей жизни растения. В разные фазы развития и роста темпы этого процесса разные». Азотное питание оказывает большое влияние на рост и развитие растений. При недостатке азота у растений наблюдается резкое замедление роста. Могут наблюдаться мелкие листья, могут преждевременно желтеть, имеют светлую окраску, стебли становятся тонкими, ветвление слабое. При нормальном азотном питании рост растения ускоряется, наблюдается замедление старения листьев. «Растения образуют мощные стебли и листья, имеют интенсивный окрас, хорошо растут и кустятся, улучшается формирование и развитие репродуктивных органов». Как результат – повышение урожая [4, 113, 156].

«Фосфор входит в состав нуклеиновых кислот и считается энергоносителем клеток, входя в состав АТФ (аденозинтрифосфорная кислота), которую считают переносчиком и поставщиком энергии во многих процессах жизнедеятельности растений. При нормальном питании растений фосфором урожай и качество продукции будет высоким» [144, 160].

Калий также является основным элементом, необходимым растениям. При его достаточном количестве наблюдается «увеличение оводненности коллоидов, протоплазмы, благодаря чему растение легче переносит кратковременные засухи. Недостаток задерживает развитие культуры и их созревание. Калий способствует улучшению усвоения азота». При недостатке происходит снижение урожайности [4, 22, 53, 93, 161].

В исследованиях было выявлено, что в условиях засухи в результате применения «минеральных удобрений ($N_{60}P_{60}K_{60}$) получено дополнительно 0,31т зерна с 1га. Величина последствия полного минерального удобрения составила 60% от его прямого действия». Выявлено сильное влияние азотного

и фосфорного удобрений и их сочетаний на химический состав урожая проса и вынос питательных веществ с урожаем в севообороте [10].

«По данным исследователей в Курской области на слабо выщелоченном черноземе наиболее высокий урожай зерна твердой яровой пшеницы Харьковская 46 был получен при внесении $N_{60}P_{60}K_{60}$. Прибавка составила 0,48т с 1га. Дальнейшее увеличение доз удобрений не повышало урожайности» [74].

В 1983 году в газете «Коммунист» от 01 июля первый секретарь Волжского райкома партии Куйбышевской области писал: «На облесенных полях выше отдача минеральных и органических удобрений. Например, в 1981 г. в облесенном севообороте яровая пшеница и ячмень после внесения 45-60 кг действующего вещества азота прибавила в урожае соответственно по 8,6-9,9 ц/га, а в открытом севообороте прибавки практически не было. Важно отметить еще одно значение лесных полос, которое проявляется в засушливые годы. В Заволжье сухая, без дождей, погода – так было в последние четыре года – приходится на первую половину лета. Лес же оттягивает начало вредного влияния атмосферной и почвенной засухи на растения на две-три недели, и они, как правило, «дожидаются» осадков второй половины лета. А вот как повлиял лес на продуктивность угодий. В 8-й пятилетке в Поволжской АГЛЮС взяли с каждого га на 3 ц зерна больше, чем в среднем по району, а в 9-й – на 3,9, а в 10-й – уже на 8,8 ц больше. Эта разница сохранилась в 1981 и 1982 гг., как уже отмечалось, острозасушливых. Тем не менее в прошлом году (1982) на станции урожайность зерновых культур составила 27,9 ц/га.

О высокой эффективности лесонасаждений свидетельствует и опыт колхоза «Прогресс». Здесь из 7,2 тыс. га пашни 3510 облесены. На защищенной зеленым щитом территории зерновые культуры дают с гектара на 3-4 ц больше продукции, подсолнечник – на 2-3, кукуруза – на 60-70, сеяные травы – на 25-30 ц.

До облесения колхозной территории с 1956 по 1960 г. средняя урожайность угодий составляла 10,8 ц/га, а в 10-й пятилетке превысила 24 ц/га» [64, с.58].

Интенсивные приемы земледелия в системе лесных полос, как правило, имеют более высокий эффект, нежели на открытых полях. На Поволжской АГЛОС и Тимашевском опытном поле ВНИАЛМИ урожай зерновых в 1981 и 1992 гг. повысился от применения комплекса удобрений (NPK) в системе полос на 3,8 ц/га, в то время как на открытых полях удобрения дали прибавку лишь 0,5 ц/га [64, с.59].

В целях устранения отдельных недостатков лесных полос плотной конструкции сотрудниками ВНИАЛМИ разработана дифференцированная агротехника выращивания сельскохозяйственных культур на межполосных полях. Суть в том, что межполосное поле разделяется на три зоны, которые неодинаковы по своим экологическим условиям [64, с.63].

Первая зона – пространство с заветренной стороны лесных полос от опушки до окончания снежного шлейфа на расстоянии от 0 до 10Н (где Н – защитная высота полосы) [там же].

Вторая зона – средняя часть поля между снежными шлейфами с заветренной и наветренной сторон лесных полос (10 – 25Н) [там же].

Третья – зона пространство с наветренной стороны лесных полос, протяженностью, равной длине снежного шлейфа (0 – 5Н) [там же].

Для каждой зоны разработан свой комплекс агротехнических мероприятий (сроки и приемы подготовки почвы, посева, нормы внесения удобрений). Такой дифференцированный подход позволяет повысить агромелиоративную роль лесных полос плотной конструкции [там же].

Эффективность такого метода находит свое подтверждение в исследованиях проведенных в 1972 – 1975 гг. на Тимашевском опорном пункте ВНИАЛМИ. В системе лесных полос с дифференцированной обработкой по сравнению с открытым севооборотом средняя прибавка зерновых составила 10,4 ц/га, или 70% [64, с.64].

Производственная проверка дифференцированного применения предпосевной агротехники, заключающейся в глубокой предпосевной обработке почвы и внесении повышенных доз азотных удобрений (60 кг/га),

указывает на большой агрономический эффект дифференцированной агротехники как в зоне снежных шлейфов, так и между шлейфами. Урожай ячменя и яровой пшеницы в совхозе «Деминский» Волгоградской области при применении дифференцированной агротехники был выше на 2,5 – 14,1 ц/га по сравнению с обычной в зоне снежных шлейфов и на 8,0 ц/га в среднем на межполосном поле [там же].

В этом же хозяйстве получены данные, подтверждающие большой эффект дифференцированного внесения удобрений. Урожай озимой пшеницы с подкормкой азотом был выше на 4,3 ц/га, или 12%, по сравнению с вариантом без удобрений. А дифференцированное внесение удобрений дало прибавку урожая на 10,8 ц/га, или 31% [там же].

В целом на черноземных почвах Поволжья совместное дифференцированное применение удобрений и приемов обработки почвы позволило поднять урожай зерновых за период 1972 – 1982 гг. на 3 – 4 ц/га. В системе лесных полос эти приемы дали прибавку урожая 12 ц/га [88].

Волгоградская область расположена в зоне засушливого климата и недостаточного увлажнения, значительная ее часть подвержена действию засух и суховеев, ветровой эрозии и засолению почвы, причиняющих значительный ущерб сельскохозяйственному производству [43, 131].

В 2016-2017 гг. в хуторе Троицком Михайловского района Волгоградской области Рулева О.В. и Сучков Д.К. провели исследования. Урожайность гибрида подсолнечника изменяется в зависимости от погодных условий, наличия питательных веществ в почве под влиянием полезащитных лесных полос. Лесомелиоративные насаждения являются самым долговечным и экологичным фактором повышения продуктивности сельскохозяйственных земель. «На изучаемом поле величина влагозапасов весной составила в 2016 году 162,2 мм продуктивной влаги, а в 2017 году — 184,8 мм, которые можно оценить как достаточные для посева сельскохозяйственных культур». В 2016 г. масса корзинки достигала максимальных размеров на 10Н — 63,7 г, как и количество зерен в ней — 621 шт. Наибольшая масса 1000 зерен — 59,27 г

была на 15 Н. В 2017 г. масса корзинок была несколько выше — от 50,26 г на 10Н, и 73,89 г — на 30Н. Но показатели масличности в 2017г. наибольшими были в зоне влияния лесных полос — на 15Н, и составили 51%. [129].

Также проведенные исследования в условиях агролесоландшафта на светло-каштановых почвах в Волгоградской области показали, что распределение влагозапасов на межполосном пространстве является неравномерным: наибольшее количество влаги наблюдается на расстоянии 5-15 Н от лесной полосы. «Полезатитные лесные полосы способствуют увеличению и сохранению влагозапасов в почве. В среднем за годы исследований влагозапасы на полях с лесными полосами были выше на 11,4 мм. Средняя прибавка урожайности в 2015 году под защитой лесных полос составила 0,06 т/га, в 2016 году – 0,25 т/га, 2017 – 0,31 т/га. На варианте с комбинированной обработкой почвы была получена самая высокая урожайность по сравнению с другими изучаемыми вариантами от 1,29 т/га в засушливые годы, до 3,5 т/га в благоприятные» [135].

Были проведены исследования на выявление водопотребления ярового ячменя в зависимости, где учитывалось расстояние до лесных полос, влияние защитных лесных насаждений на рост ярового ячменя. Наблюдалось неравномерное распределение влагозапасов на межполосном пространстве. Весной наибольшие влагозапаы накоплены на расстоянии от лесной полосы 5Н - 15Н. таким образом, лесные полосы сыграли важную роль в росте ярового ячменя [126].

Также исследования Рулевой и Н.Н. Овечко показали, что фотосинтетический потенциал подсолнечника меняется на разном расстоянии от лесной полосы. Масса 1000 зерен максимальной величины достигала 59,27 г в 2016 году на 15Н, в 2017– 45,06 г на 30Н [128].

Исследование влияния лесомелиорированных агробиоценозов на формирование урожайности озимой пшеницы. в сочетании с различными обработками почвы исследовали Сарычев А. Н., Михальков Д. Е., Вдовенко А. В., Воробьева О. В. «Опыт проводился на светло-каштановых почвах

землепользования фермерского хозяйства Н. Н. Сарычева в Котельниковском районе Волгоградской области. Годы исследований: 2014 г. – засушливый, 2015 и 2018 гг. – острозасушливые, 2016 и 2017 гг. – влажные. Почвы опытного участка светло-каштановые, тяжелосуглинистые с низкой обеспеченностью азотом и фосфором и высоким содержанием обменного калия. Были получены следующие результаты: обеспеченность посевов озимой пшеницы доступной влагой на межполосном пространстве выше, чем на поле без защитных насаждений, в среднем на 17–25 %. Наибольшее содержание продуктивной влаги на межполосном пространстве отмечалось на расстоянии от 5 до 10 Н. Среднее содержание продуктивной влаги в этой зоне было больше, чем на поле без защитных насаждений, на 11,3 мм и составило 49,4 мм. Также исследования показали, что водный режим почвы на лесомелиорируемой территории возможно регулировать с помощью различных приемов обработки почвы. Наибольшее накопление и сохранение влаги в сухостепной зоне обеспечивает комбинированная обработка. Количество продуктивной влаги было на этом варианте больше в среднем на 5–10 %, чем на контроле, и на 12–15 % по сравнению с другими вариантами. Самое высокое содержание азота, фосфора и калия отмечалось при вегетации озимой пшеницы на расстоянии 5–15 Н от лесной полосы и равно 46,2, 18,0 и 325 мг/кг почвы соответственно. Применение комбинированной обработки почвы обеспечила максимальную продуктивность, под защитой лесных насаждений прибавка составила 0,18 т/га, без – 0,15 т/га» [136].

Также А. Н. Сарычев, М. В. Костин, Ю. Н. Плескачев в период с 2008 по 2020 года проводили исследования на каштановых почвах на предмет влияния приемов обработки почвы «под защитой лесных насаждений на агрофизические свойства почв и на урожайность сельскохозяйственных культур. Опытное поле располагалось в подзоне каштановых почв, имеющих низкое содержание гумуса в пахотном слое — 2,1 %, доступный для растений азот и фосфор — низкое содержание, калий — повышенное. При посеве производилось внесение удобрений дозой $N_{30}P_{10}$. Исследования велись в

зернопаровом трехпольном севообороте: пар чистый, озимая пшеница, яровой ячмень. Полезащитные лесные полосы — трехрядные, породный состав — вяз приземистый, высота 9,5 м. Повторность трехкратная, учетная площадь делянки — 250 м²». На опытных участках с защитными лесными насаждениями средние показатели урожая ярового ячменя выше по сравнению с участками без них. «В среднем урожайность под защитой лесополос составила 1,42 т/га, на поле без защитных лесных насаждений — 1,20 т/га. При этом на расстоянии от 1,5Н до 15Н продуктивность ячменя в среднем по вариантам обработки почвы составила 1,35 – 1,86 т/га, в зонах с ослабленным мелиоративным влиянием — 1,21 – 1,44 т/га, наименьшая урожайность на расстоянии до 1,5Н — 0,81 т/га. Установлено, что продуктивность культуры находится в тесной связи с запасами элементов питания в почве» [132].

Следовательно, система лесных полос и умелое применение дифференцированной агротехники в различных зонах межполосного поля открывают новые возможности дальнейшей интенсификации всего сельскохозяйственного производства, повышения продуктивности полей и пастбищ [64].

На настоящий момент не было проведено достаточного количества исследований совместного воздействия удобрений и лесных полос на травы пастбищ, в основном удобрения применялись на культурах севооборотов.

Проведенные исследования в северном Китае показали, что создание в пустыни Гоби (южная часть) лесомелиоративных комплексов увеличивает продуктивность ландшафтов [176].

Лесные насаждения, составляют экологический каркас ландшафтов и являются основой концепции агролесоводства (агролесомелиорации) в Евразийских государствах [175, 176].

В США защитные свойства лесов рассматриваются агролесоводством (агролесомелиорацией): ветрозащитные лесные полосы применяются на пашне в равнинной местности, на пастбищах со склонами применение

пастбищезащитных насаждений не учитывая противоэрозионную роль лесных полос [174].

Анализ накопленного опыта по повышению продуктивности эродированных угодий под влиянием созданных долговременных противоэрозионных лесных насаждений показывает, что эффективность использования мелиорированных земель сдерживается недостаточным применением агротехнического комплекса: удобрений, мульчированного щелевания.

ГЛАВА 2 ПРИРОДНО–КЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1 Объект исследования и природно-климатические условия

Объектами наблюдений и исследований являются пастбище и системы противоэрозионных мероприятий (ПЭМ) (рисунки 1, 2), расположенных на территории фермерского хозяйства (ФХ) «Вязовский» Татищевского района Саратовской области.

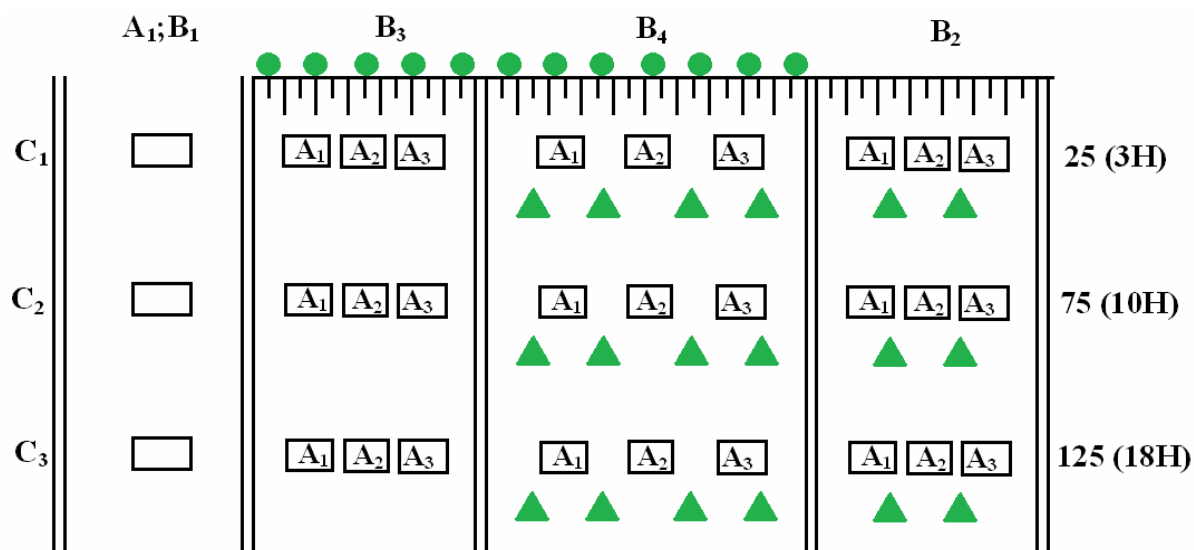
«Лесные массивы, лесные полосы с валами-канавами, водозадерживающие валы составляют экологический каркас или противоэрозионные рубежи систем противоэрозионных мероприятий (ПЭМ) с включением следующих элементов:

1. организацию территории на контурной ландшафтной основе;
2. засыпку склоновых оврагов треугольного сечения глубиной до 5м, шириной по верху до 10м и объемом грунта до 25м^3 на 1м протяженности оврага;
3. планировку мелиоративных участков после засыпки оврагов с сохранением плодородного слоя почвы и объемом до $400\text{ м}^3/\text{га}$ (не более 4 см для почв с (А+В) до 20 см)» [48, 104].

Системы ПЭМ, созданные под руководством И.А. Кузника, М.А. Дудорева, П.Н. Проедова в 1964 – 1983гг. включают следующие элементы (рисунок 1, 2): организацию территории на контурной ландшафтной основе; засыпку оврагов; планировку мелиоративных участков после засыпки оврагов с сохранением плодородного слоя почвы; внесение навоза $50\text{ т/га} + \text{N}_{90}\text{P}_{60}$; посадку на склоне северной экспозиции стокорегулирующей лесной полосы



Рисунок 1 – Космоснимок опытного участка в агролесоландшафте с противоэрозионными мероприятиями в фермерском хозяйстве «Вязовский»



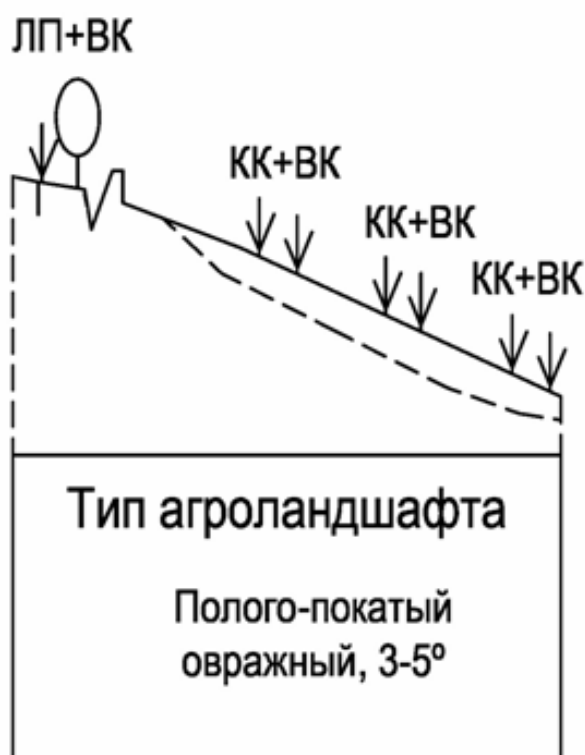
Фактор А – дозы удобрений, кг/га: А₁ – без удобрений; А₂ – N₃₀P₃₀; А₃ – N₆₀P₆₀; фактор В – защитные лесные насаждения (ЗЛН): В₁ – без ЗЛН – пастбище (Пб) открытое; В₂ – Пб + кустарниковые кулисы (КК); В₃ – Пб + лесные полосы (ЛП); В₄ – Пб+ЛП+КК; фактор С – расстояние от ЛП в единицах Н: С₁ – 3Н(25м); С₂ – 10Н(75м); С₃ – 18Н(125м).

Размер делянок 5х10(50м²). Повторность 3-х кратная. Н – защитная высота ЛП (Н=7м). 25,75,125 – расстояние от ЛП, м.

Рисунок 2 – Схема трёхфакторного опыта с расположением делянок в фермерском хозяйстве «Вязовский»

ажурной конструкции с валом-канавой в нижней опушке, шириной 15 м, и главной породой березой повислой – Б (*Betula pendula*) с сопутствующей ей вязом приземистым – Вп (*Ulmus rumila*) и кустарником смородиной золотистой – См(*Ribes aureum*) в верхней опушке; там же ниже по склону посадку трех двухрядных кустарниковых кулис из бузины красной (*Sambucus racemosa*). Схема смешения с верхней опушки: См-Вп-Б-Б-Вп.

Склон к ручью Сафаровый представляет собой агролесопастбищный ландшафт с системой противоэрозионных мероприятий (ПЭМ). Стокорегулирующая лесная полоса состоит из 5-ти рядов, конструкция ажурная, в верхней опушке кустарник – смородина золотистая, в нижней вал-канавка. Протяженность составляет 550м, площадь 1,1га. Кустарниковые кулисы состоят из двух рядов, количество кулис – 3, расстояние между кулисами – 50м, длиной кулис – 580м, площадь – 0,3га, порода – бузина



ЛП – лесная полоса
 КК – кустарниковая кулиса
 ВК – вал-канавы
 - - - - - – засыпанный овраг

Рисунок 3 - Профиль склона с противоэрозионными объектами на полого-поклатом типе агроландшафта в фермерском хозяйстве «Вязовский»

красная. Для омоложения кустарника дважды применялся метод «посадка кустарника на пень» (рисунок 3).

Климат района исследования – засушливо-континентальный. Годовая норма температуры воздуха составляет + 4,9°C, осадков – 424мм, в том числе за вегетационный период отрастания трав пастбищ около 50% (приложение 1). Общий характер рельефа волнистый с расчлененностью до мелиорации около 1,0 км/км². В приводораздельной части склоны слабопологие и пологие (0,5-3°), присетевой – покато-крутые (3-5°) и крутые (> 5-8°).

Геологическое строение зоны аэрации (6,3м) изучаемого агролесоландшафта: почвенный покров с А+В менее 0,5м и значительным содержанием опоки (до 30%), далее располагается трещиноватая опока мощностью до 1,7м,

глубже – суглинки и супеси. Глубина грунтовых вод – 6,3 м. Материнская порода – опока, которая определяет неполный профиль почв, их щебенчатость. Почва опытного участка – чернозем южный среднесуглинистый среднесмытый неполноразвитый на опоке. Содержание гумуса в почве – 3,6%. Плотность сложения почв (0,8 м) – 1,26 г/см³, пористость – 51,4%, наименьшая влагоемкость – 24,1%. Значительная инфильтрационная способность от 0,61 на пастбищах до 1,12 мм/мин в лесных полосах определяется щебенчатостью почв. Интенсивность инфильтрации мерзлых почв снижается до 0,04 мм/мин и менее.

Территория района, где расположено землепользование ФХ Вязовский, представляет собой волжский склон Приволжской возвышенности. Рельеф Приволжской возвышенности всхолмленный, сильно расчленен долинами и густой овражно-балочной сетью с резко выраженными эрозионными процессами.

Почвенный разрез на пастбище содержит большое содержание опоки. Почва – чернозем южный хрящевато-щебенчатый неполноразвитый среднесуглинистый среднесмытый на опоке.

«Горизонт А (0-13) – 13 см. Серый, слабо увлажненный, пылевато-комковатый, слабо уплотненный, пористый среднесуглинистый. Включений опоки много (20-30 %). Вскипания нет. Переход к горизонту В постепенный, ровный.

Горизонт В (13-37), 24 см. Серовато-бурый, пылеватый, слабо увлажненный. Включений опоки много (30-40 %). От соляной кислоты не вскипает. Переход к горизонту С ясный.

Горизонт С (37 см и более) темно-серая опока с продуктами ее выветривания, с глубины 0,9 м залегает сплошная плитчатая опока» [48].

Почвенный разрез в лесной полосе посадки 1983 г. с валом-канавой в нижней опушке. Главная порода – береза повислая. «Почва: чернозем южный хрящевато-щебенчатый слабосмытый средне-суглинистый на опоке/

Горизонт А0 (0-0,7) – 0,7 см. Подстилка из слабо разложившихся листьев, остатков травы, мелких ветвей.

Горизонт А1 (0,7-20) – 19,3 см. Темно-серый, слабо увлажненный, пылевато-комковатый, среднесуглинистый, включений опоки немного (10%), вскипания нет.

Горизонт В (20-56) – 36 см. Серовато-бурый, пылевато-комковатый, легкосуглинистый. Уплотнен в зоне скопления опоки. Переход постепенный.

Горизонт С (56 см и более). Серая опока с продуктами ее выветривания. С глубины 1,2м залегает трещиноватая плитчатая опока сплошным слоем».

Агрохимические показатели приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Агрохимические показатели чернозема южного на опытном участке фермерского хозяйства «Вязовский» (в горизонте А)

Место взятия образца почвы. Угодье. Крутизна, градус	Гумус, %	рН (вод- ный)	Содержание питательных элементов мг/кг				Сумма поглощенных оснований, мг*эquiv./кг
			Азот	фос- фор	калий	всево	
Присетевой фонд. Лесная полоса. (1983 г.) 3,5 ⁰	4,28	6,82	15,9	17,7	319,0	363,1	228,6
Присетевой фонд. Пастбище рекультивируемое 4,5 ⁰	3,60 /4,07	7,63 /7,38	11,0 /15,9	13,9 /16,8	306,2 /311,4	331,0 /344,1	173,0

Примечание: числитель – контроль; знаменатель – с противоэрозионными приёмами

Почвы в лесной полосе характеризуются средним содержанием азота и фосфора от 15,9 до 17,7 мг/кг (15 - 30 мг/кг) и высоким калия – 319,0 мг/кг (>300мг/кг). На открытых ландшафтах без влияния противоэрозионных приемов содержание азота и фосфора уменьшается до низких значений - < 15мг/кг почвы, а калия остается высоким >300мг/кг, что указывает на перспективное внесение азотно-фосфорных удобрений. Высокое содержание калия в почве (более 300мг/кг), благодаря материнской породе – опоке, которая включает гидрослюды богатые калием.

Гранулометрический состав почвы в лесной полосе и на пастбище приведен в приложении 2 с выводом о среднесуглинистом составе горизонтов почвы А+В.

Основные почвенно-гидрологические константы (максимальная гигроскопичность, влажность завядания (ВЗ), наименьшая влагоемкость (НВ), пористость) постепенно снижаются вглубь по почвенному профилю. Плотность сложения почвы непрерывно возрастает по глубине (таблица 2).

Таблица 2 – Водно-физические свойства чернозема южного ФХ «Вязовский»

Глубина, см	Плотность сложения, г/см ³	Плотность, г/см ³	Пористость, %	Максимальная гигроскопичность, МГ		Влажность завядания, ВЗ		Наименьшая влагоемкость, НВ	
				%	мм	%	мм	%	мм
Пастбище рекультивируемое с 1970 г.									
0-10	1,09	2,57	57,6	8,1	7	10,8	12	25,4	28
10-20	1,15	2,57	55,3	8,0	9	10,7	12	24,5	28
20-40	1,33	2,59	48,6	7,8	20	10,5	28	24,0	64
40-50	1,40	2,59	46,0	7,7	11	10,3	15	23,5	33
50-80	1,43	2,61	45,2	7,6	30	10,3	44	20,1	86
0-80	1,28	2,58	50,4	7,8	80	10,8	111	23,5	240
Лесная полоса с 1983 г.									
0-0,7*	0,27	1,65	83,6	-	-	-	-	-	-
0,7-10	1,01	2,56	60,6	7,9	9	10,6	10	23,9	22
10-20	1,07	2,58	58,5	7,9	8	10,6	11	24,3	26
20-40	1,26	2,59	51,4	7,6	19	10,2	26	24,1	61
40-50	1,35	2,61	48,3	7,3	10	9,8	13	23,8	32
50-80	1,38	2,61	47,1	7,3	30	9,8	40	20,0	83
0-80	1,21	2,59	46,7	7,6	76	10,2	100	23,2	225
* лесная подстилка									

Продуктивная влага (НВ-ВЗ) на пастбище в слое 0,8 м (расчетный слой почвы для основной массы корней трав) составляет около 129мм, легкодоступная влага (ПВ-НВ) – 276мм, средnedоступная (НВ-0,7 НВ) –72 мм, труднодоступная (0,7НВ – ВЗ) – 57мм, недоступная (<ВЗ) – 111мм [119].

Наиболее значимые показатели из водно-физических свойств почвы являются влажность завядания и наименьшая влагоемкость, которые определяют впоследствии водопотребление растений.

2.2 Методика исследования

Исследования и наблюдения в опытах проводились по апробированным методикам НИИ, вузов и ученых [3, 4, 35, 44, 45, 54, 66, 72, 73, 81, 89, 95, 117, 119, 120, 173].

В исследованиях применяли методы почвоведения, агролесомелиорации, агрохимии, экономики.

Исследование лесных полос и кустарниковых кулис выполнено согласно методике ВНИАЛМИ [88]. Пробные площади закладывались по методике ОСТ 56-69-83 [81].

Основные и сопутствующие наблюдения проводились в соответствии с общепринятыми методиками и ГОСТами: метеорологические наблюдения – по наставлениям гидрометеорологическим станциям и постам (1985г.); отбор почвенных проб – по ГОСТу 28168-89; гранулометрический состав – по ГОСТу 12536-79; плотность почвы – по методу режущих колец Н.А. Качинского (ГОСТ 12536-79); плотность твердой фазы – пикнометрическим методом [117]; содержание гумуса – по методу Тюриня (ГОСТ 26213-84); наименьшая влагоемкость – методом заливаемых площадок (ГОСТ 28268-89);

влажность почвы – термостатно-весовым методом (ГОСТ 28268-89); коэффициент водопотребления – по формуле А.Н. Костякова [54]; применение и расчет дозы удобрений (NP), учет урожая трав пастбищ на делянках 50 м² в 3-х кратной повторности – по рекомендациям Б.А. Доспехова (1985, 2012), НИИСХ ЮВ [117]; экономическая эффективность (рентабельность) – прямым расчетом [173], исходя из переводных коэффициентов в кормовые единицы трав пастбищ по отношению к овсу [73, 95].

Опыт проведен по трехфакторной схеме с использованием сочетания вариантов агролесомелиоративных насаждений, обладающих различной степенью защищенности угодий (прилегающих пастбищ) (рисунок 2): 1. Пастбище (Пб) открытое (контроль) – 0,2; 2. Пб + кустарниковые кулисы (КК) + валы-канавы (ВК) – 0,4; 3. Пб + лесные полосы (ЛП) + ВК – 0,6; 4. Пб + ЛП + КК + ВК – 0,9.

Трехфакторная схема опыта: фактор А – дозы удобрений, кг/га: А₁ – без удобрений; А₂ – N₃₀P₃₀; А₃ – N₆₀P₆₀; фактор В – защитные лесные насаждения (ЗЛН): В₁ – без ЗЛН – пастбище (Пб) открытое; В₂ – Пб + кустарниковые кулисы (КК); В₃ – Пб + лесные полосы (ЛП); В₄ – Пб+ЛП+КК; фактор С – расстояние от ЛП в единицах Н: С₁ – 3Н(25м); С₂ – 10Н(75м); С₃ – 18Н(125м). Размер делянок 5х10(50м²). Повторность 3-х кратная. Н – защитная высота ЛП (Н=7м). 25,75,125 – расстояние от ЛП, м. Дозы удобрений приняты исходя из исследований НИИСХ ЮВ [111, 166].

Отдельные показатели в исследованиях определялись по формулам:

$$ГТК = \frac{10 \cdot \sum O}{\sum t}, \quad (1)$$

где ГТК – гидротермический коэффициент Г.Т.Селянинова;

$\sum O$ – сумма эффективных осадков за период вегетации растения при температуре > 10°, мм;

$\sum t$ – сумма эффективных температур, °С.

$$Wn = 100 \cdot h \cdot r \cdot j, \quad (2)$$

где W – влагозапасы в расчётном слое почвы h , м;

h – расчётный слой почвы, м;

r – плотность сложения почвы, г/см³;

j – влажность почвы, %.

$$K_B = \frac{W}{Y}, \quad (3)$$

где K – коэффициент водопотребления, м³/т;

W – водопотребление суммарное, м³/га;

Y – продуктивность (урожайность) сельскохозяйственных культур, трав пастбищ, т/га.

$$W = \sum O + W_{исп}, \quad (4)$$

где W – водопотребление суммарное, м³/га;

$W_{исп}$ – использование почвенной влаги растениями за период вегетации, м³/га.

$$W_c = 10 \cdot h_c \cdot d, \quad (5)$$

где W_c – запасы воды в снегу, мм;

h_c – высота снега, см;

d – плотность снега, г/см³.

$$P = \frac{\Pi}{З} \cdot 100\% = \frac{\Pi - З}{З} \cdot 100\%, \quad (6)$$

где P – рентабельность, %;

Π – прибыль, тыс.руб./га;

$З$ – затраты, тыс.руб./га;

Π – цена реализации продукции, тыс.руб./т.

Норма осадков и температуры и другие приняты по ближайшей метеостанции Октябрьский Городок (приложение 1). Осадки и температура

вегетационного периода отрастания трав пастбищ фиксировались по плювиографу.

Опытные данные обрабатывались методами дисперсионного и регрессионно-корреляционного анализа согласно методике Б.А. Доспехова (1985, 2012) с использованием компьютерных программ Statistica, Scilab и пакета анализа табличного процессора MS Excel.

ГЛАВА 3 ДИНАМИКА МИКРОКЛИМАТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПОД ВЛИЯНИЕМ ЗАЩИТНЫХ ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ

В районах распространения засухи создание защитных лесонасаждений имеют долгоиграющую роль в качестве мелиоративного приема. В межполосной клетке также могут быть созданы (при создании лесопастбищ) кулисы из кустарниковых растений, а при вовлечении деградированных сельскохозяйственных угодий в севооборот (в площадь пашни) из высокостебельных травянистых культур (сорго, подсолнечник, кукуруза и другие).

Исследование на микроклиматические показатели под совместным влиянием лесных полос и кустарниковых кулис было проведено в Татищевском районе Саратовской области, фермерское хозяйство «Вязовский», зона – степная, почва – чернозем южный.

Исследования мелиоративного влияния лесной полосы и кустарниковых кулис на микроклимат (экологические факторы) проводились в пунктах, отстоящих от лесополосы на расстоянии 1Н (8м), 3Н (25м), 10Н (75м), 18Н (125м). За контроль брался пункт, находящийся на водоразделе вне влияния лесной полосы.

Ветропроницаемость лесной полосы выражалась процентным отношением скорости ветра в 3-5м от крайнего ряда заветренной опушки к скорости ветра в открытой степи. Ажурность (%) определялась наличием сквозных просветов от площади всего продольного профиля лесополосы. Скорость ветра, температура и относительная влажность воздуха замерялась в пунктах экологического профиля с помощью анемометров АТЕ-1034 и люксметра-термогигрометра ТКА-ПКМ.

Измерения снегоотложения проводились снеговым плотномером ВС-43 и мерной рейкой, по профилям шаг измерения через 20м, на стоковых

площадках шаг измерения 5м. По наличию кристаллов льда было определено промерзание почвы.

Испарение в лесной полосе и на пастбище определялось мерным цилиндром по объему воды в чашках Петри.

Водопроницаемость почвы определялась методом заливных колец.

Полученные результаты исследования защитной стокорегулирующей лесной полосы с валом-канавой и двухрядных кустарниковых кулис приведены в таблицах 3 и 4.

Таблица 3 - Ажурность и ветропроницаемость лесной полосы и кустарниковых кулис

Вид насаждений	Конструкция	% ветропроницаемости		% ажурности	
		в стволах	в кроне	в стволах	в кроне
Лесная полоса	ажурная	37	58	25	35
Кустарниковые кулисы	ажурная	-	33	-	35

Стокорегулирующая лесная полоса представляет собой пятирядное насаждение ажурной конструкции. Береза повислая (Б) главная порода, вяз приземистый (Вп) – сопутствующая, ясень ланцетный (Ял) встречается единично. В верхней опушке смородина золотистая (См.з.). Схема смешения: См.з.- Вп - Б - Б - Вп.

Породный состав кустарниковых кулис – бузина красная, количество кулис - 3, количество рядов - 2, расстояние между кулисами – 50м. Двухрядные кустарниковые кулисы имеют ажурную конструкцию.

Ветропроницаемость и ажурность являются важными мелиоративными характеристиками для защитных лесных полос и кустарниковых кулис, которые соответствуют оптимальной конструкции (таблицы 3, 4).

Скорость ветра зависит от угла подхода к лесной полосе и степени ажурности. При измерении скорости ветра были получены следующие результаты: скорости ветра в открытой степи – 5,6 м/с, направление – ЮВ, угол подхода – 70° (таблица 5).

Таблица 4 - Лесоводственная и мелиоративная характеристика
опытных объектов

№	Опытные объекты	Возраст, лет	Схема смещения	Число рядов	Размещение, м	Породы	Защитная высота, м	Конструкция	Длина, м	Ширина, м	Площадь, га
Северный склон											
3	Стокорегулирующая полоса с валом-канавой	37	См.з - Вп - Б - Б - Вп	5	3×1	Б Вп	8,0 7,2	ажурная	700	15	1,0
4	Кустарниковые кулисы	37	Буз. к	2	1,5× 0,8	Буз.к	1,5	ажурная	850	3	0,76
Примечание: Б – береза повислая; Вп – вяз приземистый; Буз. к – бузина красная; Смз – смородина золотистая.											

По сравнению с открытым пастбищем скорость ветра в зоне влияния лесной полосы на 34-40% ниже. Зона эффективного влияния составляет до 25Н.

Анализируя полученные результаты можно отметить, что стокорегулирующая полоса на северном склоне оказывает влияние на скорость ветра, например, на расстоянии 5Н от лесной полосы скорость ветра по отношению к первоначальной скорости снижается до 62 %, что вызвано нарушением аэродинамических свойств лесной полосы из-за наличия в ней «окон».

В свою очередь двухрядные кустарниковые кулисы тоже оказывают влияние на скорость ветра, например, на пастбище между кулисами скорость ветра по отношению к открытому пространству снижается до 75 %.

Весеннее количество влаги в почве напрямую зависит от распределения снега. Наибольшие запасы влаги в почве наблюдаются в зонах

Таблица 5 - Скорость ветра под влиянием защитных лесных насаждений,
% от контроля

Место наблюдений	Высота наблюдений	
	2 м	1 м
Контроль (без насаждений)	100	100
центр лесной полосы (ЛП)	48	22
3 Н от ЛП	62	58
Центр 1-й кустарниковой кулисы (КК)	65	44
3Н от 1-й КК	81	77
Пастбище между КК 1 и 2	84	84
Центр 2-й КК	59	50
3Н от 2-й КК	66	59
Пастбище между КК 2 и 3	82	83
центр 3-й КК	67	58
3Н от 3-й КК	74	64
Центр пастбища после 3-й К	84	65
среднее в центре КК	64	65
среднее 3Н от КК	74	67
среднее на пастбище	83	84

ЛП – лесная полоса; КК – кустарниковая кулиса.

снежных шлейфов и самих лесополосах. Например, весной после снеготаяния запас влаги на пастбище в слое 0,8м – 230мм, что составляет 91,6% НВ, в лесной полосе – 231мм, соответственно 96,2% НВ. Таким образом, количество влаги в слое почвы 0,8м увеличивается до 11мм под влиянием защитных насаждений (таблица 6).

Таблица 6 - Запасы воды весной 2018г. в снегу и в почве

Место наблюдений	Высота снега, см	Плотность снега, г/см ³	Запасы воды в снегу, мм	Влагозапасы в почве (0,8м), мм / % НВ
В лесной полосе(ЛП)	119	0,30	357	231/96,2
Между ЛП и 1-й кустарниковой кулисой (КК)	87	0,31	270	220/91,6
Центр 1-й КК	91	0,29	264	222/92,6
Пастбище между КК 1 и 2	67	0,30	201	207/86,3
Центр 2-й КК	107	0,28	300	227/94,7
Пастбище между КК 2 и 3	63	0,30	189	208/86,6
Центр 3-й КК	101	0,29	293	225/94,0
Центр пастбища после 3-й К	59	0,30	177	192/80,0

ЛП – лесная полоса; КК – кустарниковая кулиса.

Лесная полоса и кустарниковые кулисы позволяют накопить снег, увеличить влагозапасы в почве, эффективно влияющие на продуктивность трав пастбищ.

От ветрового режима напрямую зависят такие экологические факторы как температура воздуха, испарение, влажность воздуха.

Температура в лесной полосе и кустарниковых кулисах ажурной конструкции на 0,2-0,5 °С выше чем в межполосных пространствах при наличии площади просветов около 40%.

По сравнению с открытым пространством (контролем) влажность воздуха на пастбище под защитой лесной полосы и кустарниковых кулис, в самих кулисах и в лесной полосе выше на 4,8-5,2% (таблица 7).

Таблица 7 - Температура и влажность воздуха на опытном участке

Место наблюдений	Температура воздуха, °С	Относительная влажность, %
В лесной полосе(ЛП)	27,2	42,8
ЗН от ЛП	27,0	39,0
Центр 1-й КК	27,5	42,8
Пастбище между КК 1 и 2	27,0	39,0
Центр 2-й КК	27,0	41,0
Пастбище между КК 2 и 3	26,5	38,0
Центр 3-й КК	26,9	45,8
Центр пастбища после 3-й К	26,9	35,8
Среднее в КК	27,1	43,2
Среднее на пастбище	26,8	37,3

ЛП – лесная полоса; КК – кустарниковая кулиса.

По сравнению с открытым пастбищем испарение в дневное время в среднем составило на 28мм меньше в лесной полосе и кустарниковых кулисах (таблица 8).

Такая разница в испарении объясняется тем, что скорость ветра снижается до минимума, из-за чего отсутствует турбулентный обмен, кроны деревьев и кустарниковых кулис затеняют прилегающую территорию, в процессе транспирации влаги листьями деревьев и кустарников создается

Таблица 8 - Испарение в дневное и ночное время

Место наблюдений	Испарение			
	с 8:00 до 20:00		с 20:00 до 8:00	
	мл	%	мл	%
Центр лесной полосы (ЛП)	41,7	66,3	5	100
3Н от ЛП	58,1	92,4	4	80
Центр 1-й кустарниковой кулисы (КК)	57	90,6	5	100
3Н от 1-й КК	58	92,2	4	80
Пастбище между КК 1 и 2	59	93,8	4	80
Центр 2-й КК	46	73,1	7	140
3Н от 2-й КК	54	85,8	8	160
Пастбище между КК 2 и 3	58	92,2	8	140
Центр 3-й КК	43	68,4	7	140
3Н от 3-й КК	50	79,5	8	160
Центр пастбища после 3-й К	56	89,0	7	140
Среднее в КК	49	77,7	6	120
Среднее 3Н от КК	54	85,7	7	140
Среднее на пастбище	58	92,1	6	120

дополнительное увлажнение воздуха, и процесс испарения замедляется (таблица 8).

В дневное время в лесной полосе и на расстоянии 3Н от лесной полосы испарение уменьшается по сравнению с контролем до 6 мл. В ночное время изменения незначительные.

В сухую и ясную погоду в зоне влияния лесной полосы от 0 до 25Н наблюдается снижение температуры воздуха до 0,6°С.

По сравнению с открытым пастбищем в лесной полосе и на прилегающей территории показатели влажности воздуха выше до 5,2 %, показатели испарения ниже на 13 мл. Сравнивая полученные данные мы видим, что защитные лесные насаждения выступают надежным средством в защите пастбищных трав от неблагоприятных ветров и засухи, в то время как на открытом пастбище микроклиматические условия приближены к засухе.

Обобщая экспериментальные данные по влиянию лесных полос на отдельные микроклиматические факторы, можно отметить, что ветровой режим на облесенных полях менее напряженный - скорость ветра на 28,6 % ниже, чем на контроле (пункт вне влияния лесной полосы).

Снегоотложение на облесенных полях выше за счет удержания снежных масс лесными полосами и кустарниковыми кулисами. По сравнению с открытым пастбищем больше на 32мм. В итоге увлажнение почвы будет выше. Лесные полосы позволяют накопить в расчетном слое 0,8м до 15мм дополнительной влаги.

По сравнению с открытым пастбищем на защищенном пастбище температура воздуха ниже на 1,5°C, испарение ниже на 18,8%, относительная влажность воздуха выше на 5,3% (таблица 9).

Таблица 9- Изменение экологические факторы среды под влиянием лесных полос и кустарниковых кулис

№	Факторы среды	Показатели		Разница к контролю	
		контроль	0-18Н	абсолютная	%
1	Скорость ветра, м/с	5,6	4,0	-1,6	-28,6
2	Температура воздуха, °С	28,4	26,9	-1,5	-5,3
3	Относительная влажность воздуха, %	39,1	44,5	5,4	-
4	Испарение, с 8.00 до 20.00, мл	69	56	-13	-18,8
	Испарение с 20.00 до 8.00, мл	11	9,0	-2	-18,2
5	Влагозапасы в почве в слое 0,8м, мм	137	152	15	10,9
6	Снеговые запасы, мм	149	181	32	21,5

Таким образом, лесные полосы совместно с кулисами положительно влияют на микроклимат, снегоотложение и почвенное увлажнение прилегающих полей, чем значительно улучшают экологические условия для роста и развития растений.

ГЛАВА 4 ЗАКОНОМЕРНОСТИ ДИНАМИКИ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ И ПРОДУКТИВНОСТИ ТРАВ ПАСТБИЩНЫХ УГОДИЙ ПОД ВЛИЯНИЕМ ЗАЩИТНЫХ ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ И МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

4.1 Теоретический аспект и решение задачи повышения продуктивности трав пастбища

Теоретический аспект повышения продуктивности эродированных пастбищных угодий заключается в использовании аналитического и эмпирического методов для установления уравнений множественной регрессии:

$$Y = b_0 + b_1H + b_2U + b_3V + b_4HU + b_5HV + b_6UV + b_7HUV; \quad (7)$$

$$K_v = b_0 + b_1H + b_2U + b_3V + b_4HU + b_5HV + b_6UV + b_7HUV; \quad (8)$$

$$Y = b_0 + b_1O_r + b_2U + b_3V + b_4O_rU + b_5O_rV + b_6UV + b_7O_rUV; \quad (9)$$

$$K_v = b_0 + b_1O_r + b_2U + b_3V + b_4O_rU + b_5O_rV + b_6UV + b_7O_rUV; \quad (10)$$

где Y – продуктивность трав пастбища, т/га;

H – расстояние от лесной полосы (ЛП), измеряемое в единицах защитной высоты ЛП ($H = 7,0\text{м}$);

U – доза минеральных удобрений (NPK), кг/га;

V – степень защищенности угодий от эрозии защитными лесными насаждениями;

O_r – гидротермический коэффициент (отношение количества осадков, умноженное на 10, к сумме температур $> 10^0$ за вегетацию растений);

K_v – коэффициент водопотребления, т/м³;

b_0 - b_7 – коэффициенты множественной регрессии.

Освоение эродированных земель заключается в создании лесных полос и кустарниковых кулис с валами-канавами (таблица 10).

Таблица 10 – Лесоводственно-таксационная характеристика защитных лесных насаждений (2018г.)

Наименование защитных насаждений	Ширина защитных насаждений, м	Количество рядов	Ширина между рядами, м	Схема смешения	Конструкция насаждений	Показатели			
						Средние			Бонитет
						Возраст, лет	Диаметр, см	Высота, м	
Стокорегулирующая лесная полоса с валом-канавой в нижней опушке. Состав ЛП: 5Б 5Вп ЕДЯл	15	5	3,0	Смз-Вп-Б- Б-Вп	Ажурная	Б-37	15,9	7,2	3
						Вп-37	11,1	6,9	4
Кустарниковые кулисы с валами-канавами в нижней опушке	2	2	1	Бк-Бк	Ажурная	37	–	1,5	–

Примечание: Б – береза повислая; Вп – вяз приземистый; Ял – ясень ланцетный; Бк – бузина красная; Смз – смородина золотистая.

«При создании лесной полосы (1983г.) в качестве сопутствующей породы применен вяз приземистый, который впоследствии своими боковыми ветвями усложнял формирование ажурной конструкции». Состав лесной полосы: 5Б 5Вп (Ял) единично присутствует ясень ланцетный (Ял). У главной породы березы повислой и сопутствующей породы ясеня ланцетного с возрастом произошло самоочищение нижних сучьев до высоты 1,5-2м. Береза растет по 3, вяз и ясень по 4 классу бонитета. Поскольку ясень лучше формирует крону следует рекомендовать его вместо вяза. Защитная высота лесной полосы 7м с защищенностью прилегающего пастбища 60%. Кустарниковые кулисы с защитной высотой 1,5м защищают пастбища на 40%, а лесные полосы с кустарниковыми кулисами – на 90%.

Межполосные пространства оставляли под пастбища, как они были до засыпки оврагов.

В лесной полосе периодически проводили рубки ухода с целью поддержания ажурной конструкции, для чего удалялись верхние боковые сучья крайних рядов вяза, подрост, больные и сухие деревья, бурьян. Кустарник кулис дважды сажался «на пень» [88].

4.2 Закономерности повышения продуктивности трав пастбища под воздействием лесных полос, кустарниковых кулис и азотно-фосфорных удобрений

В формировании урожая трав пастбища значительную роль играют водные запасы снега предшествующей зимы. Судя по запасам снега, вегетационным периодам 2018 и 2019 годов предшествовали очень многоснежные зимы с высотой снега на контроле (без влияния защитных насаждений) более 70см. По сути продуктивность трав пастбища в засушливые 2018 и 2019 годы сформировалась благодаря влаге в почве, накопившейся за счет снега. Анализ снегоотложения показывает, что в многоснежные зимы воздействие защитных лесных насаждений на прилегающие пастбища меньше, 18,4% по сравнению с открытыми ландшафтами, тогда как в малоснежные возрастает до 2,7 раз (таблица 11, приложения 3, 4, 5).

Наряду со снегом в формировании урожая трав пастбища принадлежит осадкам вегетационного периода отрастания растений (май – июнь). За 3 года исследований наблюдались различные по увлажнению вегетационного периода годы: среднесухой – 2018 (гидротермический коэффициент – ГТК=0,45), сухой – 2019 (ГТК=0,30) и средневлажный – 2020 (ГТК=1,15). Для

определения внутрипочвенных влагозапасов на опытных участках проводилось бурение с интервалом в 10 суток на глубину 1 м, что позволило проследить движение влаги для установления водопотребления естественных трав пастбища. Под воздействием защитных лесных насаждений фиксировались наивысшие влагозапасы в почве, которые формировались за счет восходящих токов воды из нижних пластов зоны аэрации – до 26-29мм (таблица 14). Запасы влаги к началу отрастания трав пастбища во многом зависели от осенних осадков и количества накопившегося снега под влиянием защитных лесных насаждений, а впоследствии – осадками в течение вегетационного периода (таблица 11).

Таблица 11 – Влагозапасы (%НВ) в слое почвы 0,8м на пастбище под влиянием агролесомелиоративных насаждений в 2018 – 2020гг.

Год. Месяц. ГТК	Осадки эффектив- ные, мм	Вид насаждений			
		Без насаждений (контроль)	Кустарниковые кулисы	Лесные полосы	Лесные полосы + кустарниковые кулисы
2018г. ГТК = 0,45		Средневлажная осень 2017г. Очень многоснежная зима 2017 – 2018гг. Среднесухой вегетационный период 2018г.			
		(215)	(237)	(248)	(250)
Май	14	87,3	89,4	90,6	93,5
Июнь	9	51,6	52,5	52,9	53,6
2019г. ГТК = 0,30		Средневлажная осень 2018г. Очень многоснежная зима 2018 – 2019гг. Сухой вегетационный период 2019г.			
		(207)	(226)	(237)	(245)
Май	7	74,7	76,8	79,0	81,6
Июнь	5	54,7	57,1	59,9	60,6
Июль (до 10.07)	7	52,1	52,2	52,1	52,2
2020г. ГТК = 1,15		Средняя осень 2019г. Очень малоснежная зима 2019 – 2020гг. Средневлажный вегетационный период 2020г.			
		(24)	(41)	(53)	(64)
Май	59	62,1	64,0	67,1	70,3
Июнь	42	58,7	59,3	62,7	67,7
Примечание. Влагозапасы в почве (0,8м): $W_{НВ}=240\text{мм}$, $W_{ВЗ}=125\text{мм}$, $ВЗ=0,52НВ$; в скобках – запасы воды в снегу, мм.					

К моменту уборки трав содержание влаги в почве в засушливые (2018, 2019) по увлажнению вегетационного периода годы опускалось до 51,6%

наименьшей влагоемкости (НВ) на контроле и до 52,2% наименьшей влагоемкости под влиянием защитных лесных насаждений. Запасы влаги при влажности завядания (ВЗ) составляют 52% наименьшей влагоемкости. В средневлажный 2020 год (ГТК=1,15) на травах пастбища запасы влаги в почве в течение вегетации находились на уровне 58,7-70,3% наименьшей влагоемкости, благодаря осадкам, составившими за два месяца 101 мм (23,8% годовой нормы), которые сформировали урожайность трав до 4,20 т/га на контроле без защитных лесных насаждений и удобрений и до 5,03 т/га в опыте (таблица 12).

В среднесухой 2018г. (ГТК = 0,45) и сухой 2019г. (ГТК = 0,30) наибольшее существенное влияние (приложения 6, 7) на продуктивность трав пастбища оказали лесные полосы и кустарниковые кулисы по сравнению с удобрениями: увеличение составило до 44,0% (таблицы 12, 13, приложение 9). Максимальная продуктивность трав отмечена на расстоянии 3Н (25м) от лесной полосы (таблица 12). В средневлажный 2020 г. (ГТК = 1,15) наибольшее существенное воздействие (приложение 8) на продуктивность трав оказали удобрения по сравнению с защитными насаждениями с превышением на 8,9% (таблицы 12, 13, приложение 9).

Самая низкая продуктивность пастбищ получена на участках без лесных полос, кустарниковых кулис и удобрений независимо от увлажнения вегетационного периода, достигающего по влажности почв в засушливые годы 52,1-53,1% наименьшей влагоемкости, а в средневлажные – 58,7-67,7% на период взятия проб урожая трав (таблица 11): в среднем за 2018-2020 гг. 2,33 т/га (таблица 12). С усилением засушливости вегетационного периода отрастания растений возрастает роль лесных полос и кустарниковых кулис в увеличении продуктивности трав пастбища под влиянием удобрений в среднем на 6,6% (приложение 9).

Более высокая продуктивность трав пастбища характерна под воздействием лесных полос, благодаря: лучшему микроклимату (глава 3); большему содержанию гумуса – 4,26% (на контроле 4,08) – и питательных

Таблица 12 - Продуктивность (т/га) трав пастбищ под влиянием защитных лесных насаждений и удобрений (2018 - 2020гг.)

Доза удобрений (фактор А), кг/га	Защитные лесные насаждения (ЗЛН) (фактор В)											
	Без ЗЛН			Кустарниковые кулисы (КК)			Лесные полосы (ЛП)			ЛП+КК		
	3Н*	10Н	18Н	3Н	10Н	18Н	3Н	10Н	18Н	3Н	10Н	18Н
2018 год. Среднесухой; ГТК = 0,45; НСР ₀₅ = 0,11 т/га для частных различий. НСР ₀₅ для факторов: А – 0,35; В – 2,07												
0	2,31	2,30	2,28	2,76	2,70	2,66	2,91	2,83	2,78	3,06	2,98	2,91
N ₃₀ P ₃₀	2,48	2,45	2,43	2,96	2,89	2,80	3,13	3,03	2,97	3,36	3,28	3,20
N ₆₀ P ₆₀	2,53	2,49	2,47	3,11	3,04	2,97	3,31	3,22	3,17	3,53	3,42	3,26
Среднее по дозе	2,51	2,47	2,45	3,04	2,97	2,89	3,22	3,13	3,07	3,45	3,35	3,23
2019 год Сухой; ГТК = 0,30; НСР ₀₅ = 0,05 т/га для частных различий. НСР ₀₅ для факторов: А – 2,38; В – 0,60; С – 1,20												
0	1,00	0,99	0,99	1,28	1,36	1,35	1,58	1,51	1,40	1,69	1,62	1,48
N ₃₀ P ₃₀	1,08	1,07	1,08	1,42	1,52	1,50	1,80	1,70	1,61	1,95	1,87	1,71
N ₆₀ P ₆₀	1,12	1,12	1,12	1,46	1,59	1,55	1,86	1,76	1,60	2,03	1,91	1,73
Среднее по дозе	1,10	1,10	1,10	1,44	1,56	1,53	1,83	1,73	1,61	1,99	1,89	1,72
2020 год. Средневлажный; ГТК = 1,15; НСР ₀₅ = 0,05 т/га для частных различий. НСР ₀₅ для факторов: А – 4,28; В – 1,04; С – 2,11												
0	3,74	3,69	3,71	4,04	3,95	3,93	4,12	4,07	4,03	4,20	4,10	4,05
N ₃₀ P ₃₀	4,19	4,17	4,19	4,60	4,50	4,47	4,78	4,71	4,66	4,96	4,81	4,77
N ₆₀ P ₆₀	4,26	4,21	4,20	4,71	4,67	4,66	4,89	4,82	4,78	5,03	4,93	4,90
Среднее по дозе	4,23	4,19	4,20	4,66	4,59	4,57	4,84	4,77	4,72	5,00	4,87	4,84
В среднем за 2018 - 2020 гг. НСР ₀₅ = 0,07 т/га для частных различий. НСР ₀₅ для факторов: А – 2,34; В – 1,24; С – 1,10												
0	2,35	2,33	2,33	2,69	2,67	2,65	2,87	2,80	2,74	2,98	2,90	2,81
N ₃₀ P ₃₀	2,58	2,56	2,57	2,99	2,97	2,92	3,24	3,15	3,08	3,42	3,32	3,23
N ₆₀ P ₆₀	2,64	2,61	2,60	3,09	3,10	3,06	3,35	3,27	3,18	3,53	3,42	3,30
Среднее по дозе	2,61	2,59	2,58	3,04	3,04	2,99	3,30	3,21	3,13	3,48	3,37	3,26
Н* - защитная высота лесной полосы (ЛП); 3Н, 10Н, 18Н - расстояние от ЛП, измеряемое в единицах Н (фактор С).												

элементов: N - 17,9 мг/кг (на контроле 13,1), P - 21,2 мг/кг (16,9), K - 275,6мг/кг (248,4); видовому составу трав на пастбищных угодьях.

Видовой состав трав на контроле (без ЛП) довольно скудный: бодяк полевой – *Cirsium arvense* L., василек раскидистый - *Centauerea diffusa* Lam.,

Таблица – 13 Прибавка продуктивности трав пастбищ (%) под влиянием защитных лесных насаждений, удобрений и совместно насаждений и удобрений (2018 - 2020гг.)

Годы исследования	Наименование влияния варианта опыта	Защитные лесные насаждения (ЗЛН)			
		Кустарниковые кулисы (КК) ЗН* к "К"	Лесные полосы (ЛП) ЗН к "К"	ЛП+КК ЗН к "К"	ЗЛН в среднем ЗН к "К"
2018г. - среднесухой, ГТК = 0,45	ЗЛН	19,5	26,0	32,5	26,0
	Удобрения (У)	2,1	2,8	5,5	3,5
	ЗЛН+У	21,6	28,8	38,0	29,5
2019г. - сухой, ГТК = 0,30	ЗЛН	28,0	58,0	69,0	51,7
	У	2,9	8,4	11,9	7,7
	ЗЛН+У	30,9	66,4	80,9	59,4
2020г. - средневлажный, ГТК = 1,15	ЗЛН	8,0	10,2	12,3	10,2
	У	16,6	19,2	21,4	19,1
	ЗЛН+У	24,6	29,4	33,7	29,3
В среднем за 2018 - 2020гг.	ЗЛН	18,5	31,4	37,9	29,3
	У	7,2	10,1	12,9	10,1
	ЗЛН+У	25,7	41,5	50,9	39,4

Н* - защитная высота лесной полосы (ЛП); ЗН- расстояние от ЛП, измеряемое в единицах Н; "К" - контроль (без ЗЛН и удобрений)

василек шероховатый – *C. scabiosa* L., вика тонколистная – *Vicia tenuifolia* Roth, горошек мышиный – *Vicia cracca* L., полынь горькая – *Artemisia absinthium* L., татарник колючий – *Onopordum acanthium* L., цикорий обыкновенный - *Cichorium intybus* L.

Видовой состав под влиянием 37-ми летних лесных полос богаче и разнообразнее [107], который имеет более ценные кормовые качества [20]: астрагал датский - *Astragalus danicus* Betz., вика тонколистная – *Vicia tenuifolia* Roth, горошек мышиный (вика) – *Vicia cracca*, зверобой продырявленный - *Hypericum perforatum* L., земляника лесная *Fragaria vesca*, клевер луговой – *Trifolium pratense* L., клевер ползучий – *Trifolium Repens*, ковыль узколистный – *Stipa tirsia*, колокольчик скученный - *Campanula glomtrata* L., мятлик луговой – *Poa pratensis*, чина клубненосная – *Lathyrus tuberosus* L., эспарцет песчаный – *Onobrychis arenaria* (Kit) Ser.

Статистический анализ зависимостей продуктивности трав пастбища с гидротермическим коэффициентом, удобрениями и степенью защищенности угодий лесными насаждениями показал, что поверхности откликов для предложенных регрессионных моделей (7,9) представляют собой сложное многомерное многообразие. Соответствующую гиперповерхность на плоскости изобразить невозможно. Поэтому для отображения ее основных особенностей построены отдельные трехмерные сечения.

Продуктивность трав пастбищ (7,9) на 79-98% обусловлена гидротермическим коэффициентом (осадками и температурой), дозой удобрений, расстоянием от лесных полос и степенью защищенности угодий лесомелиоративными приемами (рисунки 4,5,6).

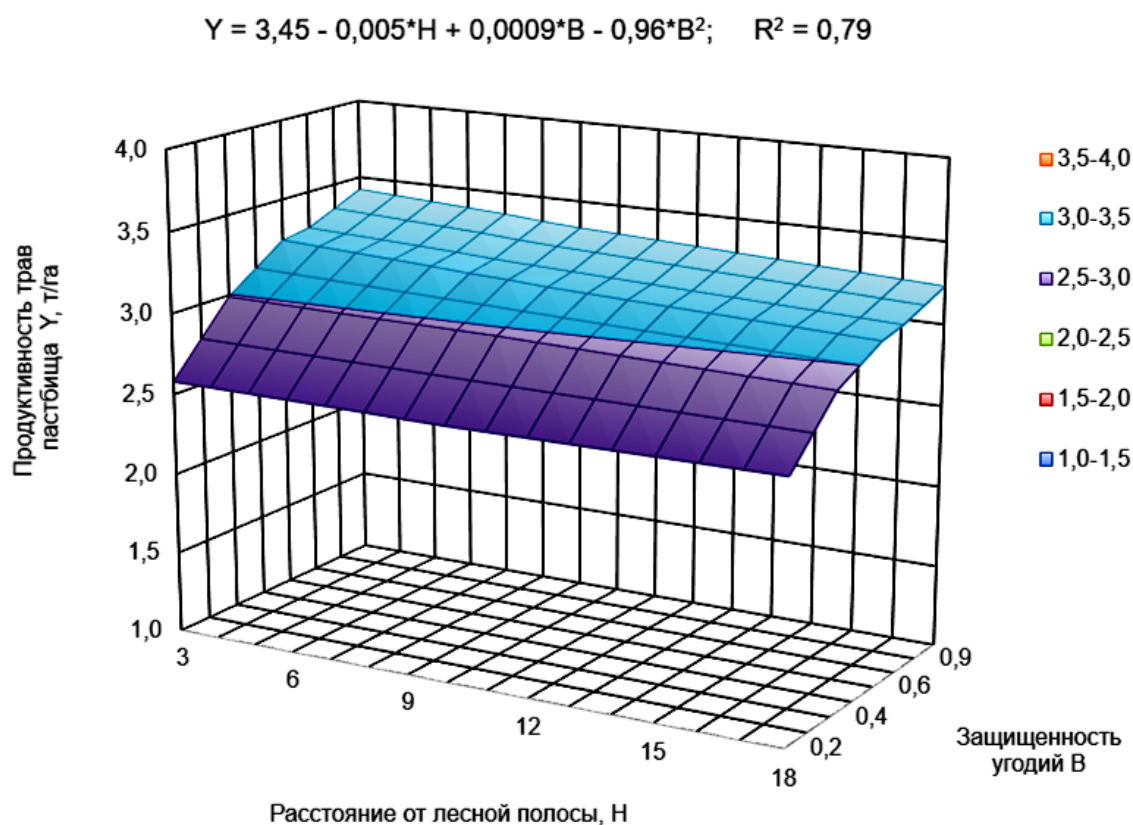


Рисунок 4 – Зависимость продуктивности трав пастбища от степени защищенности угодий и расстояния от лесной полосы при дозе удобрений

$$U = 60 \text{ кг/га (N}_{30}\text{P}_{30}) \text{ за 2018-2020 гг.}$$

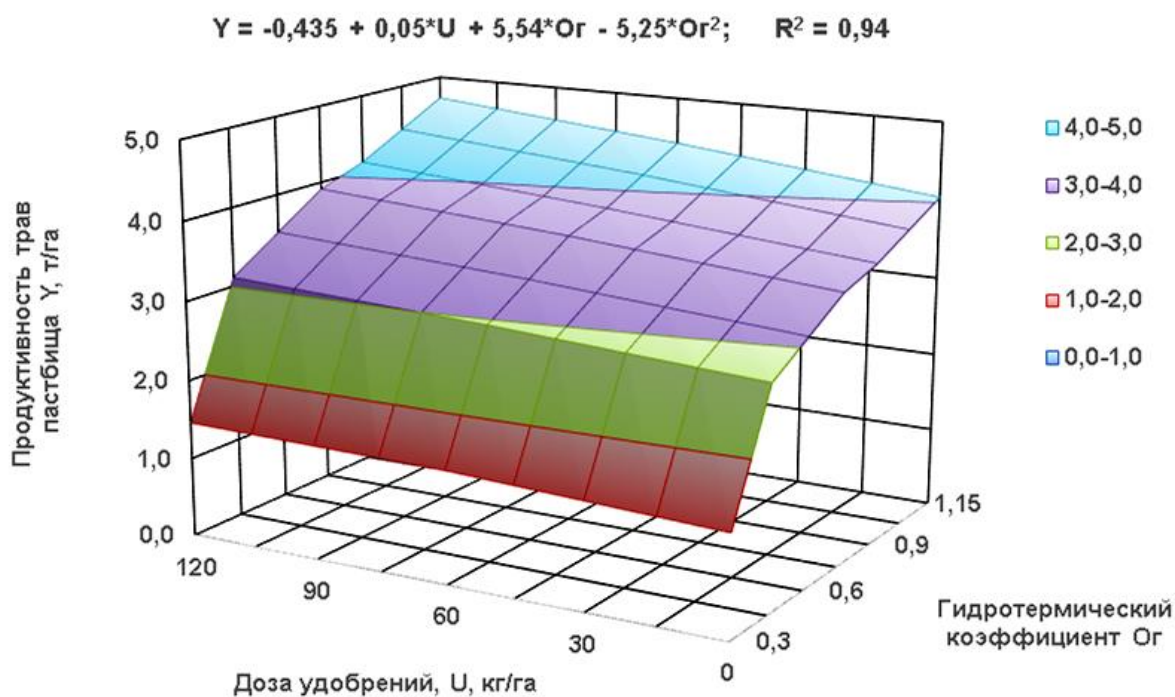


Рисунок 5 – Зависимость продуктивности трав пастбища от гидротермического коэффициента и дозы удобрений на расстоянии 3Н от лесной полосы за 2018-2020 гг.

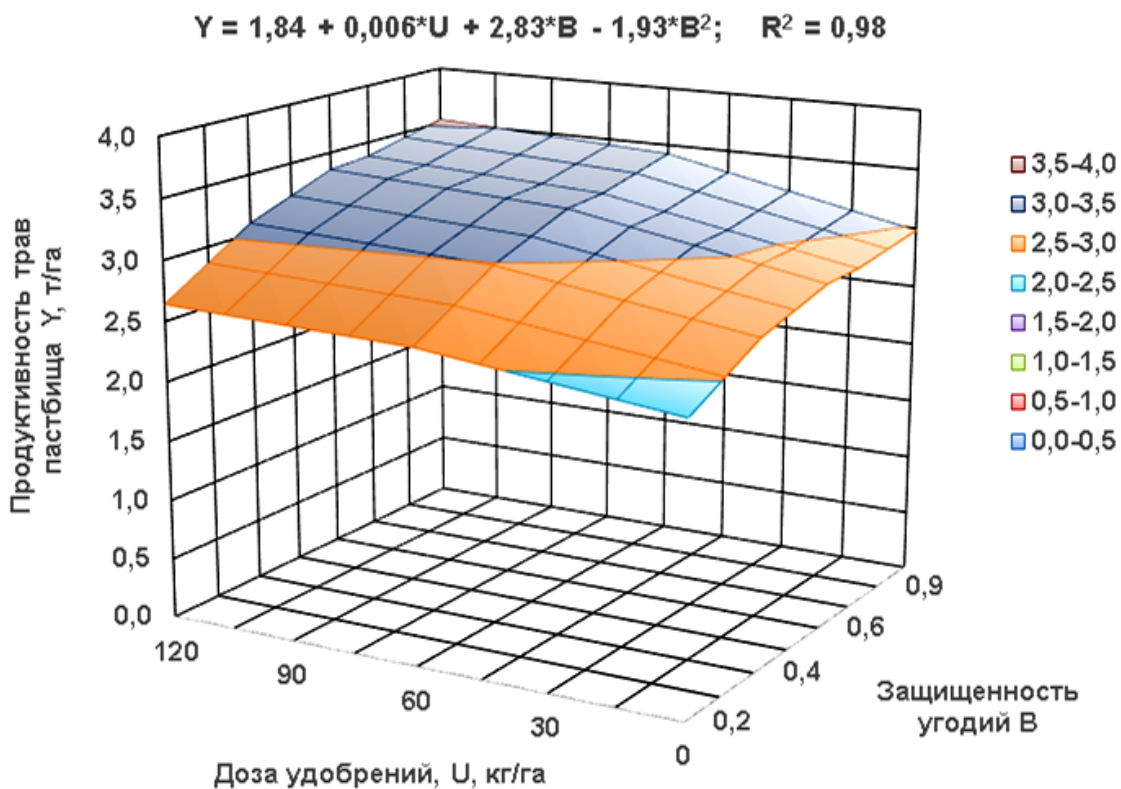


Рисунок 6 – Зависимость продуктивности трав пастбища от степени защищенности угодий и дозы удобрений на расстоянии 3Н от лесной полосы за 2018-2020 гг.

Анализ показал, что наибольшее влияние на продуктивность трав оказывают гидротермический коэффициент, доза удобрений и степень защищённости угодий защитными насаждениями. На это указывают уменьшение коэффициента детерминации и значительное увеличение среднего абсолютного отклонения и средней абсолютной ошибки в процентах при исключении соответствующего фактора из модели данных. Четвертым по значимости фактором является расстояние от лесной полосы.

Интегральной характеристикой взаимосвязи влагообеспеченности с продуктивностью трав является коэффициент водопотребления. При одинаковых количественных показателях эффективных осадков и равномерно распределенных параметров использования почвенной влаги существенно превышение коэффициента водопотребления на открытом пастбище до 63,6% при самой низкой продуктивности в сухом 2019 году ($ГТК=0,30$) – 1,0 т/га (таблица 14).

Более высокая существенная продуктивность трав пастбищ под влиянием защитных насаждений и удобрений определяет более низкий коэффициент водопотребления (таблица 14, приложения 6, 7, 8).

Отмечено закономерное снижение коэффициента водопотребления с увеличением увлажнения вегетационного периода отрастания трав пастбищ. В средневлажном 2020г. коэффициент водопотребления уменьшается до 2,7 раза по сравнению с засушливыми на контроле, а с применением лесомелиоративных и агрохимических приемов – до 2,1 раза. Во влажные годы повышается доля участия осадков в суммарном водопотреблении трав пастбищ до 51,8% на контроле и до 51,0% под влиянием защитных насаждений и удобрений, в засушливые соответственно – 13,2 и 10,4% (меньше в 3,8-5,0 раз). Это указывает на то, что почвенные резервы влаги для роста трав используются при дефиците осадков. Влага в почве накопилась в 2018 и 2019 годах за счет предшествующих многоснежных зим (до 250мм) (таблица 14, приложения 3, 4).

Таблица 14 – Водопотребление и продуктивность трав пастбищ
в 2018 – 2020 гг.

Варианты опыта	Запасы воды в снегу, мм	Осадки эффективные, мм	Использование влаги из почвы, мм			Суммарное водопотребление, мм	Продуктивность, т/га	Коэффициент водопотребления, м ³ /т
			в слое, м		всего			
			0,8	>0,8				
2018г. Средневлажная осень 2017г. Очень многоснежная зима 2017 – 2018гг. Среднесухой вегетационный период. ГТК = 0,45. НСР ₀₅ =0,11 т/га								
1. Без лесных полос (ЛП), кустарниковых кулис (КК) и удобрений	215	23	139	12	151	174	2,30	756
2. КК+удобрения (N ₃₀ P ₃₀)	237	23	152	24	176	199	2,96	672
3. КК+удобрения (N ₆₀ P ₆₀)	237	23	157	29	186	209	3,11	672
4. ЛП+удобрения (N ₃₀ P ₃₀)	248	23	164	16	180	203	3,13	650
5. ЛП+удобрения (N ₆₀ P ₆₀)	248	23	170	20	190	213	3,31	645
6. ЛП+ КК+удобрения (N ₃₀ P ₃₀)	250	23	174	15	189	212	3,36	632
7. ЛП+ КК+удобрения (N ₆₀ P ₆₀)	250	23	178	20	198	221	3,53	627
2019г. Средневлажная осень 2018г. Очень многоснежная зима 2018– 2019гг. Сухой вегетационный период. ГТК=0,30. НСР ₀₅ =0,05 т/га								
1. Без лесных полос (ЛП), кустарниковых кулис (КК) и удобрений	207	19	110	13	123	142	1,00	1420
2. КК+удобрения (N ₃₀ P ₃₀)	219	19	113	16	129	148	1,48	1000
3. КК+удобрения (N ₆₀ P ₆₀)	219	19	114	17	131	150	1,53	980
4. ЛП+удобрения (N ₃₀ P ₃₀)	222	19	117	20	137	156	1,70	918
5. ЛП+удобрения (N ₆₀ P ₆₀)	222	19	119	21	140	159	1,74	914
6. ЛП+ КК+удобрения (N ₃₀ P ₃₀)	229	19	124	26	150	169	1,84	918
7. ЛП+ КК+удобрения (N ₆₀ P ₆₀)	229	19	129	26	155	164	1,89	868

2020г. Средняя осень 2019г. Очень малоснежная зима 2019-2020гг. Влажный вегетационный период 2020г. ГТК=1,15. НСР ₀₅ =0,05 т/га								
1. Без лесных полос (ЛП), кустарниковых кулис (КК) и удобрений	24	101	91	3	94	195	3,71	526
2. КК+удобрения (N ₃₀ P ₃₀)	41	101	94	6	100	201	4,52	446
3. КК+удобрения (N ₆₀ P ₆₀)	41	101	95	2	97	198	4,68	424
4. ЛП+удобрения (N ₃₀ P ₃₀)	53	101	101	3	104	205	4,72	435
5. ЛП+удобрения (N ₆₀ P ₆₀)	53	101	100	1	101	202	4,83	419
6. ЛП+ КК+удобрения (N ₃₀ P ₃₀)	64	101	105	2	107	208	4,85	430
7. ЛП+ КК+удобрения (N ₆₀ P ₆₀)	64	101	100	1	101	203	4,95	410
В среднем за 2018 – 2020 годы								
1. Без лесных полос (ЛП), кустарниковых кулис (КК) и удобрений	149	48	113	9	122	170	2,33	730
2. КК+удобрения (N ₃₀ P ₃₀)	166	48	119	15	134	182	2,99	642
3. КК+удобрения (N ₆₀ P ₆₀)	166	48	122	16	138	186	3,11	692
4. ЛП+удобрения (N ₃₀ P ₃₀)	174	48	127	13	140	188	3,19	589
5. ЛП+удобрения (N ₆₀ P ₆₀)	174	48	129	14	143	191	3,29	581
6. ЛП+ КК+удобрения (N ₃₀ P ₃₀)	181	48	134	14	148	196	3,35	585
7. ЛП+ КК+удобрения (N ₆₀ P ₆₀)	181	48	136	16	152	200	3,46	578

Регрессионно-корреляционный анализ показал, что коэффициент водопотребления травами пастбищ (модели 8,10) на 94% обусловлен

минеральными удобрениями и степенью защищенности угодий комплексом лесных насаждений и удобрениями (рисунок 7).

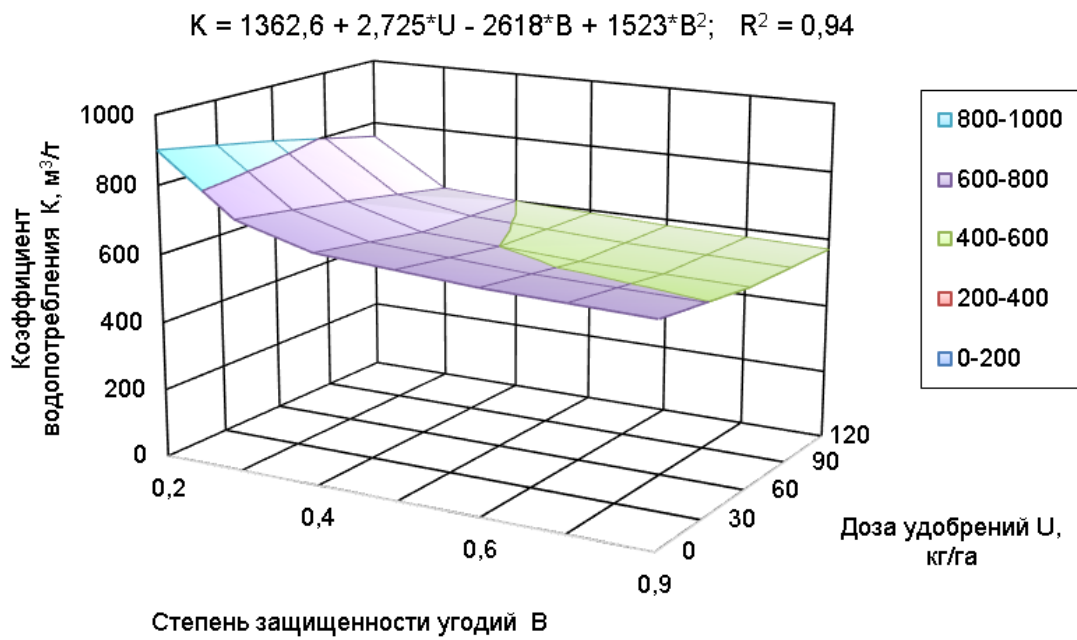


Рисунок 7 – Зависимость коэффициента водопотребления травами пастбища от степени защищенности угодий и дозы удобрений на расстоянии 3Н от лесной полосы за 2018-2020 гг.

ГЛАВА 5 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ И ПОЧВОЗАЩИТНАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ АГРОЛЕСОМЕЛИОРАЦИИ И АГРОХИМИИ

Эффективность использования эродированных сельскохозяйственных угодий во многом зависит от применения комплекса агро-, лесо-, гидромелиоративных противоэрозионных приемов. В частности, на пастбищных угодьях лесные полосы и кустарниковые кулисы в межполосном пространстве позволяют увеличить запасы воды в снегу в малоснежные зимы до 2,7 раза по сравнению с открытыми ландшафтами. Закономерно повышается степень защищенности угодий защитными насаждениями от эрозии и продуктивность трав пастбищ (таблицы 12, 14, 15).

Расчеты рентабельности использования пастбищных угодий под воздействием лесных полос, кустарниковых кулис и удобрений приведены в таблице 15.

Продукция сена пастбища оценена, исходя из переводного коэффициента в кормовые единицы по отношению к 1 кг овса в кг кормовых единиц (к.ед.) [73, 95, 173].

- 0,15 – сено эродированных пастбищ, очень плохое (контроль);
- 0,34; 0,37; 0,40 – сено под влиянием кустарниковых кулис (КК); КК+удобрения (У) дозой $N_{30}P_{30}$; КК+У дозой $N_{60}P_{60}$;
- 0,47; 0,50; 0,53 – сено под влиянием лесных полос (ЛП); ЛП+У дозой $N_{30}P_{30}$; ЛП+У дозой $N_{60}P_{60}$;
- 0,55; 0,57; 0,60 – сено под влиянием КК+ЛП; КК+ЛП+У дозой $N_{30}P_{30}$; КК+ЛП+У дозой $N_{60}P_{60}$.

Разница в переводных коэффициентах связана с увеличением видов трав, обладающих более ценными кормовыми качествами, например, бобовыми, формирующимися под влиянием защитных лесных насаждений [1, 71, 107].

Таблица 15 – Экономическая оценка влияния защитных лесных насаждений и удобрений на продуктивность трав пастбища в 2018 – 2020гг.

Варианты опыта	Степень защищенности пастбища насаждениями	Продуктивность трав		Затраты, тыс.руб/га	Оценка продукции, тыс.руб/га	Прибыль, тыс.руб/га	Рентабельность, %
		т/га	т к.ед./га				
2018г. Средневлажная осень 2017г. Очень многоснежная зима 2017 – 2018гг. Среднесухой вегетационный период. ГТК = 0,45							
1. Без лесных полос (ЛП), кустарниковых кулис (КК) и удобрений (У)	0,2	2,31	0,35	1,42	1,68	0,26	18,3
2. КК+У (N ₃₀ P ₃₀)	0,4	2,96	1,10	3,83	5,28	1,45	37,8
3. КК+У (N ₆₀ P ₆₀)	0,4	3,11	1,24	4,54	5,95	1,41	31,0
4. ЛП+У (N ₃₀ P ₃₀)	0,6	3,13	1,72	5,62	8,26	2,64	47,0
5. ЛП+У (N ₆₀ P ₆₀)	0,6	3,31	1,89	6,57	9,07	2,50	38,1
6. ЛП+ КК+У (N ₃₀ P ₃₀)	0,9	3,36	2,18	6,66	10,46	3,80	57,1
7. ЛП+ КК+У (N ₆₀ P ₆₀)	0,9	3,53	2,36	8,04	11,33	3,29	40,9
2019г. Средневлажная осень 2018г. Очень многоснежная зима 2018– 2019гг. Сухой вегетационный период. ГТК=0,30							
1. Без ЛП, КК и У	0,2	1,00	0,15	0,70	0,72	0,02	2,8
2. КК+У (N ₃₀ P ₃₀)	0,4	1,48	0,55	2,38	2,64	0,26	10,9
3. КК+У (N ₆₀ P ₆₀)	0,4	1,53	0,61	2,74	2,93	0,19	6,9
4. ЛП+У (N ₃₀ P ₃₀)	0,6	1,70	0,94	3,90	4,51	0,61	15,6
5. ЛП+У (N ₆₀ P ₆₀)	0,6	1,74	0,99	4,23	4,75	0,52	12,3
6. ЛП+ КК+У (N ₃₀ P ₃₀)	0,9	1,84	1,20	4,83	5,76	0,93	19,2
7. ЛП+ КК+У (N ₆₀ P ₆₀)	0,9	1,89	1,27	5,35	6,10	0,75	14,0
2020г. Средняя осень 2019г. Очень малоснежная зима 2019-2020гг. Средневлажный вегетационный период 2020г. ГТК=1,15							
1. Без ЛП, КК и У	0,2	3,71	0,56	1,77	2,69	0,92	52,0
2. КК+У (N ₃₀ P ₃₀)	0,4	4,52	1,67	4,52	8,02	3,50	77,4
3. КК+У (N ₆₀ P ₆₀)	0,4	4,68	1,87	5,24	8,98	3,74	71,4
4. ЛП+У (N ₃₀ P ₃₀)	0,6	4,72	2,60	6,60	12,48	5,88	89,1
5. ЛП+У (N ₆₀ P ₆₀)	0,6	4,83	2,75	7,59	13,20	5,61	73,9
6. ЛП+ КК+У (N ₃₀ P ₃₀)	0,9	4,85	3,15	7,35	15,12	7,77	106,7
7. ЛП+ КК+У (N ₆₀ P ₆₀)	0,9	4,95	3,32	8,46	15,94	7,48	88,4
В среднем за 2018 – 2020 годы							
1. Без ЛП, КК и У	0,2	2,34	0,35	1,30	1,70	0,40	30,8
2. КК+У (N ₃₀ P ₃₀)	0,4	2,99	1,11	3,58	5,33	1,75	48,9
3. КК+У (N ₆₀ P ₆₀)	0,4	3,11	1,24	4,11	5,95	1,84	44,8
4. ЛП+У (N ₃₀ P ₃₀)	0,6	3,19	1,75	5,37	8,40	3,03	56,4
5. ЛП+У (N ₆₀ P ₆₀)	0,6	3,29	1,88	6,13	9,02	2,89	47,1
6. ЛП+ КК+У (N ₃₀ P ₃₀)	0,9	3,35	2,18	6,28	10,46	4,18	66,6
7. ЛП+ КК+У (N ₆₀ P ₆₀)	0,9	3,46	2,32	7,28	11,14	3,96	54,4

Затраты на удобрения (стоимость и внесение) трав пастбища составляют при дозе: 60кг/га – 1,1тыс.руб/га; 120кг/га – 1,8тыс.руб/га. Учтены также издержки на уборку и транспорт продукции к животноводческой ферме и уходы за защитными лесными насаждениями (рубки ухода, посадка на пень кустарника, санитарные рубки). Удобрения в затратах составляют в засушливые вегетационные периоды 51,6-69,0%, в средневлажные – 51,9-63,8%, причем с повышением степени защищенности пастбища (применение кустарниковых кулис, лесных полос) доля участия удобрений в затратах уменьшается независимо от увлажнения вегетационного периода отрастания трав пастбища.

Цена овса среднего качества в четвертом квартале 2021г. составляла 4,8тыс.руб/т.

В соответствии с динамикой продуктивности трав закономерно изменяется рентабельность под влиянием лесных и химических мелиораций с тенденцией увеличения воздействия удобрений с повышением увлажнения вегетационного периода. С применением кустарниковых кулис и лесных полос под влиянием удобрений рентабельность использования пастбищных угодий увеличивается в сухие годы в 3,9-6,8 раз, в среднесухие – в 2,1 – 3,1 раза, в средневлажные – на 48,9 – 205,2% (таблица 15).

Как уже отмечалось в главе 4, продуктивность трав в среднесухом 2018г. составила на контроле 2,31 т/га (0,35 т к.ед./га), в сухом 2019г. – 1,00 т/га (0,15 т к.ед./га), благодаря многоснежным зимам (запасы воды в снегу – до 250 мм), что определило рентабельность соответственно 18,3% и 2,8% (таблица 15).

Применение аналитического и эмпирического методов анализа позволило установить зависимость в виде уравнения множественной

регрессий:

$$P=b_0+b_1O_r+b_2U+b_3B+b_4O_rU+b_5O_rB+b_6UB+b_7O_rUB \quad (11)$$

где P – рентабельность использования пастбищных угодий, %; U – доза минеральных удобрений (NP), кг/га; B – степень защищенности угодий защитными лесными насаждениями; O_r – гидротермический коэффициент

(отношение количества осадков (мм), умноженное на 10, к сумме температур $> 10^{\circ}\text{C}$ за вегетацию растений); b_0 - b_7 – коэффициенты множественной регрессии.

Статистический анализ зависимостей рентабельности трав пастбищ с гидротермическим коэффициентом, удобрениями, степенью защищенности угодий защитными лесными насаждениями показал, что поверхность откликов для предложенной регрессионной модели (11) представляет собой сложное многомерное многообразие. Соответствующую гиперповерхность на плоскости изобразить невозможно, поэтому для отображения её основных особенностей построены отдельные трехмерные сечения.

Рентабельность использования трав пастбищ на 92% обусловлена гидротермическим коэффициентом (осадками и температурой), дозой удобрений и степенью защищенности угодий лесомелиоративными приемами (рисунок 8).

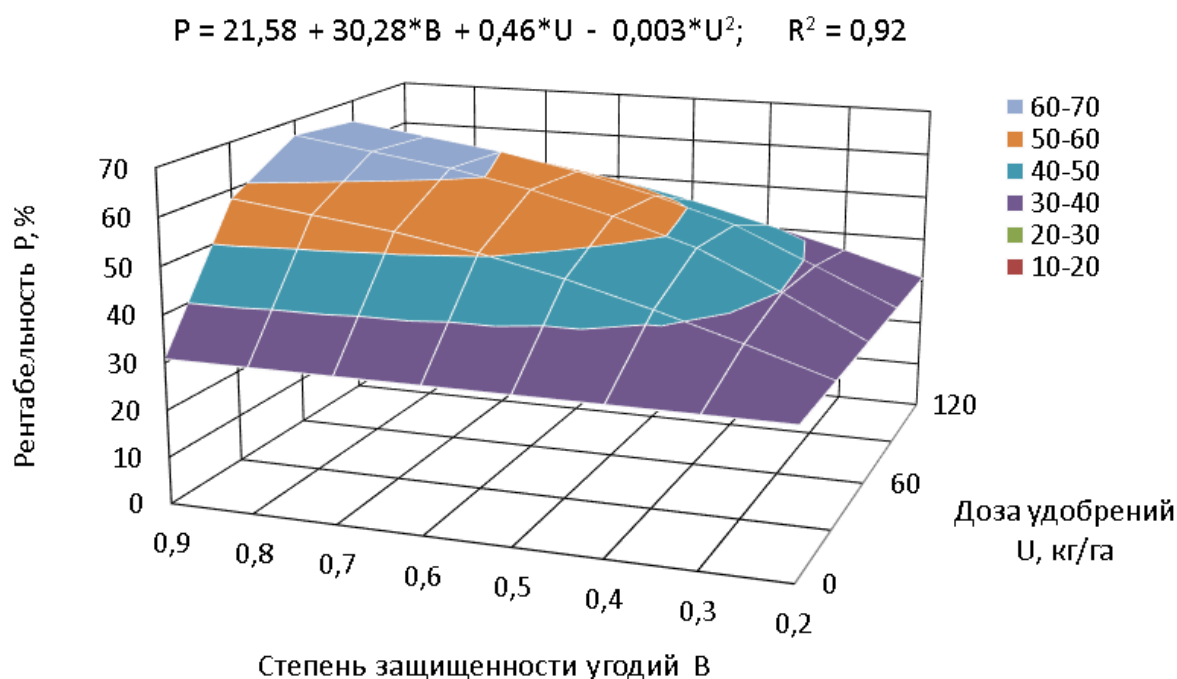


Рисунок 8 – Зависимость рентабельности от дозы удобрений и степени защищенности пастбищных угодий за 2018 – 2020 гг.

Исследования показали, что повышение дозы удобрений в 2 раза снизили рентабельность в 1,1 – 1,6 раза в зависимости от увлажнения

вегетационного периода отрастания трав пастбища, причем большее уменьшение характерно для сухих лет. Поэтому, анализируя данные наблюдений, можно предположить, что во влажные годы с гидротермическим коэффициентом более 1,5 дозу минеральных удобрений возможно увеличить до $N_{60}P_{60}$ и выше. Данное предположение подтверждено исследованиями на сельскохозяйственных культурах [104, 111, 130, 166].

Согласно экономическим расчетам для сухих и средневлажных лет наиболее рентабельным оказалось применение дозы удобрения $N_{30}P_{30}$ в системе лесных полос и кустарниковых кулис.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Анализ опытных данных, проведенными учеными в различных регионах России и за рубежом, показывает, что продуктивность сельскохозяйственных угодий возрастает под влиянием защитных лесных насаждений и удобрений. Причем воздействие лесомелиоративных и агрохимических приемов на урожайность исследовались, в основном, на культурах севооборота, поэтому назрела необходимость восполнить пробел в изучении пастбищных угодий.

2. Микроклиматические показатели под влиянием лесных полос и кустарниковых кулис ажурной конструкции по сравнению с открытой местностью в дни с засухой претерпевают значительные изменения: скорость ветра при 5,6 м/с на контроле уменьшается на 28,6% с одновременным снижением температуры на 1,5° (5,3%), испарения за сутки до 15 мм (18,8%).

3. Разработаны математические модели повышения продуктивности (Y) и эффективности (P) использования пастбищных угодий под влиянием лесных полос и кустарниковых кулис (B), минеральных удобрений (U), погодных условий (Or).

$$Y = b_0 + b_1 O_r + b_2 U + b_3 B + b_4 O_r U + b_5 O_r B + b_6 UB + b_7 O_r UB;$$

$$P = b_0 + b_1 O_r + b_2 U + b_3 B + b_4 O_r U + b_5 O_r B + b_6 UB + b_7 O_r UB$$

4. В засушливые годы (2018,2019) использование почвенной влаги составляет до 88,5% от суммарного водопотребления, осадки – до 11,5%. Причем подтягиваемая влага из слоя более расчетного (0,8м) составила до 13,9%, указывая на то, что почвенные резервы влаги для роста трав используются при дефиците осадков. В средневлажный вегетационный период отрастания пастбищных трав значительно возрастает роль осадков в водопотреблении растений до 51%, причем используемая влага из слоя почвы > 0,8м составила менее 2,9%.

5. Существенная прибавка продуктивности трав пастбища от применения удобрений увеличивается с 3,5 до 19,1% с повышением увлажнения вегетационного периода отрастания растений, указывая на возрастающую роль влаги в усвоении питательных элементов. Влияние защитных лесных насаждений на прибавку продуктивности трав снижается с 51,7 до 10,2% с увеличением количества выпадающих осадков. Регрессионно-корреляционный анализ данных наблюдений установил тесную взаимосвязь водопотребления и продуктивности трав пастбища с гидротермическими условиями вегетации растений, лесомелиоративными и агрохимическими приемами (коэффициенты детерминации $R^2 = 0,79 - 0,98$).

6. Повышение дозы удобрений в засушливые и средневлажные годы с дозой от $N_{30}P_{30}$ до $N_{60}P_{60}$ независимо от применения защитных насаждений снижает рентабельность до 1,2 раза. Экономическая эффективность использования пастбищных угодий на 92% обусловлена защитными лесными насаждениями, дозой минеральных удобрений.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ

1. Создавать на склонах 3-5° контурные лесные полосы ажурной конструкции на расстоянии 300–250 м;
2. Применять в лесных полосах в качестве главной породы березу повислую (Б), сопутствующей – ясень ланцетный (Ял), кустарника – смородины золотистой (Смз) со схемой смешения, начиная с верхней опушки Смз-Ял-Б-Б-Ял;
3. Размещать между лесными полосами двухрядные кустарниковые кулисы из бузины красной через 50м;
4. Усиливать лесные полосы и кустарниковые кулисы в нижней опушке валами-канавами плантажным плугом ППН – 50;
5. Применять в засушливые и средневлажные годы дозу азотно-фосфорных удобрений 60 кг/га (N₃₀P₃₀).

ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ

Перспективы дальнейшей разработки предлагаемого направления исследования заключаются:

– в продолжение эксперимента в покатом типе агроландшафта (3-5°) испытания доз минеральных удобрений на пастбищах под влиянием лесных полос и кустарниковых кулис в различные по увлажнению вегетационные периоды отрастания растений;

– в проведении опыта по воздействию минеральных удобрений на продуктивность пастбищ в созданных комплексах защитных лесных насаждений с применением агромелиоративных приемов по типам агроландшафта: пологий (1-3°), покато-крутой (5-8°) и крутосклонный (более 8°);

– в проведении опыта по улучшению использования эродированных пастбищных угодий среди защитных лесных насаждений путем подсева бобовых трав (клевера, люцерны, астрагала, донника и других);

– в распространении исследования в лесостепную и сухостепную зоны Приволжской возвышенности.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

ВЗ – влажность завядания.

ВК – валы-канавы.

ГТК – гидротермический коэффициент (соотношение осадков и температуры воздуха в течение вегетации растений).

ЗЛН – защитные лесные насаждения.

КК – кустарниковые кулисы.

ЛП – лесные полосы.

НВ – наименьшая влагоемкость.

Пб – пастбище.

ПЭМ – противоэрозионные мелиорации.

ФХ – фермерское хозяйство.

**СПИСОК РУССКИХ И ЛАТИНСКИХ НАЗВАНИЙ
ТРАВЯНИСТЫХ РАСТЕНИЙ, ДЕРЕВЬЕВ И КУСТАРНИКОВ,
ВСТРЕЧАЮЩИХСЯ В ТЕКСТЕ**

1. Астрагал датский – *Astragalus danicus*
2. Береза повислая – *Betula pendula*
3. Бузина красная – *Sambucus racemosa*
4. Вяз приземистый – *Ulmus pumila*
5. Горошек мышиный (вика) – *Vicia cracca*
6. Клевер ползучий – *Trifolium repens*
7. Клевер луговой – *T. pratense*
8. Клен остролистный – *Acer platanooides*
9. Ковыль узколистный - *Stipa tirsia*
10. Мятлик луговой – *Poa pratensis*
11. Полынь австрийская (полынок)– *Artemisia austriaca*
12. Полынь горькая – *A. absinthium*
13. Смородина золотистая – *Ribes aureum*
14. Татарник колючий – *Onopordum acanthium*
15. Овсяница валлийская (типчак) – *Festuca valesiaca*
16. Келерия (тонконог) - *Koeléria*
17. Тысячелистник тонколистный – *Achillea leptophylla*
18. Чина клубненосная – *Lathyrus tuberosus*
19. Ясень ланцетный – *Fraxinus lanceolata*

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агролесомелиорация / А. Л. Иванов, К. Н. Кулик, В.И. Петров, П.Н. Проездов и др. – Волгоград: ВНИАЛМИ, 2006. – 746 с.
2. Агролесомелиорация / В.Н. Виноградов. – М.: Лесная промышленность, 1979. – 330 с.
3. Агролесомелиорация / Н.И. Сус, Ф.И. Серебряков. – М.:Колос, 1966 – 375с.
4. Агрохимия: учебник / В.Г. Минеев. – М: МГУ, 2004.–718 с.
5. Альбенский, А.В. Сельское хозяйство и защитное лесоразведение. / А.В. Альбенский. – М.: Колос, 1971. – 280 с.
6. Анучин, Н.П. Лесная таксация. / Н. П. Анучин – М.: Лесная промышленность, 1982. – 552 с.
7. Арзыбов, Н.А. Эффективность минеральных удобрений в полевом севообороте северной части Центрально-черноземной зоны / Н.А. Арзыбов // Тезисы докладов Всесоюзного семинара. – М. – 1981. – С. 127-128.
8. Аринушкина, Е.В. Руководство по химическому анализу почв: Учебное пособие для ВУЗов / Е.В. Аринушкина.: 2-е изд., перераб. и доп. – М.: МГУ, 1970 – 487 с.
9. Барабанов, А. Т. Агролесомелиорация в почвозащитном земледелии / А. Т. Барабанов. – Волгоград, 1993. – 156 с.
10. Белоголовцев, В.П. Влияние минеральных удобрений на химический состав урожая при выращивании на светло-каштановой почве Саратовского Заволжья./ В.П. Белоголовцев, И.Г. Имашев. // Аграрный научный журнал Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. – Саратов. – 2016. – №2. – С 3-6.
11. Бодров, В.А. Лесная мелиорация / В.А. Бодров – М.: Гослесбумиздат, 1951. – 460 с.

12. Браун, Д. Методы исследования и учета растительности: научно-популярная литература / Д. Браун; под ред. Т.А. Работнова. – М.: ин. лит., 1957. – 316 с.

13. Бялый, А.М. Водный режим в севообороте на черноземных почвах Юго – Востока / А.М. Бялый. – Л.: Гидрометеиздат, 1971 – 232 с.

14. Вавилов, Н.И. К поднятию урожайности [Текст] / Н.И. Вавилов // Избранные труды, Т.V. – М.-Л.: Наука, 1965. – С.707.

15. Вадюнина, А. Д. Методы исследования физических свойств почв и грунтов (в поле и в лаборатории) / А. Д. Вадюнина, З. А. Корчагина. – М., 1986. – 89 с.

16. Васильев, М.Е. Лесная мелиорация и урожай / М.Е. Васильев. – Алма-Ата.: Кайнар, 1980. – 176 с.

17. Википедия. Голод в СССР (1946-1947) [Электронный ресурс] (дата обращения: 25.03.2018). – Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Голод в СССР](https://ru.wikipedia.org/wiki/Голод_в_СССР)

18. Википедия. Освоение целины [Электронный ресурс] (дата обращения: 25.03.2018). – Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Освоение целины](https://ru.wikipedia.org/wiki/Освоение_целины).

19. Википедия. Сталинский план преобразования природы [Электронный ресурс] (дата обращения: 28.03.2018). – Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Сталинский план преобразования природы](https://ru.wikipedia.org/wiki/Сталинский_план_преобразования_природы).

20. Вильямс, В.Р. Травопольная система земледелия. / В. Р. Вильямс // Собр. соч. – М.: Сельхозгиз, 1951. Т. VII. – 360 с.

21. Водный кодекс Российской Федерации от 03.06.2006 N 74-ФЗ [Электронный ресурс] (ред. От 13.07.2015) (с изм. и доп., вступ. в силу с 7.2015). Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс» (дата обращения: 12.05.2018).

22. Волков, Г.Д. Система удобрений в полевых и кормовых севооборотах / Г.Д. Волков, П.Л. Сычев и др. // Почвозащитное земледелие. – М.: Колос. – 1975. – С. 195-200.

23. Волошенкова, Т. В. Динамика ветрового режима в лесомелиорированных агроландшафтах / Т. В. Волошенкова // Мировые научно-технологические тенденции социально-экономического развития АПК и сельских территорий: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию окончания Сталинградской битвы. – Волгоград. – 2018. – С. 336–342.

24. Высоцкий, Г.Н. Избранные сочинения / Г.Н. Высоцкий – М. 1962, Т.1. – 499 с.

25. ГОСТ 26462-85 Агролесомелиорация: термины и определения. – М.: Изд-во стандартов, 1985. – 7 с.

26. Данилов, Г.Г. Защитные лесонасаждения и система земледелия / Г.Г. Данилов, М.: Лесная промышленность, 1971. – 188 с.

27. Данилов, Г.Г. Эффективность полезащитных лесных полос различных конструкций / Г.Г. Данилов – Саранск: Морд. кн. изд-во, 1963. – 139 с.

28. Дмитриенко, В.Л. Экономическая эффективность полезащитных лесных полос / В.Л. Дмитриенко // Лесное хозяйство. – 1981. – № 8. – С. 38 - 40.

29. Докучаев, В. В. Наши степи прежде и теперь / В. В. Докучаев – М.: Сельхозиздат, 1953 – 152 с.

30. Долгилевич, М.И. Научные основы комплексных мероприятий по защите почв от ветровой эрозии / М.И. Долгилевич – М., 1982 – 179 с.

31. Дормидонтова, Н.В. Математическое моделирование воздействия защитных лесных насаждений на продуктивность пастбищ в степи Приволжской возвышенности / Н.В. Дормидонтова, Д.В. Есков, А.В. Розанов // Информационные технологии в моделировании и управлении: подходы, методы, решения: материалы II Всероссийской научной конференции с международным участием. – Тольятти. – 2019. – С. 149-154.

32. Дормидонтова, Н.В. Закономерности влияния лесомелиоративных и агрохимических приемов на водопотребление травами пастбищ на южном

черноземе / Н.В. Дормидонтова, П.Н. Проездов, Д.В. Есков // Материалы IV Национальной конференции по итогам научной и производственной работы преподавателей и студентов в области лесного дела, мелиорации и ландшафтной архитектуры, посвященной 100-летию подготовки специалистов в области лесного дела в Саратовском ГАУ (1922-2022). – Саратов. – 2022. – С. 57-62.

33. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учебник для высших сельскохозяйственных учебных заведений. / Б. А. Доспехов // Стереотип. изд., перепеч. с 5-го изд., доп. и перераб. 1985 г. – Москва: Альянс, 2014. – 351 с.

34. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. – М., 2012. – 352 с.

35. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М.: Колос. 1985 – 416 с.

36. Закон об охране окружающей среды. Федеральный закон: принят Гос. Думой от 10.01.02 г. № 7. [Электронный ресурс] (дата обращения: 12.05.2018).

37. Захаров, П.С. Система лесных полос и урожай / П.С. Захаров, Ф.С. Барышман, В.М. Горяинов. – М.: Лесная промышленность, 1974. – 168 с.

38. Защитные лесополосы. [Электронный ресурс] (дата обращения: 26.03.2018). – Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/ Защитные лесополосы](https://ru.wikipedia.org/wiki/Защитные_лесополосы).

39. Земельный кодекс Российской Федерации от 25.10.2001 N 136-ФЗ [Электронный ресурс] (ред. От 13.07.2015) (с изм. и доп., вступ. в силу с 7.2015). Доступ из справочно-правовой системы «КонсультантПлюс» (дата обращения: 16.05.2018).

40. Иванов, А.Л. Состояние и проблемы защитного лесоразведения, мелиорации и земледелия в Российской Федерации / А.Л. Иванов // Защитное лесоразведение, мелиорация земель и проблемы земледелия в Российской Федерации

Федерации: материалы международной научно-практической конференции. – Волгоград. – 2008. – С. 5-9.

41. Ивонин, В. М. Лесные мелиорации ландшафтов: уч. пособие для вузов / В. М. Ивонин. – Ростов / Д: СКНЦ ВШ, 2004. – 280 с.

42. Ивонин, В.М. Теоретическая концепция адаптивной лесной мелиорации агроландшафтов / В.М. Ивонин, И.В. Воскобойникова, Е.Ю. Матвиенко // Международный инженерно-технический журнал. – 2018. – Т 9. – №13. – С.95 – 103.

43. Ивонин, В.М., Танюкевич, В.В. Адаптивная лесомелиорация степных агроландшафтов: монография / В.М. Ивонин, В.В. Танюкевич. - Изд. 2-е, исправл. и допол. – М.: Вузовская книга, 2011. – 240 с.

44. Инструктивные указания по агролесомелиоративному устройству защитных лесонасаждений на землях сельскохозяйственных предприятий. – М.: Колос, 1983. – 55 с.

45. Инструктивные указания по проектированию и выращиванию защитных лесных насаждений на землях сельскохозяйственных предприятий. – М.: Колос, 1979. – 49 с.

46. Каргов В.А. Лесные полосы и увлажнение полей / В.А Каргов. – М.: Лесная промышленность, 1971. – 96 с.

47. Качинский, Н. А. Физика почв / Н. А. Качинский. – М.: Высш. школа, 1970. – ч-2. – 358 с.

48. Ковалев, А.Н. Мелиорация эродированных земель в степных ландшафтах Приволжской возвышенности : автореф. дис. ... кандидата технических наук: 06.01.02 / Александр Николаевич Ковалев. – Волгоград, 2012. – 21 с.

49. Колесникова, Л. В. Лесные полосы и их влияние на плодородие чернозема обыкновенного и продуктивность угодий в степи Приволжской возвышенности: автореф. дис. ... канд.с.-х. наук: 06.03.04 / Любовь Викторовна Колесникова. – Саратов, 2006. –19 с.

50. Константинов, А. Р. Лесные полосы и урожай / А.Р. Константинов, Л.Р. Струзер. – Л.: Гидрометеиздат, 1974. - 214 с.

51. Конституция Российской Федерации Электронный ресурс (принята народным голосованием 12.12.1993) (с учетом поправок, внесенных Законами) поправках к Конституции РФ от 30.12.2008 N 6-ФКЗ, от 30.12.2008 N 7-ФКЗ, 5.02.2014 N 2-ФКЗ, от 21.07.2014 N 11-ФКЗ). Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс» (дата обращения: 12.05.2018).

52. Коптев, В.И. Эффективность полезащитного лесоразведения на Украине / В.И. Коптев // Вестник с.-х. науки. – 1981. – № 3. – С. 122 – 126.

53. Костров, К.А. Влияние основных видов удобрений и их сочетаний в севообороте на урожайность культур, качество продукции и свойства выщелоченного чернозема в Мордовской АССР / К.А. Костров, А.В. Малова // М.: Колос. – 1973. – Вып.4. – С. 279-304.

54. Костяков А.Н. Основы мелиорации / А.Н.Костяков. – М, 1960 – 622 с.

55. Кретинин, В. М. Агролесомелиоративное почвоведение: развитие, достижения, задачи / В.М. Кретинин, К.Н. Кулик, А.В. Кошелев // Вестник сельскохозяйственной науки. – 2020. – №1. – С. 23-26.

56. Кретинин, В.М. Регулирование питания растений в лесозащитном агроландшафте / В.М. Кретинин. – Волгоград: ВНИАЛМИ, 1995. – 126 с.

57. Кулик, К. Н. Агролесомелиоративные исследования ВНИАЛМИ за 70 лет / К. Н. Кулик // Волгоград: ВНИАЛМИ. – 2001. – С. 14-21.

58. Кулик, К. Н. Агролесомелиорация в России: история и стратегия развития / К.Н. Кулик, Е.С. Павловский, И.П. Свинцов // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2008. – №4. – С. 28-30.

59. Кулик, К. Н. Опустынивание в России и агролесомелиорация в борьбе с ним / К.Н. Кулик // Защитное лесоразведение в Российской Федерации: материалы Международной научно – практической конференции, посвященной 80-летию ВНИИ агролесомелиорации. – Волгоград: ВНИАЛМИ. – 2011. – С. 4-9.

60. Кулик, К. Н. ВНИАЛМИ – лидер агролесомелиоративной науки России: современная концепция защитного лесоразведения / К. Н. Кулик, Н.Н. Дубенок, А.С. Рулев, А.М. Пугачева // Вестник Волгоградского государственного университета. – Серия 11: Естественные науки. – 2015. – № 3 (13). –С. 108-114.

61. Кундиус, В.В. Роль агролесомелиорации в повышении экологической устойчивости и экономической эффективности агроландшафтов / В.В. Кундиус // Природообустройство. – 2010. - №4 – С. 92-95.

62. Лазарев, М.М. Мелиоративное действие систем полезащитных лесных полос / М.М. Лазарев // Пути повышения комплексной эффективности полезащитного лесоразведения. – М.: Колос. – 1979. – С. 13-33.

63. Лаптина, Ю. А. Продуктивность зерновых культур в богарных условиях на светлокаштановых почвах Нижнего Поволжья / Ю. А. Лаптина, Н. А. Бугреев, Е. А. Шарапова // Аграрный научный журнал. – 2019. – № 10. – С. 27-33.

64. Лес и поле / Под редакцией проф. М. А. Дудорева. – Саратов: Приволжское кн. изд-во, 1990. – 248 с.

65. Лесной кодекс Российской Федерации от 04.12.2006 N 200-ФЗ Электронный ресурс (ред. От 13.07.2015). Доступ из справ.-правовой системы КонсультантПлюс» (дата обращения: 12.05.2018).

66. Лозовой, А.Д. Таксация тонкомерной древесины / А.Д. Лозовой, В.А. Бугаев, В.Н. Егоров. – Воронеж: ВГАУ, 1975. – 130 с.

67. Маевский, П. Ф. Флора средней полосы Европейской части России / П.Ф. Маевский // 10-е изд. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2006. – 600 с.

68. Матякин, Г.И. О влиянии лесных полос на микроклимат. Опыты и исследования / Г.И. Матякин. – М.: изд. ВНИАЛМИ, 1936. – Вып. 6. – 97 с.

69. Маштаков, Д.А. Агролесомелиорация, защитное лесоразведение и озеленение населенных пунктов, лесные пожары и борьба с ними: краткий курс лекций для аспирантов направления подготовки 35.06.02 Лесное

хозяйство / Д.А. Маштаков, П.Н. Проездов // ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2014. – 121 с.

70. Маштаков, Д. А. Защитные лесные насаждения в лесостепи Приволжской возвышенности (монография) / Д. А. Маштаков, А.Н. Автономов, П.Н. Проездов. – Чебоксары, 2018. – 420 с.

71. Медведев, И.Ф. Противозрозионные лесные полосы и их роль в стабилизации экологической обстановки на черноземной пашни Поволжья / И.Ф. Медведев, П.С. Новиков // Волгоград: ВНИАЛМИ. – 2001. – С.130-131.

72. Методика по изучению влияния системы полевых защитных лесных полос на микроклимат и урожай сельскохозяйственных культур. – Волгоград: ВНИАЛМИ, 1973. – 55 с.

73. Методические указания по оценке качества и питательности кормов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200113892>.

74. Минеев, В.Г. Влияние длительного применения удобрений на продуктивность севооборотов и урожайность отдельных культур. Влияние длительного применения удобрений на плодородие почвы и продуктивность севооборотов / В.Г. Минеев и другие // М. – 1978. – №6. – С. 5-29.

75. Михин Д.В. Эколого-мелиоративные особенности полевых защитных насаждений Воронежской области [Электронный ресурс] / Д.В. Михин // Современные проблемы науки и образования. – 2013.- №6.- Режим доступа: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=11575>.

76. Мосолов, И.В. Физиологические основы применения минеральных удобрений / И.В. Мосолов // Изд. 2-е, перераб. и дополн. – М.: Колос, 1979. – 255 с.

77. Мусиенко, Г.А. Влияние 22-летнего применения удобрений на плодородие почвы и урожай зерновых культур севооборота. В кн.: Влияние длительного применения удобрений на плодородие почвы и продуктивность севооборотов / Г.А. Мусиенко, С.Т. Мумиенко, А.И. Третьяк. – М.: Колос. 1974. – Вып. 4 – 16 с.

78. Научно обоснованные системы земледелия Саратовской области на 1986 -1990 годы. – Саратов. 1988. – 180 с.

79. Никитин, П.Д. Теория и практика полезащитного лесоразведния ВНИАЛМИ / П.Д. Никитин // Итоги работы института, опытных станций и опорных пунктов. – Волгоград, 1961. – Т. 1. – Вып. 35.

80. Овечко Н. Н. Особенности биопродуктивности подсолнечника в зоне влияния лесных полос / Н. Н. Овечко, О. В. Рулева // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2018. – № 5. – С. 25-29.

81. ОСТ. 56-69-83. Площади пробные лесоустроительные. Метод закладки. –М.: ЦБНТИ Гослесхоза СССР, 1983. – 60с.

82. О плане полезащитных лесонасаждений, внедрения травопольных севооборотов, строительства прудов и водоемов для обеспечения высоких и устойчивых урожаев в степных и лесостепных районах Европейской части СССР. – М.: ОГИЗ-Политиздат, 1948.

83. О неотложных мерах по защите почв от ветровой и водной эрозии, М., 1967.

84. Павловский Е.С. Концепция современной агролесомелирации / Е.С.Павловский. – Волгоград, 1992. – 38 с.

85. Павловский, Е. С. Итоги и перспективы развития агролесомелиоративной науки / Е. С. Павловский, К. Н. Кулик // Проблемы и перспективы развития мелиорации, водного и лесного хозяйства (к 75-летию РАСХН). – М: ВНИАЛМИ. – 2004. – С. 204-206.

86. Павловский, Е.С. Зоны влияния лесных полос и земледелие / Е.С. Павловский, М.М. Лазарев / Науч. тр. ВНИАЛМИ. – Волгоград. – 1988. – Вып. 2 (94). – С. 5 -14.

87. Павловский, Е.С. Экологические и социальные проблемы агролесомелиорации / Е.С. Павловский. – М.: Агропромиздат, 1988. – 182 с.

88. Павловский, Е.С. Методика системных исследований лесоаграрных ландшафтов / Е.С. Павловский, М.И. Долгилевич, М.И. и др. – ВАСХНИЛ, ВНИАЛМИ. –М, 1985 – 112 с.

89. Панников, В.Д. Почва, климат, удобрение и урожай / В.Д. Панников, В.Г. Минеев. – М.: Колос, 1977. – 416 с. с илл.

90. Панов, В.И. Водно-балансовые исследования на опытных водосборах с различными ландшафтами в степной зоне Поволжья / В.И. Панов // Сб. науч.тр. Поволжской АГЛОС. – Куйбышев. –1978. – Вып.9. – С. 38 -58.

91. Панфилов, А. В. Теоретическое и экспериментальное обоснование адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агролесомелиорации в степной и сухостепной зонах Поволжья: автореф. дис. дис. ... доктора сельскохозяйственных наук: 06.01.01, 06.03.03 / Андрей Владимирович Панфилов. – Пенза, 2017. – 39 с.

92. Петелько, А. И. Защитные лесные насаждения в Орловской области / А. И. Петелько // Материалы междунар. науч.-практ. конф. – Волгоград: ВНИАЛМИ. – 2008. – С. 79-81.

93. Петербургский, А.В. Агрохимия и физиология питания растений / А.В. Петербургский. – М.: Россельхозиздат, 1971. – 334 с.

94. Писаренко, А. И. Защитное лесоводство – составная часть устойчивого управления лесами / А. И. Писаренко // Защитное лесоразведение в Российской Федерации: материалы Международной научно – практической конференции, посвященной 80-летию Всероссийского научно-исследовательского института агролесомелиорации. – Волгоград: ВНИАЛМИ. – 2011. – С. 92-103.

95. Питательные корма. Фураж. Он-Лайн. – Режим доступа: <https://www.furazh.ru/dictoth?data=18453>.

96. Полуэктов, Е.В. Влияние защитных лесных полос на урожайность сельскохозяйственных культур / Е.В. Полуэктов, Г.Т. Балакай // Экологические проблемы развития агроландшафтов и способы повышения их продуктивности: сб.ст. по материалам Международной научно-экологической конференции. – Краснодар. – 2018. – С.504-507.

97. Понятовская, В. М. Учет обилия и особенности размещения видов в естественных растительных сообществах / В.М. Понятовская, А.А. Корчагин,

Е. М. Лавренко, // Полевая геоботаника. – Москва-Ленинград: Наука. 1964. – Т.3. – С. 209-288.

98. Почвозащитное земледелие на склоновых землях Поволжья (рекомендации) / Под ред. А. Н. Каштанова. – М.: Россельхозиздат, 1983. – 36 с.

99. Практикум по агрохимии / Под редакцией В.Г. Минеева. – М.: МГУ имени М.В. Ломоносова, 2001. – 689 с.

100. Проездов, П.Н. Влияние лесных и гидротехнических мелиораций на влагозапасы в зоне аэраций степных ландшафтов Приволжской возвышенности / П.Н. Проездов, Д.А. Маштаков, Е.Г. Давыдова // Агролесомелиорация в системе адаптивно-ландшафтного земледелия: поиск новой модели (к 90-летию академика РАСХН Е.С. Павловского): материалы Международной научно – практической конференции аспирантов и молодых ученых. – Волгоград: ВНИАЛМИ. – 2013. – С. 190-194.

101. Проездов, П.Н. Водопотребление трав пастбищ в зависимости от снежности зим и водности весен в степи Приволжской возвышенности / П.Н. Проездов, Д.А. Маштаков, А.Н. Ковалев // Материалы международной научно-практической конференции «Научные исследования – основа модернизации сельскохозяйственного производства. – Тюмень: ТГСХА. – 2011. – С. 174-177.

102. Проездов, П.Н. Закономерности водопотребления естественного травостоя пастбищ под влиянием гидротехнических и лесных мелиораций в степных ландшафтах Приволжской возвышенности / П.Н. Проездов, Д.А. Маштаков, А.Н. Ковалев, Е.Г. Давыдова, В.Г. Попов // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. – 2012. – № 2.

103. Проездов, П.Н. Закономерности водопотребления трав пастбищ под влиянием агротехнических и лесных мелиораций в степи Приволжской возвышенности / П.Н. Проездов, Д.А. Маштаков, А.В. Розанов, О.Г. Удалова. // Вестник Саратовского госагроуниверситета им Н.И. Вавилова. – 2014 - №4. – С. 22 - 24.

104. Проездов, П.Н. Агролесомелиорация: монография / П.Н. Проездов, Д.А. Маштаков // СГАУ им Н.И. Вавилова. – Саратов, 2016. – 472 с.

105. Проездов, П.Н. Продуктивность и водопотребление трав пастбищ под влиянием агротехнических и лесных мелиораций в степи Приволжской возвышенности / П.Н. Проездов, О.Г. Удалова / Материалы XVI международной научно-практической конференции // Современные проблемы гуманитарных и естественных наук. – М: ЦРНС. – 2013. – С.42-47.

106. Проездов, П.Н. Лесомелиорация в первой четверти XXI века: исторические вехи, концепция, теория, эксперимент, практика. Стратегия развития / П.Н. Проездов, Д.А. Маштаков // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. – Саратов. – 2013. – № 8. – С. 24-28.

107. Проездов, П.Н. Динамика видового состава и продуктивности трав пастбищ под влиянием лесных полос / П.Н. Проездов, А.В. Панфилов, О.Г. Удалова, Е.В. Гулина, Н.А. Спивак // Аграрный научный журнал. – 2017. – №8. – С. 24-28.

108. Проездов, П.Н. Закономерности воздействия защитных лесных насаждений и удобрений на продуктивность пастбищ в степи Поволжья / П.Н. Проездов, Д.В. Есков, Н.В. Дормидонтова, А.В. Розанов, Д.А. Маштаков // Успехи современного естествознания. – 2020. – №12. – С.42 – 48.

109. Проездов, П.Н. Почвозащитная и экономическая эффективность использования пастбищных угодий под влиянием лесомелиоративных и агрохимических приемов на южном черноземе / П.Н. Проездов, О.Г. Удалова, Н.В. Дормидонтова, Д.В. Есков, А.В. Розанов // Успехи современного естествознания. – 2022. – №3. – С. 22 – 29.

110. Пронько, В.В. Отзывчивость сельскохозяйственных культур на минеральные удобрения в различных гидротермических условиях степного Поволжья / В.В. Пронько, М.П. Чуб, Т.М. Ярошенко, Н.Ф. Климова, Д.Ю. Журавлёв // Аграрный научный журнал. – Саратов. – 2017. – №9. – С. 27-32.

111. Пронько, В.В. Продуктивность севооборота и баланс питательных веществ при длительном внесении минеральных удобрений в степном Поволжье / В.В. Пронько, М.П. Чуб, Т.М. Ярошенко, Н.Ф. Климова, Д.Ю. Журавлёв // Аграрный научный. – Саратов. – 2017. – № 5. – С. 33-40.

112. Противоэрозионный комплекс на ландшафтной основе в борьбе с засухой и эрозией почв в условиях глобальной неустойчивости климата и интенсификации сельского хозяйства среднего Поволжья / С.Н. Немцев, К.И. Карпович, С.Н. Никитин, А.И. Захаров, Р.В. Науметов. – Ульяновск, 2018. – 157 с.

113. Прянишников, Д.Н. Азот в жизни растений и в земледелии СССР. Избранные сочинения / Д.Н. Прянишников. – М.: АН СССР, 1965. – Т. 3.

114. Пугачева А. М. Полезационные лесные полосы как один из факторов повышения урожайности сельскохозяйственных культур в засушливых условиях юга России / А. М. Пугачева, А. В. Вдовенко // Итоги и перспективы развития агропромышленного комплекса: сборник материалов Международной научно-практической конференции. – Солёное Займище. – 2019. – С. 476-480.

115. Пугачева, А. М. Роль агролесомелиоративных систем в степном землепользовании / А. М. Пугачева // Степи Северной Евразии: материалы VIII международного симпозиума. – Оренбург. – 2018. – С. 800–803.

116. Рекомендации по изысканиям и проектированию снегозадерживающих лесных полос вдоль автомобильных дорог [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.infosait.ru/norma_doc/45/45391/index.htm

117. Рекомендации по методике проведения наблюдений и исследований в полевом опыте / НИИСХ Юго-Востока. – Саратов, 1973. - 323 с.

118. Рекомендации по принципам размещения и формированию конструкций агролесомелиоративных насаждений / Под ред. П.Н. Проездова. ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ им. Н.И. Вавилова». – Саратов, 2008. – 55 с.

119. Роде, А. А. Основы учения о почвенной влаге / А. А. Роде – Л.: Гидрометеиздат, 1965. – Т.1. – 644 с.

120. Роде, А. А. Основы учения о почвенной влаге / А. А. Роде – Л.: Гидрометеиздат, 1965. –Т.2. – 1969-228 с.

121. Розанов, А.В. Закономерности влияния факторов среды на продуктивность сельскохозяйственных культур в системе лесных полос / А.В.

Розанов, П.Н. Проездов, И.А. Пуговкина // Материалы Международной научно-практической конференции аспирантов и молодых ученых «Агролесомелиорация в системе адаптивно-ландшафтного земледелия: поиск новой модели». – Волгоград: ВНИАЛМИ. – 2013. – С. 210-213.

122. Рулев, А.С. Воздействие лесных полос на микроклимат сельскохозяйственных полей / А.С. Рулев, О.В. Рулева, Г.А. Рулев // В сборнике: Современное состояние и инновационные пути развития мелиорации и орошаемого земледелия. Материалы международной научно-практической конференции специалистов, ученых и аспирантов, посвященной 75-летию Победы в Великой Отечественной войне. – Махачкала. – 2020. С. 43-50.

123. Рулев, А. С. Лесомелиорация агроландшафтов в изменяющихся региональных условиях климата / А. С. Рулев, Ткаченко Н. А // Экологические аспекты использования земель в современных экономических формациях: материалы Международной научно-практической конференции. – Волгоград. – 2017. – С. 16-22.

124. Рулев, А.С. Развитие территории лесомелиорации ландшафтов / А.С. Рулев, О.В. Рулева // В сборнике: Современное ландшафтно-экологическое состояние и проблемы оптимизации природной среды регионов. Материалы XIII Международной ландшафтной конференции, посвященной столетию со дня рождения Ф.Н. Милькова. В 2-х томах. – Под ред. В.Б. Михно. – 2018. –С. 23-25.

125. Рулева, О. В. Влияние лесных полос на показатель водопотребления ярового ячменя / О. В. Рулева, Е. В. Семинченко // Лесотехнический журнал. – 2020. – Т. 10. – № 1 (37). – С. 69–75.

126. Рулева, О.В. Водопотребление ярового ячменя в зависимости от лесных полос / О. В. Рулева, Е. В. Семинченко // АгроФорум. – 2021. – № 1. – С. 56-58.

127. Рулева, О.В. Динамика скорости ветра в орошаемых агролесоландшафтах / О.В. Рулева, Н.Н. Овечко // Метеорология и гидрология. – 2018. – № 9. – С. 97-103.

128. Рулева, О.В. Особенности биопродуктивности подолнечника в зоне влияния лесных полос / Н.Н. Овечко, О.В. Рулева // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2018. – № 5. – С. 25-29.

129. Рулева, О.В. Характеристика полезащитных лесных полос и их мелиоративный эффект на подсолнечник в зоне южных карбонатных черноземов / О.В. Рулева, Д.К. Сучков // Аграрная наука. – 2021. - №5. – С. 38-43.

130. Ряховский, А.В. Агрономическая химия в приложении к условиям степных районов Российской Федерации / А.В. Ряховский, И.А. Батулин, А.П. Березнев. – Оренбург, 2004. – 283 с.

131. Сажин, А.Н. Блокирующие процессы и погодно-климатические аномалии на юго-востоке / А.Н. Сажин, Ю.И. Васильев // Защитное лесоразведение в Российской Федерации: материалы Международной научно – практической конференции, посвященной 80-летию ВНИИ агролесомелиорации. – Волгоград: ВНИАЛМИ. – 2011. – С. 402-408.

132. Сарычев, А. Н. Влияние защитных лесных насаждений и приемов обработки почвы на агрофизические свойства каштановых почв и урожайность сельскохозяйственных культур / А. Н. Сарычев, М. В. Костин, Ю. Н. Плескачев // Лесной вестник. Forestry Bulletin. – 2021. – Т. 25. – № 6. – С. 63-70.

133. Сарычев, А. Н. Водный режим и фитосанитарное состояние посевов озимой пшеницы в условиях агролесоландшафта / А. Н. Сарычев // Нива Поволжья. – 2017. – № 4(45). – С. 132-138.

134. Сарычев, А. Н. Содержание основных элементов питания пшеницы в светло-каштановой почве в зоне влияния полезащитных лесных полос в зависимости от приемов обработки почвы / А. Н. Сарычев // Агрохимический вестник. – 2019. – № 5. – С. 25-30.

135. Сарычев, А. Н. Эффективность ползащитных насаждений и технологий обработки почвы в сухостепной зоне Волгоградской области / А. Н. Сарычев // Вестник Марийского государственного университета. Серия: Сельскохозяйственные науки. Экономические науки. – 2018. – Т. 4. – № 2(14). – С. 55-63.

136. Сарычев, А.Н. Агроэкологические условия возделывания озимой пшеницы под защитой лесных полос / А. Н. Сарычев, Д. Е. Михальков, А. В. Вдовенко, О. М. Воробьева // Аграрный вестник Урала. – 2021. – № 1(204). – С. 11-20.

137. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ RU 2017660097 Россия. Расчет биомассы сельскохозяйственных культур за вегетационный период в межполосном пространстве / О.В. Рулева, Н.Н. Овечко; заявитель и правообладатель Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук». – 2017617476; заявл. 18.07.2017; опубл. 14.09.2017.

138. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ RU 2017663290 Россия. Расчет фотосинтетического потенциала озимой пшеницы за вегетационный период в облесенном агролесоландшафте / О.В. Рулева, Н.Н. Овечко; заявитель и правообладатель Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук». – 2017660190; заявл. 10.10.2017; опубл. 28.11.2017.

139. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ RU 2018616969 Россия. Расчет высоты сельскохозяйственных культур за вегетационный период в межполосном пространстве / О.В. Рулева, Н.Н. Овечко; заявитель и правообладатель Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр агроэкологии,

комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук». – 2018614331; заявл. 27.04.2018; опубл. 09.06.2018 Бюл. № 6.

140. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ RU 2018618791 Россия. Расчет суточных приростов биомассы злаковых сельскохозяйственных культур в межполосном пространстве / О.В. Рулева, Н.Н. Овечко; заявитель и правообладатель Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук». – 2018616420; заявл. 21.06.2018; опубл. 20.07.2018 Бюл. № 7.

141. Сенкевич, А.А. Методика разработки нормативов прибавок урожая важнейших сельскохозяйственных культур от мелиоративного влияния полезащитных лесных полос / А.А. Сенкевич, В.М. Трибунская, И.М. Чекунов. – М.: ГОСПЛАН СССР, МСХ СССР, 1978. – 49 с.

142. Система ведения агропромышленного производства Саратовской области. – Саратов: Детская литература, 1998. – 321 с.

143. Скородумов, А. С. Эродированные почвы и продуктивность сельскохозяйственных культур / А. С. Скородумов. – Киев: Урожай, 1973. – 270 с.

144. Соколов, А.В. Агрохимия фосфора / А.В. Соколов. – М., 1950. – 196с.

145. Справочник агролесомелиорации. – М.: Лесная промышленность, 1984. – 248 с.

146. Справочник агронома / Под ред. А.Г. Крючкова. – Челябинск: Южно-Уральск, 1989. – 288 с.

147. Сталинский план преобразования степей и лесостепей [Электронный ресурс] (дата обращения: 28.03.2018)

148. Степанов, А. М. Лесополосы в агроландшафтах / А. М. Степанов // Защитное лесоразведение в Российской Федерации: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 80-летию ВНИИ агролесомелиорации. – Волгоград: ВНИАЛМИ. – 2011. – С. 121-124.

149. Стратегия развития защитного лесоразведения в РФ на период до 2020 г. / К.Н. Кулик, В.И. Петров, А.С. Рулёв и др. // РАСХН, ВНИАЛМИ. – Волгоград. – 2008. – 34 с.

150 Стратегия развития защитного лесоразведения в Российской Федерации до 2025 года / К.Н. Кулик, А.Л. Иванов, А.С. Рулёв и др. // РАСХН, ВНИАЛМИ. –Волгоград. – 2018. – 36 с.

151. Танюкевич, В. В. Продуктивность и мелиоративная роль лесных полос степных агроландшафтов: монография / В. В. Танюкевич. – Новочеркасск, 2012. - 175 с.

152. Танюкевич, В. В. Фитонасыщенность полевых защитных лесных полос как фактор их мелиоративного влияния / В. В. Танюкевич, В. М. Ивонин // Науч. журнал Рос. НИИ проблем мелиорации. – 2014. – №2. – С. 24-28

153. Танюкевич, В.В. Надземная фитомасса лесных полос, их влияние на ветровой режим и влагонакопление агроландшафтов [Электронный ресурс] / В. В. Танюкевич // Науч. журнал КубГАУ. – Краснодар: КубГАУ. – 2013. – №07(091). – Режим доступа: <http://ejkubagro.ru/2013/07//pdf/38.pdf>

154. Трибунская, В.И. Экономическая эффективность защитных лесных насаждений в системе охраны почв от эрозии / В.И. Трибунская. – М.:Агропромиздат,1990.–208 с.

155. Туева, О.Ф. Последствия азотного и фосфорного голодания на растения / О.Ф. Туева, С.А. Самойлова. – ДАН СССР, 1948. – Т. 59. – №3. – 24 с.

156. Турчин, Ф.В. Азотное питание растений и применение азотных удобрений / Ф.В. Турчин. – М.: Колос, 1972 – 336 с.

157. Удалова, О. Г. Воздействие лесных полос и мульчированных щелей на эрозию и продуктивность пастбищ в степи Приволжской возвышенности: автореф. дис. ... кандидата сельскохозяйственных наук: 06.03.03 / Ольга Геннадьевна Удалова. – Саратов, 2014. – 20 с.

158. Усов, Н. И. Почвы Саратовской области / Н. И. Усов. – Саратов: Облиздат, 1948. – Ч. 1. – 286 с.

159. Устройство противозерозионных насаждений. М.: Лесная промышленность, 1972. – 150 с.

160. Федеральная программа развития агролесомелиоративных работ в России / РАСХН, ВНИАЛМИ, 1995. – 245 с.

161. Хлистовский, А.Д. Влияние длительного применения удобрений на плодородие почвы и продуктивность севооборотов. Влияние концентрированных и балластных минеральных удобрений на агрохимические свойства почвы и химический состав растений – (Науч. тр. / ВИУА; вып. 4) / А.Д. Хлистовский, З.М. Осипова. – М.: Колос, 1973. – 98 с.

162. Цветков, Ф. В. Травы повышают плодородие почвы. / Ф. В. Цветков // Земледелие. -2000. №5. - С. 10.

163. Черкасов, А. А. Влияние контурной организации территории и лесных полос на эрозионно-гидрологические процессы и продуктивность лесостепных агроландшафтов ЦЧО / А. А. Черкасов, И. П. Здоровцов, Т. Я. Зарудная // Защитное лесоразведение в Российской Федерации: материалы Международной научно – практической конференции, посвященной 80-летию Всероссийского научно-исследовательского института агролесомелиорации. – Волгоград: ВНИАЛМИ. – 2011. – С. 265-268.

164. Четвериков, Ф. П. Перспективные приёмы обработки почвы в сухостепной зоне Поволжья / Четвериков Ф. П., Денисов Е. П., Денисов К. Е., Солодовников А. П., Полетаев И. С. – Саратов, 2017. – 200 с.

165. Чижов, Б.А. Использование азота и фосфора удобрений растениями при различной влажности почвы / Б.А. Чижов // Социалистическое зерновое хозяйство, 1941. – №1.

166. Чуб, М.П. Влияние длительного применения удобрений на урожай культур зернопропашного севооборота и плодородие южного чернозема в засушливой степи Поволжья. В кн.: Влияние длительного применения на плодородие почвы и продуктивность севооборотов / М.П. Чуб и др. – М., 1985. – 126 с.

167. Шабаев, А. И. Концептуальные основы адаптивно-ландшафтного агролесомелиоративного обустройства земель в Поволжье / А. И. Шабаев, П.Н. Проездов, Д.А. Маштаков, Т.Н. Ковалева, А.Н. Ковалев // Нива Поволжья. – 2011. – № 3 (20). – С. 49-56.

168. Шабаев, А.И. Адаптивно-экологические ситемы земледелия в агроландшафтах Поволжья / А. И. Шабаев. – Саратов, СГАУ, 2003. – 320 с.

169. Шабаев, А.И. Адаптивно-ландшафтная модернизация агролесомелиоративного обустройства земель в Поволжье / А.И. Шабаев, П.Н. Проездов, Д.А. Маштаков // Доклады РАСХН. – М. – 2012. – №4. – С.31-35.

170. Шамсутдинов, Н. З. Восстановление биологического разнообразия и продуктивности аридных пастбищных экосистем Поволжья / Н. З. Шамсутдинов, В. А. Парамонов // Защитное лесоразведение, мелиорация земель и проблемы земледелия в Российской Федерации: материалы международной научно- практической конференции. – Волгоград. – 2008. –С. 285-287.

171. Энциклопедия агролесомелиорации / Под ред. Е.С. Павловского. – Волгоград: ВНИАЛМИ, 2004. – 678 с.

172. Электронный фонд правовых и нормативных документов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200113892>

173. Эффективность сельскохозяйственного производства (методические рекомендации) / Под редакцией И.С. Санду, В.А. Свободина, В.И. Нечаева, М.В. Косолаповой, В.Ф. Федоренко. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2013. – 228 с.

174. Agrawal, A. Governing agriculture-forest landscapes to achieve climate change mitigation / A. Agrawal, E. Wollenderg, L. Persha // Global Environmental Change. – 2014. Nov. – Vol. 29. – P. 270-280.

175. Koshkalda, I.V. Ecological and economic basis of anti-erosion stability of forest-agrarian landscapes / I.V. Koshkalda, V.V. Tyshkovets, A.A. Susks //

Journal of geology geography and geoecology. – 2018. – Vol. 27. – №3. – P. 444-452.

176. Liu, T.X. Agroforestry Systems in Northern Temperate Zone and Productive Perspectives / T.X. Liu, S. W. Zhang // Advanced Materials Research. – 2011. – Vol. 304. – P. 253-258.

177. On approval of the rules for the maintenance of protective forest plantations: draft Order of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation (prepared by the Ministry of Agriculture of the Russian Federation on March 22, 2016) [Electronic resource]. Access mode: <https://garant.ru/products/ipo/prime/doc/56564135/>, 2019.

178. Parihaar, R.S. Status of an indigenous agroforestry system: A case Study in Kumaun Himalaya, India / R.S. Parihaar, K. Bargal // Indian Journal of Agricultural Sciences. – 2015. – No. 85. (3). – P. 442-447.

179. Proezdov P. Influence pattern of forest strips complex and mulched par plowing in crop rotations on erosion in the Volga region steppe / P. Proezdov, D. Eskov, D. Mashtakov, A. Rosanov // Proceedings of the Ecological-Socio-Economic Systems: Models of Competition and Cooperation (ESES 2019). Atlantis Press. – Paris, France. – 2020. – P. 319-322.

**Основные климатические показатели по многолетним данным
метеостанции «Октябрьский Городок» Татищевского района**

Климатические показатели	Месяцы												Год
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Температура воздуха, °С: средняя	-11,9	-11,6	-5,7	5,3	14,7	8,9	21,3	19,7	13,4	5,6	-2,3	9,2	4,9
максимальная	6,8	4,9	16	26,2	32,9	38,4	38,8	38,7	31,5	25,6	20,4	5,2	38, 8
минимальная	-41,4	-37,0	-25,3	-16,3	-7,3	0,9	5,9	2,5	-2,7	-16,5	-30,8	-36,6	-41,4
Осадки в мм, среднее кол-во	33	25	22	27	31	50	48	37	42	32	39	38	424
Относительная влажность воздуха средняя, в 13 ч %	82	79	78	58	42	44	44	45	50	65	78	85	62,5
Высота снежного покрова в см:	16	20	29	3								8	-
2 декада	18	23	19									14	-
3 декада	18	24	9								5	16	-
Направление ветров (%):													
С	4,7	5,1	5,1	6,3	10,2	9,2	9,2	6,8	5,6	5,2	5,3	3,4	6,4
СВ	4,7	5,1	4,8	7,0	10,6	8,1	8,3	7,9	4,4	5,7	4,6	4,7	6,3
В	9,0	12,0	9,3	11,0	9,8	7,5	7,4	8,2	5,0	5,9	8,6	11,8	8,8
ЮВ	18,6	18,6	16,7	19,0	14,0	9,3	7,0	9,7	15,5	15,9	19,0	19,0	15,2
Ю	13,4	12,2	11,5	13,1	13,2	13,4	8,3	9,9	12,7	17,1	16,9	16,0	13,2
ЮЗ	7,3	7,0	8,1	9,2	9,2	10,1	12,2	11,2	11,3	10,4	8,0	7,8	9,3
З	22,5	21,0	24,5	17,3	16,4	20,0	24,6	26,8	25,5	20,5	19,9	19,4	21,5
СЗ	19,8	19,0	20,0	17,1	16,6	22,4	23,0	19,5	20,0	19,3	17,7	17,9	19,3

Гранулометрический состав почв в лесной полосе и на опытном участке, %

Местоположение. Крутизна склона, градус	Горизонт	Глубина, см	Размеры фракций, мм							Содержание фракций, < 0,01
			> 1	1- 0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005- 0,001	< 0,001	
Лесная полоса 3,5 ⁰	A ₀	0-0,7	-	-	-	-	-	-	-	-
	A ₁	0,7-20	23,7	7,6	15,1	20,9	11,9	9,6	11,2	32,7
	B	20-56	36,2	11,2	16,1	13,2	7,7	6,7	8,9	23,3
	C	56 и более	66,6	13,1	6,0	3,1	3,3	4,6	3,3	11,2
Пастбище 4,5 ⁰	A	0-13	26,8	12,8	13,1	16,6	7,2	13,1	10,4	30,7
	B	13-37	40,1	8,9	9,1	10,0	13,8	10,4	7,7	31,9
	C	37 и более	72,3	4,9	3,7	3,0	3,3	5,9	6,9	16,1

A₀ – лесная подстилка (0-0,7см)

Результаты замеров высоты и плотности снежного покрова
на склоне «Сафаровый» 18.02.2018г.

№ п/п	Место замера	Высота снега, см	Плотность снега, г/см ³	Запасы воды в снегу, мм
1	На водоразделе	70	0,31	215
2	На верхней опушке	70		215
3	ЛП	75	0,32	248
4	Между ЛП и КК	77	0,32	250
5	1-я КК перед кулисой	74	0,32	237
6	Между 1КК и 2КК (пастбище)	70	0,30	210
9	Перед 2-й КК	74	0,31	235
7	За 2КК	68	0,34	231
8	Между 2КК и 3КК (пастбище)	73	0,32	237
10	Перед 3-й КК	73	0,34	240

Результаты замеров высоты и плотности снежного покрова
на склоне «Сафаровый» 14.02.2019г.

№ п/п	Место замера	Высота снега, см	Плотность снега, г/см ³	Запасы воды в снегу, мм
1	Начало водораздела	50	0,23	115
2	Середина водораздела	60	0,24	144
3	5Н до ЛП	60	0,24	144
4	1Н до ЛП	70	0,23	161
5	Внутри ЛП	30	0,25	75
6	1Н после ЛП	70	0,24	168
7	Внутри кустарниковой кулисы №1	65	0,26	169
8	Между кулисами №1 и №2	42	0,25	105
9	Внутри кустарниковой кулисы №2	88	0,22	194
10	Между кулисами №2 и №3	62	0,23	143
11	Внутри кустарниковой кулисы №3	74	0,24	177
12	За кулисой №3	59	0,23	136

Результаты замеров высоты и плотности снежного покрова
на склоне «Сафаровый» 19.02.2020г

Место определения	Высота снега, см	Плотность снега, г/см ³	Запасы воды в снегу, мм
Водораздел (пастбище)	8,5	0,29	25
1Н от ЛП вверх по склону (пастбище)	15,0	0,20	30
Между ЛП и 1-й КК (пастбище)	27,5	0,27	75
Между 1КК и 2КК (пастбище)	37,0	0,35	130
Между 2КК и 3КК (пастбище)	47,5	0,31	147
За 3КК (пастбище)	33	0,30	99

**Дисперсионный анализ продуктивности трав пастбищ в 2018 г. т/га,
(ГТК = 0,45)**

Таблица 1 – Продуктивности трав пастбищ в 2018 г.

Доза удобрений (фактор А), кг/га	Вид защитных насаждений (фактор В)	Повторности			Суммы	Средние
		1	2	3		
0	Без защитных насаждений (ЗН)	2,38	2,26	2,29	6,93	2,31
	Кустарниковые кулисы (КК)	2,80	2,75	2,73	8,28	2,76
	Лесные полосы (ЛП)	2,85	2,96	2,92	8,73	2,91
	ЛП+КК	3,01	3,10	3,07	9,18	3,06
N ₃₀ P ₃₀	Без ЗН	2,55	2,46	2,43	7,44	2,48
	КК	2,91	2,97	3,00	8,88	2,96
	ЛП	3,07	3,21	3,11	9,39	3,13
	ЛП+КК	3,42	3,29	3,37	10,08	3,36
N ₆₀ P ₆₀	Без ЗН	2,58	2,48	2,53	7,59	2,53
	КК	3,16	3,10	3,07	9,33	3,11
	ЛП	3,23	3,38	3,32	9,93	3,31
	ЛП+КК	3,52	3,47	3,60	10,59	3,53
Общая сумма					106,35	2,95

Таблица 2 – Определения сумм для главных эффектов и взаимодействия

Доза удобрений (фактор А), кг/га	Вид защитных насаждений (фактор В)				Суммы А
	Без ЗН	КК	ЛП	ЛП+КК	
0	6,93	8,28	8,73	9,18	33,12
N ₃₀ P ₃₀	7,44	8,88	9,39	10,08	35,79
N ₆₀ P ₆₀	7,59	9,33	9,93	10,59	37,44
Суммы В	21,96	26,49	28,05	29,85	106,35

Таблица 3 – Результаты дисперсионного анализа двухфакторного вегетационного опыта 3x4

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F _ф	F ₀₅
Общая	4,7	35	—	—	—
Доз удобрений (А)	0,8	2	0,4	96	3,4
Видов защитных насаждений (В)	3,8	3	1,27	304	3,01
Взаимодействия АВ	0	6	0	0	2,51
Остаток	0,1	24	0,004167	—	—

Наименьшая существенная разность (НСР) для оценки существенности частных различий:

$$HCP_{05} = t_{05} \sqrt{\frac{2 \cdot s_{\text{остаток}}^2}{n}} \quad HCP_{05} = 1,99 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 0,004167}{3}} = 0,11 \text{ т/га}$$

Здесь s_i^2 – средние квадраты из Таблицы 4, t_{05} – значение критерия Стьюдента при заданном числе степеней свободы на 5%-ом уровне значимости.

Разности между любыми средними, превышающие величину 0,05, *значимы* на 5%-ом уровне.

Оценки существенности главных эффектов и взаимодействий

где фактор А – удобрения; В – вид лесных насаждений.

НСР для фактора А:

$$HCP_{05} = t_{05} \sqrt{\frac{2 \cdot s_A^2}{Lb \cdot n}} \quad HCP_{05} = 4,3 \sqrt{\frac{2 \cdot 0,04}{12}} = 0,35$$

НСР для фактора В:

$$HCP_{05} = t_{05} \sqrt{\frac{2 \cdot s_B^2}{La \cdot Lc \cdot n}} \quad HCP_{05} = 3,18 \sqrt{\frac{2 \cdot 1,27}{6}} = 2,07$$

НСР для взаимодействия АВ:

$$HCP_{05} = t_{05} \sqrt{\frac{2 \cdot s_{AB}^2}{n}} \quad HCP_{05} = 2,45 \sqrt{\frac{2 \cdot 0,01}{3}} = 0,20$$

Таблица 4 – Сводная таблица НСР для главных эффектов и парных взаимодействий

Главные эффекты взаимодействия	Средние квадраты s^2	Число степеней свободы	t_{05}	НСР ₀₅
Фактор А	0,40	2	4,30	0,35
Фактор В	1,27	3	3,18	2,07
Взаимодействие АВ	0,08	4	2,78	0,20
Остаток (ошибки)	0,001	78	1,99	0,05

**Дисперсионный анализ продуктивности трав пастбищ в сухом 2019г., т/га
(ГТК = 0,30)**

Таблица 1 – Основные обозначения

Удобрения, кг/га	Вид ЗЛН	Расстояние от ЛП, Н	Число повторений	Общее число наблюдений
Фактор А	Фактор В	Фактор С	$n = 3$	$N = La \cdot Lb \cdot Lc \cdot n$
Число уровней фактора А	Число уровней фактора В	Число уровней фактора С		
$La = 3$	$Lb = 4$	$Lc = 3$		$N = 108$

Таблица 2 – Исходные данные

Факторы			Повторения X			Суммы V	Средние значения	Суммы V*V	Суммы V ²
A	B	C	1	2	3				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A ₁ N ₀ P ₀	0,2 B ₁	C ₁ -3Н	0,97	1,01	1,02	3,00	1,00	3,00	9,00
		C ₂ -10Н	1,01	0,98	0,99	2,97	0,99	2,94	8,82
		C ₃ -18Н	0,96	1,00	1,02	2,97	0,99	2,94	8,82
	0,4 B ₂	C ₁ -3Н	1,28	1,31	1,26	3,84	1,28	4,92	14,74
		C ₂ -10Н	1,33	1,37	1,38	4,08	1,36	5,55	16,65
		C ₃ -18Н	1,37	1,35	1,32	4,05	1,35	5,47	16,40
	0,6 B ₃	C ₁ -3Н	1,54	1,58	1,61	4,74	1,58	7,79	22,47
		C ₂ -10Н	1,48	1,52	1,53	4,53	1,51	6,84	20,52
		C ₃ -18Н	1,40	1,39	1,42	4,20	1,40	5,88	17,64
	0,9 B ₄	C ₁ -3Н	1,69	1,71	1,68	5,07	1,69	8,57	25,70
		C ₂ -10Н	1,62	1,64	1,60	4,86	1,62	7,87	23,62
		C ₃ -18Н	1,50	1,48	1,47	4,44	1,48	6,57	19,71
A ₂ N ₃₀ P ₃₀	0,2 B ₁	C ₁ -3Н	1,08	1,10	1,07	3,24	1,08	3,50	10,50
		C ₂ -10Н	1,06	1,09	1,06	3,21	1,07	3,43	10,30
		C ₃ -18Н	1,09	1,10	1,06	3,24	1,08	3,50	10,50

Продолжение приложения 7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A ₂ N ₃₀ P ₃₀	0,4 B ₂	C ₁ -3H	1,40	1,39	1,47	4,26	1,42	6,05	18,15
		C ₂ -10H	1,51	1,53	1,52	4,56	1,52	6,93	20,79
		C ₃ -18H	1,47	1,51	1,52	4,50	1,50	6,75	20,25
	0,6 B ₃	C ₁ -3H	1,82	1,81	1,77	5,40	1,80	9,72	29,16
		C ₂ -10H	1,67	1,71	1,72	5,10	1,70	8,67	26,01
		C ₃ -18H	1,64	1,6	1,59	4,83	1,61	7,78	23,33
	0,9 B ₄	C ₁ -3H	1,98	1,93	1,94	5,85	1,95	11,41	34,22
		C ₂ -10H	1,83	1,88	1,90	5,61	1,87	10,49	31,47
		C ₃ -18H	1,74	1,68	1,71	5,13	1,71	8,77	26,32
A ₃ N ₆₀ P ₆₀	0,2 B ₁	C ₁ -3H	1,10	1,12	1,13	3,36	1,12	3,76	11,29
		C ₂ -10H	1,12	1,11	1,12	3,36	1,12	3,76	11,29
		C ₃ -18H	1,11	1,12	1,13	3,36	1,12	3,76	11,29
	0,4 B ₂	C ₁ -3H	1,50	1,45	1,43	4,38	1,46	6,39	21,32
		C ₂ -10H	1,62	1,57	1,58	4,77	1,59	7,58	25,28
		C ₃ -18H	1,53	1,58	1,54	4,65	1,55	7,2	24,02
	0,6 B ₃	C ₁ -3H	1,91	1,85	1,82	5,58	1,86	10,38	31,14
		C ₂ -10H	1,74	1,79	1,75	5,28	1,76	9,29	27,88
		C ₃ -18H	1,61	1,57	1,62	4,80	1,60	7,61	23,04
	0,9 B ₄	C ₁ -3H	2,00	2,05	2,04	6,03	2,03	12,36	37,09
		C ₂ -10H	1,94	1,89	1,90	5,73	1,91	10,94	32,82
		C ₃ -18H	1,70	1,75	1,74	5,19	1,73	8,98	26,94
Суммы P		$\sum(X^2) = 247,51$			$\sum V$ 160,23		$\sum V*V$ 247,43	$\sum(V^2)$ 742,29	

Формулы и значения параметров

$$\sum X = 160,23$$

$$(\sum X)^2 = 25673,65$$

$$C = (\sum X)^2 / N = 237,72$$

$$C_y = \sum(X^2) - C = 9,79$$

$$C_v = \sum(V^2) / n - C = 9,71$$

$$C_a = \sum(A^2) / (L_b * L_c * n) - C = 11,07$$

$$C_b = \sum(B^2) / (L_a * L_c * n) - C = 1,45$$

$$C_c = \sum(C^2) / (L_a * L_b * n) - C = 2,80$$

$$C_{ab} = \sum(AB)^2 / (L_c * n) - C - C_a - C_b = 0,34$$

$$C_{ac} = \sum(AC)^2 / (L_b * n) - C - C_a - C_c = 1,59$$

$$C_{bc} = \sum(BC)^2 / (L_a * n) - C - C_b - C_c = 0,05$$

$$C_{abc} = C_v - (C_a + C_b + C_c + C_{ab} + C_{ac} + C_{bc}) = 0,14$$

$$\text{Остаток} = C_y - C_v = 0,08$$

Таблица 3 – Сводная таблица оценок главных эффектов и взаимодействий

Главные факторы и взаимодействия	Значения оценок
C_a	11,07
C_b	1,45
C_c	2,80
C_{ab}	0,34
C_{ac}	1,59
C_{bc}	0,05
C_{abc}	0,14
Остаток	0,08

Таблица 4 – Результаты дисперсионного анализа трехфакторного эксперимента (3·4·3)·3=108

Вид дисперсии	Сумма квадратов	Степени свободы	Средние квадраты s^2	F_{fact}	F_{tab}
Общая	9,79	107	—	—	—
Повторений	9,71	2	—	—	—
Фактор А	11,07	2	5,54	455,44	19,1
Фактор В	1,45	3	0,48	67,97	19,1
Фактор С	2,80	2	1,40	30,91	3,2
Взаимодействие АВ	0,34	4	0,08	7,38	5,9
Взаимодействие АС	1,59	4	0,40	9,92	2,4
Взаимодействие ВС	0,05	6	0,01	0,31	2,4
Взаимодействие АВС	0,14	6	0,02	0,11	2,4
Остаток (ошибки)	0,08	78	0,001	—	—

Наименьшая существенная разность (НСР) для оценки существенности частных различий:

$$\text{НСР}_{05} = t_{05} \sqrt{\frac{2 \cdot s_{\text{остаток}}^2}{n}} \qquad \text{НСР}_{05} = 1,99 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 0,001}{3}} = 0,05 \text{ т/га}$$

Здесь s_i^2 – средние квадраты из Таблицы 4, t_{05} – значение критерия Стьюдента при заданном числе степеней свободы на 5%-ом уровне значимости.

Разности между любыми средними, превышающие величину 0,05, *значимы* на 5%-ом уровне.

Оценки существенности главных эффектов и взаимодействий

где фактор А – удобрения; В – вид лесных насаждений; С – расстояние от лесных насаждений.

НСР для фактора А:

$$\text{НСР}_{05} = t_{05} \sqrt{\frac{2 \cdot s_A^2}{Lb \cdot Lc \cdot n}} \qquad \text{НСР}_{05} = 4,3 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 5,54}{36}} = 2,38$$

НСР для фактора В:

$$\text{НСР}_{05} = t_{05} \sqrt{\frac{2 \cdot s_B^2}{La \cdot Lc \cdot n}} \qquad \text{НСР}_{05} = 3,18 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 0,48}{27}} = 0,60$$

НСР для фактора С:

$$\text{НСР}_{05} = t_{05} \sqrt{\frac{2 \cdot s_C^2}{La \cdot Lb \cdot n}} \qquad \text{НСР}_{05} = 4,3 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 1,40}{36}} = 1,20$$

НСР для взаимодействия АВ:

$$\text{НСР}_{05} = t_{05} \sqrt{\frac{2 \cdot s_{AB}^2}{Lc \cdot n}} \qquad \text{НСР}_{05} = 2,78 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 0,08}{9}} = 0,37$$

НСР для взаимодействия АС:

$$\text{НСР}_{05} = t_{05} \sqrt{\frac{2 \cdot s_{AC}^2}{Lb \cdot n}} \qquad \text{НСР}_{05} = 2,78 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 0,4}{12}} = 0,72$$

НСР для взаимодействия ВС:

$$\text{НСР}_{05} = t_{05} \sqrt{\frac{2 \cdot s_{BC}^2}{La \cdot n}} \qquad \text{НСР}_{05} = 2,45 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 0,01}{9}} = 0,12$$

НСР для взаимодействия АВС:

$$\text{НСР}_{05} = t_{05} \sqrt{\frac{2 \cdot s_{ABC}^2}{n}} \qquad \text{НСР}_{05} = 2,45 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 0,02}{3}} = 0,28$$

Таблица 5 – Сводная таблица НСР для главных эффектов и парных взаимодействий

Главные эффекты взаимодействия	Средние квадраты s^2	Число степеней свободы	t_{05}	НСР ₀₅
Фактор А	5,54	2	4,30	2,38
Фактор В	0,48	3	3,18	0,60
Фактор С	1,40	2	4,30	1,20
Взаимодействие АВ	0,08	4	2,78	0,37
Взаимодействие АС	0,40	4	2,78	0,72
Взаимодействие ВС	0,01	6	2,45	0,12
Взаимодействие АВС	0,02	6	2,45	0,28
Остаток (ошибки)	0,001	78	1,99	0,05

**Дисперсионный анализ продуктивности трав пастбищ во влажном 2020г.,
т/га (ГТК = 1,15)**

Таблица 1 – Основные обозначения

Удобрения, кг/га	Вид ЗЛН	Расстояние от ЛП, Н	Число повторений	Общее число наблюдений
Фактор А	Фактор В	Фактор С	$n = 3$	$N = La \cdot Lb \cdot Lc \cdot n$
Число уровней фактора А	Число уровней фактора В	Число уровней фактора С		
$La = 3$	$Lb = 4$	$Lc = 3$		$N = 108$

Таблица 2 – Исходные данные

Факторы			Повторения X			Суммы V	Средние значения	Суммы V*V	Суммы V ²
А	В	С	1	2	3				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A ₁ N ₀ P ₀	0,2 B ₁	C ₁ -3Н	3,78	3,71	3,73	11,22	3,74	41,96	125,89
		C ₂ -10Н	3,67	3,72	3,68	11,07	3,69	40,85	122,54
		C ₃ -18Н	3,73	3,67	3,73	11,13	3,71	41,29	123,88
	0,4 B ₂	C ₁ -3Н	4,00	4,07	4,05	12,12	4,04	48,96	146,89
		C ₂ -10Н	3,99	3,95	3,91	11,85	3,95	46,81	140,42
		C ₃ -18Н	3,90	3,95	3,94	11,79	3,93	46,33	139,00
	0,6 B ₃	C ₁ -3Н	4,15	4,09	4,12	12,36	4,12	50,92	152,77
		C ₂ -10Н	4,03	4,11	4,07	12,21	4,07	49,69	149,08
		C ₃ -18Н	4,08	4,02	3,99	12,09	4,03	48,72	146,17
	0,9 B ₄	C ₁ -3Н	4,15	4,23	4,22	12,60	4,20	52,92	158,76
		C ₂ -10Н	4,15	4,06	4,09	12,30	4,10	50,43	151,29
		C ₃ -18Н	4,00	4,06	4,09	12,15	4,05	49,21	147,62
A ₂ N ₃₀ P ₃₀	0,2 B ₁	C ₁ -3Н	4,23	4,16	4,18	12,57	4,19	52,67	158,00
		C ₂ -10Н	4,20	4,13	4,18	12,51	4,17	52,17	156,50
		C ₃ -18Н	4,17	4,22	4,18	12,57	4,19	52,67	158,00

Продолжение приложения 8

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A ₂ N ₃₀ P ₃₀	0,4 B ₂	C ₁ -3H	4,66	4,55	4,59	13,80	4,60	63,48	190,44
		C ₂ -10H	4,46	4,53	4,51	13,50	4,50	60,75	182,25
		C ₃ -18H	4,51	4,44	4,46	13,41	4,47	59,94	179,83
	0,6 B ₃	C ₁ -3H	4,72	4,83	4,79	14,34	4,78	68,54	205,56
		C ₂ -10H	4,68	4,76	4,69	14,13	4,71	66,55	199,66
		C ₃ -18H	4,62	4,71	4,65	13,98	4,66	65,15	195,44
	0,9 B ₄	C ₁ -3H	5,01	4,92	4,95	14,88	4,96	73,80	221,41
		C ₂ -10H	4,76	4,84	4,83	14,43	4,81	69,41	208,22
		C ₃ -18H	4,81	4,76	4,74	14,31	4,77	68,26	204,78
A ₃ N ₆₀ P ₆₀	0,2 B ₁	C ₁ -3H	4,32	4,26	4,20	12,78	4,26	54,44	163,33
		C ₂ -10H	4,19	4,23	4,21	12,63	4,21	53,17	159,52
		C ₃ -18H	4,25	4,20	4,15	12,60	4,20	52,92	158,76
	0,4 B ₂	C ₁ -3H	4,78	4,70	4,65	14,13	4,71	66,55	199,66
		C ₂ -10H	4,62	4,70	4,69	14,01	4,67	65,43	196,28
		C ₃ -18H	4,70	4,63	4,65	13,98	4,66	65,15	195,44
	0,6 B ₃	C ₁ -3H	4,83	4,90	4,94	14,67	4,89	71,74	215,21
		C ₂ -10H	4,80	4,83	4,83	14,46	4,82	69,70	209,09
		C ₃ -18H	4,74	4,79	4,81	14,34	4,78	68,55	205,64
	0,9 B ₄	C ₁ -3H	5,08	5,00	5,01	15,09	5,03	75,90	227,71
		C ₂ -10H	4,89	4,92	4,98	14,79	4,93	72,91	218,74
		C ₃ -18H	4,94	4,86	4,90	14,70	4,90	72,03	216,09
Суммы P		2120,62				475,50 ΣV		2109,97 ΣV*V	6361,86 Σ(V ²)

Формулы и значения параметров

$$\sum X = 475,50$$

$$(\sum X)^2 = 226100,25$$

$$C = (\sum X)^2 / N = 2093,52$$

$$C_y = \sum(X^2) - C = 27,21$$

$$C_v = \sum(V^2) / n - C = 27,10$$

$$C_a = \sum(A^2) / (L_b * L_c * n) - C = 35,67$$

$$C_b = \sum(B^2) / (L_a * L_c * n) - C = 4,34$$

$$C_c = \sum(C^2) / (L_a * L_b * n) - C = 8,70$$

$$C_{ab} = \sum(AB)^2 / (L_c * n) - C - C_a - C_b = 1,02$$

$$C_{ac} = \sum(AC)^2 / (L_b * n) - C - C_a - C_c = 5,03$$

$$C_{bc} = \sum(BC)^2 / (L_a * n) - C - C_b - C_c = 0,16$$

$$C_{abc} = C_v - (C_a + C_b + C_c + C_{ab} + C_{ac} + C_{bc}) = 0,23$$

$$\text{Остаток} = C_y - C_v = 0,11$$

Таблица 3 – Сводная таблица оценок главных эффектов и взаимодействий

Главные факторы и взаимодействия	Значения оценок
Ca	35,67
Cb	4,34
Cc	8,70
Cab	1,02
Cac	5,03
Cbc	0,16
Cabc	0,23
Остаток	0,11

Таблица 4 – Результаты дисперсионного анализа трехфакторного эксперимента
(3·4·3)·3=108

Вид дисперсии	Сумма квадратов	Степени свободы	Средние квадраты s^2	F _{fact}	F _{tab}
Общая	27,21	107	—	—	—
Повторений	16,44	2	—	—	—
Фактор А	35,67	2	17,84	455,44	19,00
Фактор В	4,34	3	1,45	67,97	19,16
Фактор С	8,70	2	4,35	30,91	3,2
Взаимодействие АВ	1,02	4	0,26	7,38	5,9
Взаимодействие АС	5,03	4	1,26	9,92	2,4
Взаимодействие ВС	0,16	6	0,03	0,31	2,4
Взаимодействие АВС	0,23	6	0,04	0,11	2,4
Остаток (ошибки)	0,11	78	0,001	—	—

Наименьшая существенная разность (НСР) для оценки существенности частных различий:

$$\text{НСР}_{05} = t_{05} \sqrt{\frac{2 \cdot s_{\text{остаток}}^2}{n}} \qquad \text{НСР}_{05} = 1,99 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 0,001}{3}} = 0,05 \text{ т/га}$$

Здесь s_i^2 – средние квадраты из Таблицы 4, t_{05} – значение критерия Стьюдента при заданном числе степеней свободы на 5%-ом уровне значимости.

Разности между любыми средними, превышающие величину 0,05, *значимы* на 5%-ом уровне.

Оценки существенности главных эффектов и взаимодействий

где фактор А – удобрения; В – вид лесных насаждений; С – расстояние от лесных насаждений.

НСР для фактора А:

$$\text{НСР}_{05} = t_{05} \sqrt{\frac{2 \cdot s_A^2}{Lb \cdot Lc \cdot n}} \qquad \text{НСР}_{05} = 4,30 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 17,84}{36}} = 4,28$$

НСР для фактора В:

$$\text{НСР}_{05} = t_{05} \sqrt{\frac{2 \cdot s_B^2}{La \cdot Lc \cdot n}} \qquad \text{НСР}_{05} = 3,18 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 1,45}{27}} = 1,04$$

НСР для фактора С:

$$\text{НСР}_{05} = t_{05} \sqrt{\frac{2 \cdot s_C^2}{La \cdot Lb \cdot n}} \qquad \text{НСР}_{05} = 4,30 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 4,35}{36}} = 2,11$$

НСР для взаимодействия АВ:

$$\text{НСР}_{05} = t_{05} \sqrt{\frac{2 \cdot s_{AB}^2}{Lc \cdot n}} \qquad \text{НСР}_{05} = 2,78 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 0,26}{9}} = 0,67$$

НСР для взаимодействия АС:

$$\text{НСР}_{05} = t_{05} \sqrt{\frac{2 \cdot s_{AC}^2}{Lb \cdot n}} \qquad \text{НСР}_{05} = 2,78 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 1,26}{12}} = 1,27$$

НСР для взаимодействия ВС:

$$\text{НСР}_{05} = t_{05} \sqrt{\frac{2 \cdot s_{BC}^2}{La \cdot n}} \qquad \text{НСР}_{05} = 2,45 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 0,03}{9}} = 0,20$$

НСР для взаимодействия АВС:

$$\text{НСР}_{05} = t_{05} \sqrt{\frac{2 \cdot s_{ABC}^2}{n}} \qquad \text{НСР}_{05} = 2,45 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 0,04}{3}} = 0,40$$

Таблица 5 – Сводная таблица НСР для главных эффектов и парных взаимодействий

Главные эффекты взаимодействия	Средние квадраты s^2	Число степеней свободы	t_{05}	НСР ₀₅
Фактор А	17,84	2	4,30	4,28
Фактор В	1,45	3	3,18	1,04
Фактор С	4,35	2	4,30	2,11
Взаимодействие АВ	0,26	4	2,78	0,67
Взаимодействие АС	1,26	4	2,78	1,27
Взаимодействие ВС	0,03	6	2,45	0,20
Взаимодействие АВС	0,04	6	2,45	0,40
Остаток (ошибки)	0,001	78	1,99	0,05

Влияние удобрений (%) в системе защитных лесных насаждений на продуктивность трав пастбищ (2018 - 2020гг.)

Годы исследо вания	Доза удобрений (фак тор А), кг/га	Защитные лесные насаждения (ЗЛН) (фактор В)											
		Без ЗЛН			Кустарниковые кулисы (КК)			Лесные полосы (ЛП)			ЛП+КК		
		ЗН*	10Н	18Н	ЗН	10Н	18Н	ЗН	10Н	18Н	ЗН	10Н	18Н
2018г. – срдне сухой, Р = 80%, ГТК = 0,45	60	7,4	6,5	6,6	7,2	7	5,3	7,6	7,1	6,8	9,8	10,1	10
	120	9,5	8,3	8,3	12,7	12,6	11,6	13,7	13,8	14	15,4	14,8	14,4
	Сред нее	8,5	7,4	7,5	10	9,8	8,5	10,7	10,5	10,4	12,6	12,5	12,2
2019г. - сухой, Р = 85%, ГТК = 0,30	60	8	8	9,1	10,9	11,8	10,3	13,9	12,6	15	15,4	15,4	15,5
	120	12	13,1	13,1	14,1	16,9	14,8	17,7	16,6	14,3	20,1	17,9	17
	Сред нее	10	10,6	11,1	12,5	14,4	12,6	15,8	14,6	14,7	17,8	16,7	16,3
2020г. - влажный, Р = 13%, ГТК = 1,15	60	12,0	13,0	12,9	13,9	13,9	13,7	16,0	15,7	15,6	18,1	17,3	17,8
	120	13,9	14,1	13,2	16,6	18,2	18,6	18,7	18,4	18,6	19,8	20,2	21,0
	Сред нее	13,0	13,6	13,0	15,3	16,1	16,1	17,4	17,1	17,1	19,0	18,8	19,4
В среднем за 2018 - 2020гг.	60	9,1	9,2	9,5	10,7	10,9	9,8	12,5	11,8	12,5	14,4	14,3	14,4
	120	11,8	11,8	11,5	14,5	15,9	15,0	16,7	16,3	15,6	18,4	17,6	17,5
	Сред нее	10,5	10,5	10,5	12,6	13,4	12,4	14,6	14,1	14,1	16,5	16,0	16,0

Н* - защитная высота лесной полосы (ЛП); ЗН - 18Н - расстояние от ЛП, измеряемое в единицах Н (фактор С); Р - вероятность превышения увлажнения вегетационного периода, %; ГТК - гидротермический коэффициент.

Акт внедрения в производство научно-технических разработок и передового опыта

АКТ

внедрения в производство научно-технических разработок и передового опыта

Наименование внедренного мероприятия. Влияние реконструированных защитных лесных насаждений и минеральных удобрений на продуктивность трав пастбища 1-го укоса в 2018 – 2020гг. на территории хозяйств с системами лесных полос и кустарниковых кулис в Татищевском районе Саратовской области

Каким научным учреждением разработка предложена к внедрению. Г. Саратов, ФГБОУ ВО «Саратовский ГАУ им. Н. И. Вавилова», кафедра «Лесное хозяйство и ландшафтное строительство»

Кем принято решение о внедрении мероприятий. Лесничества Министерства природных ресурсов и экологии Саратовской области

Календарные сроки внедрения (начало-конец) май-август 2018-2020 гг.

Объём внедрения мероприятий– 103 га.

Фактический эффект от внедрения реконструированных защитных лесных насаждений и минеральных удобрений на единицу площади– прибавка продуктивности трав пастбищ 1,12 т/га (47,8%), или 1,97 т к. ед./га.

Экономическая эффективность: на единицу площади – 9,5 тыс. руб/га (расчет, исходя из цены овса 4,8 тыс. руб/т); на весь объем внедрения – 978,5 тыс. руб.

Фамилия И.О. и должность работников, ответственных за внедрение:

от Министерства - Первый заместитель министра природных ресурсов и экологии Саратовской области - начальник управления лесного хозяйства, профессор Попов В.Г., лесничий Вязовского лесничества Хохлов А.И..

участвующие во внедрении от университета - профессор Проездов П. Н., доцент Есков Д.В., доцент Маштаков Д. А., аспиранты Дормидонтова Н.В., Свиридов С.В.

Председатель комиссии, ответственный за внедрение:

В.Г. Попов ✓

А.И. Хохлов ✓

Представители университета:

П.Н. Проездов ✓

Д.В. Есков ✓

Д.А. Маштаков ✓

Н.В. Дормидонтова ✓

С.В. Свиридов ✓

Акт составлен 12.01.2021 г.

