

На правах рукописи



ПЕТРОВ МАКСИМ ВЯЧЕСЛАВОВИЧ

**ОБОСНОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ПРОТИВОЭРОЗИОННОГО
КОМПЛЕКСА В АДАПТИВНО-ЛАНДШАФТНЫХ СИСТЕМАХ
ЗЕМЛЕДЕЛИЯ УЛЬЯНОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

4.1.1. Общее земледелие и растениеводство

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Ульяновск, 2026

Диссертационная работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Ульяновский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина»

Научный руководитель: **Тойгильдин Александр Леонидович**
доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры земледелия, растениеводства и селекции ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина»
директор, Ульяновский НИИСХ – филиал СамНЦ РАН

Официальные оппоненты: **Иванов Дмитрий Анатольевич**
доктор сельскохозяйственных наук, профессор, член-корреспондент РАН, главный научный сотрудник отдела мониторинга состояния и использования осушаемых земель, «Всероссийский научно-исследовательский институт мелиорированных земель - филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения Федерального исследовательского центра «Почвенный институт имени В.В. Докучаева»

Гулянов Юрий Александрович
доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ведущий научный сотрудник отдела степеведения и природопользования, «Институт степи Уральского отделения Российской академии наук – обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки Оренбургского федерального исследовательского центра Уральского отделения Российской академии наук»

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Курский федеральный аграрный научный центр»

Защита состоится «15» апреля 2026 г. в 14⁰⁰ часов на заседании диссертационного совета 35.2.017.01 при ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет» по адресу: 420015, г. Казань, ул. К. Маркса, д. 65, зал заседаний, тел. +7(843) 598-40-50. e-mail: info@kazgau.com.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке при ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет», адрес: 420064, г. Казань, ул. Р. Гарева, д.62 и на сайте университета www.kazgau.ru

Автореферат разослан «___» _____ 2026 года

Приглашаем Вас принять участие в обсуждении диссертации на заседании диссертационного совета. Отзывы на автореферат в 2-х экземплярах, заверенные печатью учреждения, просим направлять по адресу: 420064, г. Казань, ул. Ферма-2, д. 53, Институт агробιοтехнологий и землепользования ФГБОУ ВО Казанский ГАУ, учёному секретарю диссертационного совета Амирову М.Ф., e-mail: dissovet_kazgau@mail.ru.

Ученый секретарь диссертационного совета,
доктор сельскохозяйственных наук, профессор _____ Амиров Марат Фуатович

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследований. В последние годы агропромышленный комплекс показывает внушительные результаты по увеличению производства сельскохозяйственной продукции, однако наряду с этим агрохимические центры страны и ученые все больше констатируют деградацию почвенного плодородия и, прежде всего, в результате эрозионных процессов. На территории Российской Федерации наибольшую долю среди негативных процессов составляет водная эрозия, которой подвержены 1 823,12 тыс. га или 15,9 % площади, при этом в Приволжском федеральном округе она получила наибольшую распространенность – 972,33 тыс. га.

В Республиках Мордовия, Чувашия и в Татарстане смытые почвы в результате воздействия водной эрозии занимают 20-40 % от их общей территории, а в Ульяновской области 10-20 %.

Решение проблем отрицательного влияния эрозионных процессов на почвенный покров и продуктивность пашни возможно за счет освоения комплекса взаимосвязанных агротехнических, организационно-хозяйственных, лесомелиоративных и гидротехнических мероприятий, поэтому исследования по оценке эффективности элементов противоэрозионного комплекса в системе защиты почвы носят актуальный характер.

Цель исследований: изучить влияние противоэрозионных сооружений и лесомелиоративного обустройства в различных типах агроландшафта на изменения показателей плодородия чернозема, эрозионные процессы и урожайность полевых культур для разработки научной основы проектирования противоэрозионных мероприятий, обеспечивающих повышение продуктивности растениеводства на эродированных землях в условиях Ульяновской области.

Задачи исследований:

1. Установить влияние противоэрозионных сооружений, функционирующих более 50 лет, на динамику содержания продуктивной влаги, эрозионные процессы и основные показатели плодородия в ранее деградированных почвах;
2. Выявить влияние лесных насаждений на эрозионные процессы, формирование запасов продуктивной влаги и основные показатели почвенного плодородия в разных типах агроландшафта;
3. Изучить закономерности изменения урожайности и продуктивности полевых культур под влиянием элементов противоэрозионного комплекса в разных типах агроландшафта;
4. Разработать модель для оптимизации расстояния между лесными насаждениями в зависимости от крутизны склона в агроландшафте;
5. Дать эколого-экономическую оценку эффективности элементов противоэрозионного комплекса.

Степень разработанности темы. Вклад в разработку практических и теоретических основ почвозащитного земледелия в условиях Поволжья внесли И. А. Кузник (1962), К. И. Карпович (1977), А. И. Шабаетов (1988), Н. С. Немцев (1996), К. Н. Кулик (1996), В. М. Петров (1998), П. Н. Проездов (1999), С. Н.

Немцев (2005) и др. Основной задачей исследований упомянутых авторов является разработка системного подхода к защите почвенного покрова, включающего комплекс мер по предотвращению эрозии. В межполосных пространствах разрабатывались и совершенствовались агромелиоративные, агротехнические, организационно-хозяйственные и гидротехнические противоэрозионные мероприятия.

Работа имеет особую актуальность, так как аналогичных исследований в структуре противоэрозионного комплекса, функционирующего более 50 лет, в условиях лесостепной зоны Среднего Поволжья не проводилось.

Научная новизна работы. На территории противоэрозионного комплекса, функционирующего более 50 лет, получены новые знания по влиянию гидротехнических сооружений и лесных насаждений на формирование запасов продуктивной влаги, эрозионные процессы и показатели плодородия чернозема, особенности формирования урожая сельскохозяйственных культур по типам агроландшафта. Установлены объемы стока и смыва почвы, повторяемость проявления водной эрозии во времени, потери гумуса и элементов питания из почвы за 25-летний период. Разработана математическая модель оптимизации расстояния между лесными насаждениями в различных типах агроландшафта для условий Ульяновской области. Дана эколого-экономическая оценка эффективности элементов противоэрозионного комплекса.

Теоретическая и практическая значимость. Полученные данные по влиянию лесных полос и гидротехнических сооружений в основных типах сельскохозяйственного ландшафта на основные показатели почвенного плодородия, эрозионные процессы и продуктивность полевых культур могут быть использованы для гидролесомелиоративного обустройства агроландшафтов при разработке адаптивно-ландшафтных систем земледелия. Разработанная математическая модель позволила установить, что при проектировании адаптивно-ландшафтных систем земледелия и противоэрозионных комплексов для получения продуктивности полевых культур не менее 2,7 тыс. з. ед. или с ее вариацией не более 10% в зависимости от удаленности от лесных насаждений в плакорно-равнинном типе агроландшафта лесные полосы следует размещать на расстоянии до 500–550 м, в склоново-ложбинном типе – не более 400–500 м и в склоново-овражном – на расстоянии не более 300–400 м.

Результаты проведенных исследований были успешно внедрены на опытной станции «Новоникулинская» в Цильнинском районе Ульяновской области. Полученные данные могут быть применены при разработке адаптивно-ландшафтных систем земледелия, функционирующих в условиях региона.

Методология и методы исследования базируются на анализе научной литературы, в том числе трудах как отечественных, так и зарубежных авторов. В ходе исследования используется комплексный метод, который объединяет теоретические и эмпирические способы анализа. Среди теоретических методов выделяется обработка данных с применением статистического анализа и математического моделирования, что обеспечивает выявление значимых закономерностей и тенденций.

Основные положения, выносимые на защиту:

- закономерности накопления продуктивной влаги, эрозионные процессы и изменения основных показателей почвенного плодородия на разных типах агроландшафта, доказывающие, что лесные насаждения и противоэрозионные сооружения выполняют заданные функции в течение длительного времени;

- особенности формирования урожайности и продуктивности полевых культур под влиянием элементов противоэрозионного комплекса в разных типах агроландшафта, позволяющие установить эффективность противоэрозионных сооружений и оптимизировать расстояния между лесными насаждениями в зависимости от крутизны склона;

- показатели экономической и эколого-экономической эффективности элементов противоэрозионного комплекса.

Достоверность результатов исследования обеспечивается применением комплексного подхода, включающего проведение полевых экспериментов с использованием современных и апробированных методик, теоретические разработки, обширный экспериментальный материал, статистическую обработку данных с применением компьютерных программ, а также необходимое количество повторений учетов и наблюдений.

Апробация результатов. Основные результаты исследовательской работы докладывались на международных научно-практических конференциях: «Развитие агропромышленного комплекса на основе современных научных достижений и цифровых технологий», г. Великие Луки, 2022 г.; «Актуальные проблемы аграрной науки, производства и образования», г. Воронеж, 2022 г.; «Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения», г. Ульяновск, 2023 г.

Публикации по теме диссертации. В рамках диссертационного исследования было опубликовано 16 научных работ, среди которых 3 публикации в рецензируемых изданиях, входящих в перечень ВАК РФ, а также 2 монографии.

Объем и структура диссертации. Диссертационная работа изложена на 192 страницах компьютерного текста, состоит из введения, 5-ти глав, заключения, рекомендации производству, списка использованной литературы и приложений. Она содержит 20 рисунков, 37 таблиц и 51 приложение. Список литературы включает 188 наименований, в том числе 24 - на иностранном языке.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

ПОЧВОЗАЩИТНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ В АДАПТИВНО-ЛАНДШАФТНЫХ СИСТЕМАХ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

Проведен аналитический обзор литературных сведений по изучаемой проблеме. Раскрыты теоретические основы построения адаптивно-ландшафтных систем земледелия, основные факторы проявления и меры борьбы с эрозией почв, в также влияние лесных полос на агроэкологическое состояние агроландшафтов. Установлено, что адаптивно-ландшафтные системы земледелия позволяют достигнуть высокой эффективности производства, сохране-

ния ресурсов и снижения негативного воздействия на окружающую среду. Несмотря на научный задел в области освоения системы земледелия, в условиях изменения климата, с учетом современного развития отрасли, интенсификации сельского хозяйства и необходимости обеспечения продовольственной безопасности страны требуется постоянное обновление приемов повышения устойчивости функционирования агроландшафтов.

МЕТОДИКА И УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводились на базе опытной станции «Новоникулинская» Цильнинского района Ульяновской области. Поставленные вопросы и задачи решались при закладке и проведении стационарных многолетних полевых опытов.

Опыт № 1: Динамика показателей плодородия, эрозия почв агроландшафтов и продуктивность культур в пределах влияния противоэрозионных гидротехнических сооружений. Исследования были проведены в период с 2021 по 2024 гг. Целью опыта являлось изучение эффективности влияния противоэрозионных сооружений по истечении длительного срока их эксплуатации на эрозионные процессы, плодородие почвы и продуктивность сельскохозяйственных культур в зоне их влияния.

Первым объектом, изученным нами в полевых опытах, является Новоникулинский противоэрозионный вал. Вал имеет длину 104 м, его водосборная площадь составляет 11 га. Во время строительства вала изначально рабочая высота вала составляла 1,25 м, но по истечении длительной эксплуатации (более 50 лет) она сократилась до 0,62 м. Схема севооборота: ячмень сорта Прерия (2021 г.), чистый пар (2022 г.), озимая пшеница сорта Марафон (2023 г.), яровая пшеница сорта Ульяновская 105 (2024 г.).

Второй объект – гидротехническое сооружение открытого типа, совмещенное с водонаправляющими валами (Тимофеевский лоток-быстроток открытого типа). Протяженность водонаправляющих валов составляет 700 м, общая водосборная площадь - 100 га, пропускная способность сооружения - 3,9 м³/сек. Схема севооборота: озимая пшеница сорта Марафон (2021 г.), подсолнечник гибрид Ультра (2022 г.), чистый пар (2023 г.), озимая пшеница сорта Марафон (2024 г.).

На этих двух участках ландшафт представляет собой облесенный водосбор с гидротехническим сооружением у вершины оврага, который включает в себя следующие варианты опыта:

1. Плакорно-равнинный тип агроландшафта (уклон 0-1°);
2. Склоново-ложбинный тип агроландшафта (уклон 1-3°);
3. Склоново-овражный тип агроландшафта (уклон 3-5°);
4. Контроль (незащищенная часть поля).

Севообороты развернуты во времени, размер делянок, находящихся в пределах влияния гидротехнических сооружений, – 30 м на 100 м (3000 м²), повторность опыта - 3-кратная. Почва опытных участков – чернозём выщелоченный среднemosный среднесуглинистый по гранулометрическому составу.

Опыт № 2: Динамика показателей плодородия почвы, эрозионные процессы и продуктивность полевых культур под влиянием лесных насаждений в различных типах агроландшафта.

Исследования агроэкологических условий межполосного пространства на разных типах агроландшафта проводились в 2022-2024 гг. Возделывались следующие культуры: озимая пшеница сорта Марафон (2022 г.), мягкая яровая пшеница сорта Ульяновская 105 (2023 г.) и твердая яровая пшеница сорта Безенчукская 210 (2024 г.).

Схема опыта:

Фактор А – тип агроландшафта:

- (А₀) Плакорно-равнинный (0-1°);
- (А₁) Склоново-ложбинный (1-3°);
- (А₂) Склоново-овражный (3-5°).

Фактор В – отдаленность от лесной полосы:

- (В₀) Наветренная сторона (западная), расстояние от лесной полосы – 50 м;
- (В₁) Наветренная сторона (западная), расстояние от лесной полосы – 130 м;
- (В₂) Центральная часть поля – 260 м;
- (В₃) Заветренная сторона (восточная), расстояние от лесной полосы – 130 м;
- (В₄) Заветренная сторона (восточная), расстояние от лесной полосы – 50 м.

Исследования проводились в межполосных зонах, которые находятся между продольными лесными насаждениями и расположены перпендикулярно преобладающим юго-западным ветрам, высотой 17-14 метров в зависимости от типа агроландшафта. Наблюдения велись на расстояниях 50, 130 и 260 метров от лесных полос как с наветренной, так и с заветренной стороны в трех типах агроландшафта: плакорно-равнинный (0-1°), склоново-ложбинный (1-3°), склоново-овражный (3-5°).

Севооборот развернут во времени, повторность опыта – 3-кратная, размер делянок – 50 м на 100 м (5000 м²). Почва опытного участка – чернозём выщелоченный среднесуглинистый по гранулометрическому составу.

Технология возделывания полевых культур (нормы высева, глубина и сроки посева, дозы удобрения и др.) основывалась на общепринятых в Ульяновской области агротехнических приемах.

На заложенных опытах проводились следующие наблюдения, учеты и анализы. Учет поверхностного стока и смыва почвы определяли с помощью временных стоковых площадок. Смыв почвы на опытных участках склонов определяли по объему водорослей весной после снеготаяния (Соболев С.С., 1948). Весной перед снеготаянием определяли запасы воды в снеге. Для определения глубины промерзания почвы использованы мерзлотомеры Данилина. Влажность почвы определялась термостатно-весовым методом с последующим пересчётом содержания влаги (%) в мм продуктивной влаги в слое 0-100 см. Плотность почвы определяли методом режущих колец. Структурно-агрегатный анализ почвы проводили в соответствии с методом Н.И. Савинова. Учет урожайности культур проводили путем определения биологической урожайности. Результаты исследований обрабатывали с использованием дисперсионного и

корреляционно-регрессионного анализа по Б.А. Доспехову (1979, 1985), а также методами математического моделирования (Звонорев С.В., 2019). Статистическую обработку результатов полевых опытов проводили на персональном компьютере с использованием программы AGROS версия 2.06. Для анализа экономической эффективности возделывания сельскохозяйственных культур были использованы технологические карты. Экологическую оценку проводили, следуя методике эколого-экономической эффективности агротехнических мероприятий (Голубев А. В., 1997; Рабочев Г.И., 2005).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

ВЛИЯНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ПРОТИВОЭРОЗИОННОГО КОМПЛЕКСА НА ФОРМИРОВАНИЕ АГРОЛАНДШАФТА

Снегоотложение и формирование весеннего стока. На агроландшафтах с гидротехническими сооружениями высота снежного покрова была связана с крутизной склона, и наиболее мощный слой снежного покрова отмечался в нижней части поля – в склоново-овражном типе агроландшафта на обоих изучаемых объектах.

Таблица 1 – Сток и эрозия почвенного покрова по объектам гидротехнических сооружений в 2021–2024 гг.

Годы	Показатели					
	максимальная высота снега, см	запасы воды в снежном покрове, мм	глубина промерзания почвы, см	сток, мм	смыв почвы, т/га	Коэффициент стока
Новоникулинский противоэрозионный вал						
2021	31,8	64,6	56	0	0	-
2022	30,1	87,6	20	0	0	-
2023	26,1	65,5	40	4,30	4,58	0,07
2024	51,4	129,9	12	0,09	0,60	0,00
среднее	34,9	86,9	32	1,10	1,30	0,03
Тимофеевский лоток-быстроток открытого типа						
2021	39,8	70,8	56	0	0	-
2022	39,1	98,2	20	0	0	-
2023	28,2	65,4	40	6,30	6,60	0,10
2024	55,7	138,5	12	0,03	0,52	0,00
среднее	40,7	93,2	32	1,58	1,78	0,04

В среднем за годы исследований на противоэрозионном валу средняя высота снежного покрова составляла 34,8 см, тогда как в верхней части склона она была меньше на 3,4 см (31,4 см), а на контрольном варианте (вне зоны действия вала) – на 5,3 см (29,5 см). Аналогичные закономерности были выявлены на лотке-быстротоке открытого типа: в плакорно-равнинном типе агроландшафта высота снежного покрова составила 34,1 см, а в склоново-овражном – 39,4 см,

что на 5,3 см больше, чем в верхней части склона. В контрольном варианте, на ландшафте вне влияния гидротехнического сооружения, высота снега была наименьшей – 32,3 см.

В 2021 и 2022 годах на изучаемых объектах сток отсутствовал, что обусловлено тем, что в течение периода снеготаяния наблюдалась череда положительных и отрицательных температур. Эти температурные изменения привели к затяжному и последовательному процессу таяния снежного покрова с полей (таблица 1). Отсутствие поверхностного стока в 2022 году также обусловлено промерзанием почвы всего на 20 см.

В 2023 году на объекте противоэрозионный вал возделывалась озимая пшеница, что обусловило меньший смыв почвы, который составил 4,58 т/га (меньше, чем на объекте лоток-быстроток по зяби на 2,02 т/га или на 30,6 %).

В 2024 году выявлено, что на объекте противоэрозионный вал смыв почвы составил 0,60 т/га (зять), а на лотке-быстротоке на зяби объем снизился до 0,52 т/га или на 0,08 т/га или на 13,3 % меньше, что также обусловлено возделываемой культурой – озимой пшеницей.

Выявлено, что в среднем за 4 года количество смытой почвы в результате эрозионных процессов существенно отличалось по типам агроландшафта: плакорно-равнинный тип – 0,03–0,04 т/га или 2,2–2,3 %, склоново-ложбинный – 0,46–0,70 т/га или 37,7–39,3 %, склоново-овражный – 0,78–1,04 т/га или 58,4–60,0 % от общего объема потерь почвы на изучаемом объекте.

Особенности накопления продуктивной влаги в почве. На объекте лоток-быстроток открытого типа было установлено, что средние запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы на плакорно-равнинном агроландшафте составили 151,8 мм, а максимальное накопление продуктивной влаги зафиксировано в склоново-овражном агроландшафте – 159,1 мм, тогда как на контрольном варианте этот показатель был наименьшим и составил 149,6 мм. Аналогичные закономерности наблюдаются и на объекте Новоникулинский противоэрозионный вал.

Агрофизические свойства почвы. Оценка структурно-агрегатного состава почвы показала повышение количества агрономически ценных агрегатов в почве на изучаемых объектах в сравнении с контролем. Также отмечено повышение плотности почвы в пахотном слое почвы (0–30 см) в склоново-овражном типе (1,17 г/см³) в сравнении с плакорно-равнинным типом агроландшафта и контролем на 0,13–0,14 г/см³ на объекте противоэрозионный вал и на 0,05–0,06 г/см³ на объекте лоток-быстроток открытого типа.

На объекте Новоникулинский противоэрозионный вал мощность гумусового горизонта в верхней части склона (плакорно-равнинном типе агроландшафта) составила 40 см, в средней части склона (склоново-ложбинным типом агроландшафта) возросла до 46 см, а вблизи основания вала (склоново-овражный тип агроландшафта) наблюдался значительный намыв почвенных частиц, что привело к увеличению мощности гумусового горизонта до 110 см.

Противоэрозионный вал остановил рост оврага и задержал сток талых вод, переводя их во внутрипочвенную влагу, смытый чернозем с прилегающего

водосбора накопился в зоне прудка в виде мелкозема. Прудок противоэрозионного вала заилён на 51%, так как в результате функционирования сооружения более 50 лет у его основания накопилось около 1290,3 т. мелкозема, а с учетом площади водосбора в среднем за период его эксплуатации ежегодный смыв почвы составил 2,13 т/га с каждого гектара.

Агрохимические показатели плодородия почвы. За период использования противоэрозионных объектов содержание гумуса и элементов питания (NO_3 , NH_4 , P_2O_5 , K_2O) в почвах по типам агроландшафта распределилось неравномерно, и наиболее высокие показатели плодородия сложились в плакорно-равнинном типе, снижаясь к склоново-ложбинному типу. На объекте Тимофеевский лоток-быстроток открытого типа содержание гумуса снизилось на 1,03 %, NO_3 на 30,1 мг/кг почвы (или 32,8 %), NH_4 на 6,3 (или 33,9 %), P_2O_5 на 48,0 (или 22,3 %) и K_2O на 13,2 мг/кг почвы (или 12,9 %) (таблица 2).

Таблица 2 – Содержание гумуса и агрохимическая характеристика почвы в слое 0-30 см в агроландшафтах с Тимофеевским лотком-быстротоком открытого типа (конец вегетации полевых культур, 2021–2024 гг.)

Тип агроландшафта	Гумус, %	Агрохимические показатели плодородия почвы, мг/кг почвы			
		NO_3	NH_4	P_2O_5	K_2O
Плакорно-равнинный (0-1°)	7,96	91,8	18,6	215,3	102,1
Склоново-ложбинный (1-3°)	7,43	67,0	16,0	189,3	92,0
Склоново-овражный (3-5°)	6,93	61,7	12,3	167,3	88,9
Контроль	7,22	62,3	13,8	180,8	90,6
НСР ₀₅	0,43	3,6	4,2	18,1	8,2

На объекте Новоникулинский противоэрозионный вал сложились аналогичные закономерности.

Урожайность и продуктивность полевых культур. Оценка продуктивности полевых культур на объекте лоток-быстроток открытого типа показала, что по выходу зерновых единиц типы агроландшафтов можно расположить в следующий ряд в убывающей последовательности: плакорно-равнинный 2,65 тыс. з.ед. на 1 га > склоново-ложбинный 2,49 тыс. з.ед. на 1 га > склоново-овражный – 1,97 тыс. з.ед. на 1 га > вне зоны действия лотка быстрого тока открытого типа – 1,99 тыс. з.ед. на 1 га. Расчёты показали, что на каждый градус склона ландшафта продуктивность пашни снижалась на 0,136 тыс з.ед. с 1 га.

На объекте Новоникулинский противоэрозионный вал выявлена аналогичная закономерность – продуктивность снижалась с 2,59 до 2,22 тыс. з.ед./га. На каждый градус склона агроландшафта продуктивность пашни снижалась на 0,068 тыс. з.ед. с 1 га.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЛЕСОМЕЛИОРАТИВНЫХ НАСАЖДЕНИЙ В ОСНОВНЫХ ТИПАХ АГРОЛАНДШАФТА

Структурно-агрегатный состав почв. В исследованиях по оценке эффективности лесных насаждений выявлено, что количество агрономически ценных агрегатов в почве (0,25-10 мм) уменьшалось по склону с 81,8 % (плакорно-равнинный тип агроландшафта) до 75,2 % (склоново-овражный тип агроландшафта). Также установлено снижение количества агрономически ценных агрегатов с отдалением от лесных полос, и доля пылеватой фракции (менее 0,25 мм) возрастала в нижней части склона, так как под действием водной эрозии агрегаты разрушались. Установлено, что доля агрономически ценных агрегатов почвы зависела от содержания в ней гумуса ($r = 0,667$).

Снегоотложение и формирование весеннего стока. Наибольший ожидаемый приход весенней влаги за счет таяния снега в межполосном пространстве складывается на плакорно-равнинном типе агроландшафта. При удаленности от наветренной и заветренной лесной полосы на расстояние 50 м этот показатель составил 109,3 и 91,5 мм. С приближением к центру поля (260 м) обеспеченность влагой за счет снега снизилась до 77,3 мм. Аналогичная зависимость прослеживается на склоново-ложбинном и склоново-овражном типах ландшафта, но со значительно меньшим прогнозируемым запасом воды в снежном покрове.

Исследования показали, что за три года (2022-2024 гг.) на поле с плакорно-равнинным типом агроландшафта интенсивность смыва была минимальной и равнялась 0,15 т/га (2,2 %), на склоново-ложбинном типе агроландшафта объем смыва составил 2,77 т/га (41,2 %). Наибольший уровень интенсивности смыва зафиксирован у основания водосбора в склоново-овражном агроландшафте, где это значение достигло 4,40 т/га (65,5 % от общего смыва).

Исследования, проведенные в 1969-1978 гг. Ф. Д. Добрыниным с авторами, были направлены на изучение процесса стока талых вод с зяблевых полей, при этом было установлено, что интенсивность формирования стока на склоновых землях находилась в диапазоне слабой интенсивности, согласно шкале интенсивности стока по Г. П. Сурмачу. В рамках последующих исследований, охватывающих период с 2000 по 2024 годы, был проведен анализ динамики стока талых вод, при этом среднее значение стока составило 3,33 мм, что соответствует коэффициенту стока 0,04 (очень слабой интенсивности). Объем стока снизился в три раза, а количество запасов воды в снеге на водосборе возросло на 20,9 мм по сравнению с исследованиями, проведенными с 1969 по 1978 годы (таблица 3).

За период 2000-2024 годы исследований смыв элементов питания из почвы зависел, главным образом, от степени интенсивности стока с поверхности почвы и в среднем составил 8,6 кг/га.

Таблица 3 – Формирование весеннего стока талых вод на водосборе южной экспозиции с уклоном до 5° (2000-2024 гг.) (Науметов Р.В., 2021 и данные автора)

Годы наблюдений	Запас воды в снеге, мм	Объем стока, мм	Коэффициент стока	Мутность стока, мг/л	Смыв элементов питания, кг/га			
					N	P	K	сумма
2000	138,7	12,8	0,09	следы	4,4	6,9	4,3	15,6
2001	123,6	3,30	0,02	следы	1,6	2,0	1,2	4,8
2002	80,9	0,09	0	следы	0	0	0	0
2003	40,5	0	0	-	0	0	0	0
2004	51,9	0	0	-	0	0	0	0
2005	118,3	9,06	0,07	следы	4,0	3,6	5,0	12,6
2006	115,1	8,61	0,07	следы	2,8	6,8	2,0	11,6
2007	81,5	0,09	0	следы	0	0	0	0
2008	82,0	4,06	0,05	следы	1,3	1,6	2,6	5,5
2009	45,5	1,46	0,03	следы	1,0	0,4	0,4	1,8
2010	86,3	7,66	0,09	следы	3,6	2,1	3,2	8,9
2011	191,7	0,03	0	-	0	0	0	0
2012	141,1	5,40	0,03	следы	3,2	3,6	3,6	10,4
2013	73,6	4,14	0,05	следы	3,9	3,8	2,6	10,3
2014	72,0	2,10	0,02	следы	1,2	1,9	1,1	4,2
2015	55,0	5,18	0,09	следы	3,4	4,7	3,2	11,3
2016	77,5	0	0	-	0	0	0	0
2017	81,5	0	0	-	0	0	0	0
2018	81,9	6,79	0,08	следы	2,9	3,7	4,3	10,9
2019	78,9	0	0	-	0	0	0	0
2020	81,5	6,03	0,09	следы	3,7	2,9	3,1	9,7
2021	77,0	0	0	-	0	0	0	0
2022	101,7	0	0	-	0	0	0	0
2023	69,6	6,30	0,09	следы	1,0	1,7	0,6	3,3
2024	145,1	0,09	0	следы	0	0	0	0
Среднее (2000-2024 гг.)	91,7	3,33	0,04	-	2,7	3,3	2,7	8,6
Среднее (1969-1978 гг.)	70,8	9,30	0,13	-	6,8	8,5	7,0	22,3

По данным Ульяновского филиала ФГБУ «РосАгрохимслужба», по состоянию на 01.01.2025 г. площадь сельхозугодий, подверженных деградации (эрозии и дефляции) на территории Ульяновской области, составляет 922 тыс. га. В ходе эрозионных процессов происходят недобор продукции и ежегодное вымывание значительного количества гумуса, макроэлементов, включая азот, калий и фосфор.

Согласно расчетам, ежегодный недобор продукции растениеводства в масштабах региона составляет не менее 267,4 млн. з.ед. при ежегодном смыве почвы 2,07 т/га, потери гумуса оцениваются в 92,4 тыс. т. (при средневзвешенном содержании 4,84 %), азота и калия – 2,5 тыс. т. и фосфора – 3,0 тыс. т.

Содержание продуктивной влаги. Наибольшее содержание продуктивной влаги в метровом слое почвы было получено в плакорно-равнинном агроландшафте и в среднем по измерениям составило 103,5 мм, в склоново-

ложбинном агроландшафте запасы снизились на 1,4 мм или на 1,4%, в склоново-овражном этот показатель уменьшился ещё значительно – на 7,1 мм или на 7,4%. Также установлено, что минимальные значения данного параметра наблюдались в наиболее отдаленной точке от лесополосы (на расстоянии 260 м) – 93,6 мм, а максимальные значения влагозапасов фиксировались в непосредственной близости от лесной полосы (50 м), достигая 107,7 - 108,1 мм.

В результате проведенного анализа была установлена статистически значимая и сильная корреляционная зависимость ($r = 0,852$) между запасами воды в снежном покрове и весенними показателями продуктивной влаги в метровом слое почвы.

Урожайность сельскохозяйственных культур. Наибольшая урожайность полевых культур отмечена при возделывании на плакорно-равнинном типе агроландшафта (озимая пшеница, 2022 г – 4,54 т/га, яровая пшеница мягкая, 2023 г. – 3,39 т/га, яровая пшеница твердая – 2,56 т/га), а наименьшая – на склоново-овражном типе агроландшафта (озимая пшеница, 2022 г – 3,97 т/га, яровая пшеница мягкая, 2023 г. – 2,71 т/га, яровая пшеница твердая – 1,71 т/га) (таблица 4).

Таблица 4 – Урожайность полевых культур в системе лесных полос в основных типах агроландшафта, т/га (2022-2024 гг.)

Тип агроландшафта	Ориентация лесной полосы на земельном участке	Расстояние от лесной полосы, м	Озимая пшеница 2022 г.	Мягкая яровая пшеница 2023 г.	Твердая яровая пшеница 2024 г.	В среднем, тыс. з.ед.
Плакорно-равнинный (0-1°)	Западная (наветрен.)	50	4,72	3,61	3,44	3,92
		130	4,61	3,34	2,42	3,46
	Центр поля	260	4,15	3,13	1,93	3,07
	Восточная (заветрен.)	130	4,55	3,26	2,41	3,41
		50	4,67	3,61	2,64	3,64
среднее			4,54	3,39	2,56	3,50
Склоново-ложбинный (1-3°)	Западная (наветрен.)	50	4,60	3,35	2,62	3,52
		130	4,35	3,04	2,40	3,26
	Центр поля	260	3,90	2,46	1,67	2,68
	Восточная (заветрен.)	130	4,15	2,88	2,43	3,16
		50	4,21	3,07	2,98	3,42
среднее			4,24	2,96	2,42	3,21
Склоново-овражный (3-5°)	Западная (наветрен.)	50	4,22	3,13	1,82	3,06
		130	3,87	2,66	1,79	2,77
	Центр поля	260	3,60	2,37	1,49	2,49
	Восточная (заветрен.)	130	4,01	2,42	1,66	2,70
		50	4,15	2,98	1,81	2,98
среднее			3,97	2,71	1,71	2,80
НСР ₀₅	фактор А		0,31	0,62	0,71	-
	фактор В		0,22	0,43	0,41	-
	фактор АВ		0,18	0,36	0,32	-

Продуктивность изучаемых культур снижалась в зависимости от агроландшафта с 3,50 тыс. з.ед./га (плакорно-равнинный тип агроландшафта) до 2,80 тыс. з.ед./га (склоново-овражный тип агроландшафта), при этом на каждый градус склона продуктивность снижалась на 0,14 тыс. з.ед.

Оценка продуктивности полевых культур в зависимости от влияния расстояния от лесных насаждений показала, что на каждые 100 м отдаления она снижалась на 0,22-0,33 з.ед. с наветренной стороны и на 0,19-0,29 з.ед. - с заветренной, изменяясь по типам агроландшафта.

Величина урожайности изучаемых культур имела прямую связь с запасами продуктивной влаги в почве (2021 г. $r = 0,599$; 2023 г. $r = 0,812$; 2024 г. $r = 0,642$) с количеством агрономически ценных агрегатов в почве (2021 г. $r = 0,607$; 2023 г. $r = 0,677$; 2024 г. $r = 0,430$), а также с содержанием гумуса в почве (2021 г. $r = 0,480$; 2023 г. $r = 0,500$; 2024 г. $r = 0,137$).

Оптимизация расстояния между лесными насаждениями. Полученные данные в результате наших исследований позволили разработать модель функционирования агроландшафтов.

В результате проведённых исследований выявлено влияние расстояния между лесными полосами на продуктивность полевых культур, на основании чего методами математической статистики получено уравнение регрессии, достоверно описывающее характер изменения продуктивности Q (y, α), (тыс. з.ед./га) в зависимости от расстояния от лесополосы y и крутизны склона местности α , (град):

$$Q(y, \alpha) = 4.243 + 0.141y^2 - 0.786y - 0.014\alpha^2 - 0.14\alpha$$

Графически уравнение представлено в форме поверхности отклика (рисунок 1).

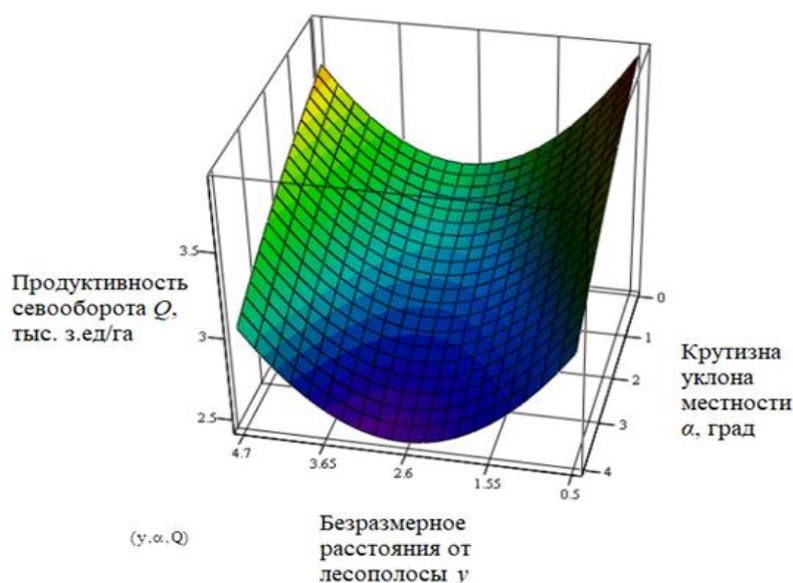


Рисунок 1 – Изменения продуктивности севооборота Q , (тыс. з.ед./га) в зависимости от безразмерного расстояния от лесополосы y и крутизны уклона местности α (град)

На рисунке 2 приведены графики регрессионных и теоретических зависимостей средней продуктивности $q(l)$, (тыс. з.ед./га) от ширины межполосного пространства l , (м) при различных углах уклона α (град).

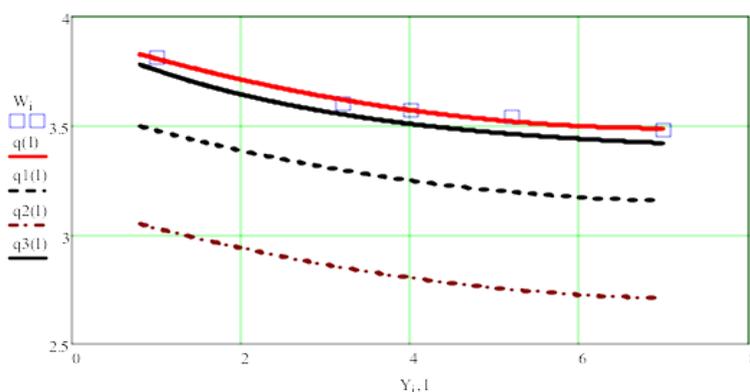


Рисунок 2 – Зависимость средней продуктивности полевых культур $q(l)$, (тыс. з.ед./га) от расстояния между лесными полосами l , (м), при различных углах уклона α (град)

Обозначения: $q(l) - \alpha = 0^\circ$; $q_1(l) - \alpha = 2^\circ$; $q_2(l) - \alpha = 4^\circ$; $q_3(l) - \alpha = 8^\circ$; –теоретическая зависимость средней урожайности от ширины между лесными полосами при $\alpha = 0^\circ$; Точками обозначены опытные значения средней урожайности $q(l)$, (т/га) в зависимости от ширины лесной полосы l , при $\alpha = 0^\circ$.

Математической моделью, в основу которой положена задача о средней продуктивности зерновых культур, полученной в межполосном пространстве определенной ширины, является классическая модель закона Фурье экспоненциального изменения средней продуктивности q в зависимости от ширины межполосного пространства l :

Частное решение для средней продуктивности q в зависимости от ширины межполосного пространства l при угле уклона – $\alpha = 0^\circ$ эта зависимость находится по формуле:

$$q = 3.37 + 0.54e^{-0.34l},$$

Расчеты показывают, что при разработке адаптивно-ландшафтных систем земледелия и проектировании противоэрозионных комплексов для получения продуктивности полевых культур не менее 2,7 тыс. з. ед. или с ее колебаниями не более 10% в зависимости от отдаленности от лесных насаждений в плакорно-равнинном типе агроландшафта лесные полосы следует размещать на расстоянии до 500-550 м, в склоново-ложбинном типе - не более 400-500 м и в склоново-овражном - на расстоянии не более 300-400 м.

ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЭЛЕМЕНТОВ ПРОТИВОЭРОЗИОННОГО КОМПЛЕКСА

Расчеты, произведенные с использованием коэффициентов инфляции на объекты капитального строительства (ЕМИСС <https://www.fedstat.ru>), показали,

что по ценам 2025 года стоимость строительства противоэрозионного вала длиной 104 метра составит 41363,2 руб. (3760,3 руб. на 1 га), а сооружение – Тимофеевский лоток-быстроток – 595910,6 руб. (5959,1 руб. на 1 га).

Оценка эффективности противоэрозионных комплексов показала, что в гидротехническом сооружении – противоэрозионный вал нивелировал продуктивность между типами агроландшафтов – разница между плакорно-равнинным и склоново-овражным составила 0,34 тыс. з.ед. или 13,3 %, тогда как на объекте лоток-быстроток – 0,68 или 25,6 %. Учитывая стоимость прибавки урожая (3400 руб./га) и затраты на создание противоэрозионного вала (41363,2 руб. длиной 104 м, площадь водосбора 11 га), понесенные затраты окупятся через 1,1 года.

Анализ экономической эффективности показал, что наибольший уровень рентабельности производства полевых культур на всех изучаемых объектах складывался в плакорно-равнинном типе агроландшафта. Минимальные значения были получены в склоново-овражном типе, а отдельные культуры имели убыточность (озимая пшеница на объекте Тимофеевский лоток-быстроток в 2021 году; яровая пшеница на объекте Новоникулинский противоэрозионный вал в 2024 году).

Проведенная эколого-экономическая оценка возделывания полевых культур показала, что на всех вариантах отмечался смыв почвы и складывался отрицательный баланс гумуса. При этом общие затраты, в т.ч. на компенсацию потерь гумуса выручкой от реализации продукции покрывались только на плакорно-равнинном типе агроландшафта при возделывании ячменя в 2021 году (Новоникулинский противоэрозионный вал), озимой пшеницы в 2022 году (агроландшафт с лесополосами), подсолнечника в 2022 году (Тимофеевский лоток-быстроток открытого типа), яровой твердой пшеницы в 2024 году (агроландшафт с лесополосами).

Эколого-экономическая оценка подтверждает, что для повышения эффективности использования эрозионно опасных земель необходимо учитывать коэффициент эрозионной опасности полевых культур. Включение чистых паров приводит не только к стоку и смыву почвы, но и к чрезмерной минерализации гумуса, что вызывает необходимость проведения комплекса мер по воспроизводству плодородия почвы, которые оцениваются более чем в 80,2 тыс. руб./1 га.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Наибольший приход весенней влаги за счет таяния снега на агроландшафтах с гидротехническими сооружениями складывался в склоново-овражном типе. На противоэрозионном валу запасы достигали 101,3 мм, а на лотке-быстротоке открытого типа – 109,9 мм, что больше, чем вне зоны их влияния (контроль) соответственно на 27,2 и 29,2 мм или на 26,9 и 26,6 %.

Наибольший весенний сток был отмечен в 2023 году и на противоэрозионном валу достигал 4,30 мм со смывом почвы 4,58 т/га и на объекте лоток-быстроток открытого типа соответственно – 6,30 мм и 6,60 т/га. В среднем за 4

года исследований сток составил 1,10–1,58 мм, а смыв почвы – 1,30–1,78 т/га, с коэффициентом стока в 0,03 на объекте противоэрозионный вал ($\max = 0,07$) и 0,04 на объекте лоток-быстроток открытого типа ($\max = 0,10$).

При проявлении эрозионных процессов в результате весеннего стока количество смытой почвы распределилось по типам агроландшафта: плакорно-равнинный тип – 0,03–0,04 т/га или 2,2–2,3 %; склоново-ложбинный – 0,46–0,70 т/га или 37,7–39,3 %; склоново-овражный – 0,78–1,04 или 58,4–60,0 % от общего объема потерь.

Противоэрозионный вал способствовал наибольшему накоплению снега и продуктивной влаги в почве на расстоянии 50 м от сооружения (склоново-овражный тип агроландшафта), где их весенние запасы в метровом слое на 6,6 мм или 4,5 % были выше, чем на контроле. Лоток-быстроток открытого типа в среднем за годы исследований на расстоянии 50 м от сооружения повышал весенние запасы продуктивной влаги в метровом слое почв на 9,5 мм или 6,4 % по сравнению с участком, расположенным вне зоны его влияния.

2. За период использования противоэрозионных объектов содержание гумуса и элементов питания (NO_3 , NH_4 , P_2O_5 , K_2O) в почвах по типам агроландшафта распределилось неравномерно, и наиболее высокие показатели плодородия сложились в плакорно-равнинном типе, снижаясь к склоново-ложбинному типу. На объекте Тимофеевский лоток-быстроток открытого типа содержание гумуса снизилось на 1,03 %, NO_3 на 30,1 мг/кг почвы (или на 32,8 %), NH_4 на 6,3 (или 33,9 %), P_2O_5 на 48,0 (или 22,3 %) и K_2O на 13,2 мг/кг почвы (или 12,9 %). На объекте Новоникулинский противоэрозионный вал сложились аналогичные закономерности.

3. Оценка структурно-агрегатного состава почвы показала повышение количества агрономически ценных агрегатов в почве на изучаемых объектах в сравнении с контролем. Также отмечено повышение плотности почвы в пахотном слое почвы (0–30 см) в склоново-овражном типе ($1,17 \text{ г/см}^3$) в сравнении с плакорно-равнинным типом агроландшафта и контролем на $0,13$ – $0,14 \text{ г/см}^3$ на объекте противоэрозионный вал и на $0,05$ – $0,06 \text{ г/см}^3$ - на объекте лоток-быстроток открытого типа.

4. Продуктивность полевых культур изменялась в зависимости от типа агроландшафта и на объекте лоток-быстроток открытого типа снижалась с плакорно-равнинного типа агроландшафта – 2,65 тыс. з.ед./га к склоново-овражному – 1,97 тыс. з.ед./га или на 0,69 тыс. з.ед. (на 25,7 %). На каждый градус склона агроландшафта продуктивность пашни снижалась на 0,14 тыс. з.ед. с 1 га.

На объекте Новоникулинский противоэрозионный вал выявлена аналогичная закономерность – продуктивность снижалась с 2,59 до 2,22 тыс. з.ед./га или на 0,28 тыс. з.ед. (на 10,9 %). На каждый градус склона агроландшафта продуктивность пашни снижалась на 0,068 тыс. з.ед. с 1 га.

Различия в урожайности полевых культур по типам агроландшафта объясняются показателями плодородия почвы, нами выявлены корреляционные связи уровня урожайности полевых культур с показателями плодородия почвы.

Установлены прямые связи с запасами продуктивной влаги ($r = 0,144 - 0,717$), содержанием агрономически ценных ($r = 0,134 - 0,931$) и водопрочных агрегатов ($r = 0,171 - 0,897$), содержанием гумуса ($r = 0,880 - 0,996$), с содержанием в почве азота, фосфора, калия ($r = 0,574 - 0,991$) и обратная зависимость от плотности почвы ($r = - 0,108...-0,881$).

5. В исследованиях по оценке эффективности лесных насаждений выявлено, что количество агрономически ценных агрегатов в почве (0,25-10 мм) уменьшалось по склону с 81,8 % (плакорно-равнинный тип агроландшафта) до 75,2 % (склоново-овражный тип агроландшафта). Также установлено снижение количества агрономически ценных агрегатов с отдалением от лесных полос, и доля пылеватой фракции (менее 0,25 мм) возрастала в нижней части склона, так как под действием водной эрозии агрегаты разрушались. Установлено, что доля агрономически ценных агрегатов почвы зависела от содержания в ней гумуса ($r = 0,667$).

6. Наибольший ожидаемый приход весенней влаги за счет таяния снега в межполосном пространстве складывается на плакорно-равнинном типе агроландшафта. При удаленности от наветренной и заветренной лесной полосы на расстояние 50 м этот показатель составил 109,3 и 91,5 мм. С приближением к центру поля (260 м) обеспеченность влагой за счет снега снизилась до 77,3 мм. Аналогичная зависимость прослеживается на склоново-ложбинном и склоново-овражном типах ландшафта, но со значительно меньшим прогнозируемым запасом воды в снежном покрове.

На объекте по изучению эффективности лесных насаждений наибольший весенний сток был отмечен также в 2023 году и достигал 6,30 мм со смывом почвы 6,65 т/га, в среднем сток составил 2,13 мм, а смыв почвы – 2,44 т/га с коэффициентом стока в 0,02 (max = 0,09).

При проявлении эрозионных процессов в результате весеннего стока количество смытой почвы распределилось по типам агроландшафта: плакорно-равнинный тип – 0,05 т/га или 2,2 %; склоново-ложбинный – 0,92 т/га или 41,2 %; склоново-овражный – 1,47 т/га или 65,5 % от общего объема потерь.

За более чем 50-летний период функционирования противоэрозионных элементов запасы воды в снеге на водосборе возросли на 20,9 мм, а объем стока снизился в три раза (с 9,30 до 3,33 мм).

В условиях Ульяновской области вероятность проявления стока и смыва почвы на склоновых землях составляет 56,0 % (14 из 25 лет наблюдений). Ежегодный недобор продукции растениеводства в масштабах Ульяновского региона составляет не менее 267,4 тыс. з.ед., при среднем смыве почв 2,07 т/га (в масштабах региона 1,908 млн. т.), потери гумуса оцениваются в 92,4 тыс. т., азота и калия – 2,5 тыс. т., а фосфора – 3,0 тыс. т.

7. Наибольшая урожайность изучаемых культур была получена в плакорно-равнинном типе агроландшафта, а с увеличением крутизны склона до 3° и 5° она уменьшалась.

Наиболее высокие показатели продуктивности полевых культур наблю-

дались в непосредственной близости от лесных полос, по мере приближения к центру поля урожайность постепенно снижалась: при расстоянии 130 м на 6,3-11,7%, а 260 м – от 18,6 % (склоново-овражный тип) -23,9 % (плакорно-равнинный тип). На каждые 100 м отдаления она снижалась на 0,22-0,33 з.ед. с наветренной стороны и на 0,19-0,29 з.ед. с заветренной, изменяясь по типам агроландшафта.

8. На основании методов математического моделирования построены зависимости между продуктивностью полевых культур, расстоянием между лесными полосами и крутизной склона. При разработке адаптивно-ландшафтных систем земледелия для получения продуктивности полевых культур не менее 2,7 тыс. з. ед. или с ее колебаниями не более 10% в зависимости от отдаленности от лесных насаждений в плакорно-равнинном типе агроландшафта лесные полосы следует размещать на расстоянии до 500-550 м, в склоново-ложбинном типе - не более 400-500 м и в склоново-овражном на расстоянии не более 300-400 м.

За более чем 50-летний период противоэрозионный вал снизил рабочую высоту и количество задерживаемого объема воды, и у его основания отложилось около 1290,6 тонн мелкозема. Несмотря на это, гидротехническое сооружение выполняет свои функции, не требует больших затрат на создание (по ценам 2025 года 3760,3 руб. на 1 га), а его расчетная окупаемость составляет 1,1 года.

9. Анализ экономической эффективности показал, что наибольший уровень рентабельности производства полевых культур на всех изучаемых объектах складывался в плакорно-равнинном типе агроландшафта. Минимальные значения были получены в склоново-овражном типе, а отдельные культуры имели убыточность (озимая пшеница на объекте Тимофеевский лоток-быстроток в 2021 году; яровая пшеница на объекте Новоникулинский противоэрозионный вал в 2024 году).

На всех изучаемых вариантах отмечался смыв почвы и отрицательный баланс гумуса (за исключением ячменя в 2021 году), потери достигали 3006,1 кг/га (с учетом его минерализации в чистых парах и смыва со стоком). Эколого-экономическая оценка показала, что общие затраты, в т.ч. на компенсацию потерь гумуса, покрывались только на плакорно-равнинном типе агроландшафта с выручкой от реализации продукции ячменя в 2021 году (противоэрозионный вал), озимой пшеницы в 2022 году (агроландшафт с лесополосами), подсолнечника в 2022 году (лоток-быстроток открытого типа), яровой твердой пшеницы в 2024 году (агроландшафт с лесополосами), что вызывает необходимость пересмотра структуры посевных площадей на склоновых землях.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ

В современных сложившихся условиях на черноземах Ульяновской области при разработке адаптивно-ландшафтных систем земледелия для снижения проявления эрозионных процессов, повышения продуктивности и экономической эффективности производства продукции растениеводства рекомендуется:

- при проектировании элементов противоэрозионного комплекса, агротехнологий и прогнозировании баланса гумуса и элементов питания обрабатываемых земель региона с уклоном до 5° в расчетах использовать средний коэффициент стока – 0,04 и ежегодный смыв почвы 2,07 т/га, с распределением по агроландшафтам: (склон до 1°) 0,04 т/га; (склон 1–3°) – 0,80 т/га и (склон до 3–5°) – 1,23 т/га;

- для предотвращения роста оврагов на агроландшафтах с уклоном до 5° использовать противоэрозионные водоудерживающие земляные валы, которые окупаются сохраненным урожаем не более, чем за 2 года и выполняют свои функции более 50 лет;

- при проектировании противоэрозионных комплексов лесные насаждения необходимо размещать на плакорно-равнинных типах агроландшафта (склон до 1°) на расстоянии до 500–550 м, склоново-ложбинном (склон 1–3°) – 400–500 м и склоново-овражном (склон до 3–5°) на расстоянии 300–400 м.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Публикации в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК при Минобрнауки России

1. **Петров, М. В.** Влияние лесных полос на формирование снежного покрова в агролесоландшафтах Приволжской возвышенности / М. В. Петров, Р. Б. Шарипова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2023. – № 4(72). – С. 223-232. – DOI 10.32786/2071-9485-2023-04-23. – EDN CAWWYV.

2. Шарипова, Р. Б. Оценка особенностей изменения климатических характеристик снежного покрова в Ульяновской области / Р. Б. Шарипова, **М. В. Петров** // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2024. – № 3(75). – С. 140-148. – DOI 10.32786/2071-9485-2024-03-16. – EDN LDBVZC.

3. **Петров, М. В.** Влияние лесомелиоративного обустройства агроландшафтов на накопление продуктивной влаги и урожайность полевых культур / М. В. Петров, А. Л. Тойгильдин, Р. Б. Шарипова // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2025. – № 2(70). – С. 32-40. – DOI 10.18286/1816-4501-2025-2-32-40. – EDN MYLHQW.

Монографии

1. Науметов, Р. В. Эффективность элементов противоэрозионного комплекса "Новоникулинское" / Р. В. Науметов, **М. В. Петров** ; САМАРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР РАН, УЛЬЯНОВСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА.

– Ульяновск : Ульяновский государственный технический университет, 2020. – 119 с. – ISBN 978-5-9795-2063-6. – EDN RTALFR.

2. **Петров, М. В.** Лесомелиоративное обустройство агроландшафтов лесостепи Приволжской возвышенности / М. В. Петров. – Ульяновск : Ульяновский государственный технический университет, 2023. – 128 с. – ISBN 978-5-9795-2343-9. – EDN CDXMPG.

Публикации в других научных изданиях

1. **Петров, М. В.** Формирование весеннего стока за многолетний период в условиях противозрозионного комплекса «Новоникулинское» / М. В. Петров, Р. В. Науметов // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. Сельскохозяйственные науки. – 2022. – Т. 1, № 2(2). – С. 71-76. – DOI 10.37313/2782-6562-2022-1-2-71-76. – EDN RPPDFP.

2. **Петров, М. В.** Оценка древесных пород, используемых в полевом лесоразведении в условиях Ульяновской области / М. В. Петров, А. С. Силантьев // Молодые исследователи агропромышленного и лесного комплексов – регионам, Вологда-Молочное, 21 апреля 2022 года. Том 3. – Вологда-Молочное: Вологодская государственная молочнохозяйственная академия им. Н.В. Верещагина, 2022. – С. 269-275. – EDN EHPPPE.

3. **Петров, М. В.** Оценка влияния водозадерживающего земляного вала на изменение агрофизических свойств склоновых земель / М. В. Петров, А. Л. Тойгильдин // Развитие агропромышленного комплекса на основе современных научных достижений и цифровых технологий : материалы международной научно-практической конференции, Великие Луки, 29 ноября 2022 года. – Великие Луки: Великолукская государственная сельскохозяйственная академия, 2022. – С. 88-91. – EDN HJNIVH.

4. **Петров, М. В.** Формирование снежного покрова в межполосном пространстве в условиях Ульяновской области / М. В. Петров, А. Л. Тойгильдин, Д. Э. Аюпов // Аграрная наука и образование на современном этапе развития : материалы XIII Международной научно-практической конференции, посвященной 80-летию Ульяновского ГАУ, Ульяновск, 23 июня 2023 года / Редколлегия: И.И. Богданов [и др.]. – Ульяновск: Ульяновский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина, 2023. – С. 71-76. – EDN JOURAP.

5. **Петров, М. В.** Комплекс мероприятий для максимального накопления влаги на неорошаемых землях / М. В. Петров, К. И. Карпович // Национальная научно-практическая конференция с международным участием, посвященная 125 - летию профессора Ильи Абрамовича Кузника : Международная научно-практическая конференция, Саратов, 25 октября 2023 года. – Саратов: ООО "Центр социальных агроинноваций СГАУ", 2023. – С. 59-62. – EDN NBCXTH.

6. **Петров, М. В.** Мелиоративная роль лесных насаждений в агроландшафтах Приволжской возвышенности / М. В. Петров, Р. Б. Шарипова // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. Сельскохозяйственные науки. – 2024. – Т. 3, № 1(9). – С. 60-64. – DOI 10.37313/2782-6562-2024-3-1-60-64. – EDN SEUPZA.

7. **Петров, М. В.** Опыт освоения адаптивно-ландшафтной системы земледелия в ос «Новоникулинская» / М. В. Петров, Р. Б. Шарипова // Приоритетные направления развития инновационных технологий в земледелии, растениевод-

стве, селекции и семеноводстве : Материалы Международной научно-практической конференции, Минск, 20–21 июня 2024 года. – Минск: "ИВЦ Минфина", 2024. – С. 7-9. – EDN JXNSTP.

8. Шарипова, Р. Б. Агроклиматический потенциал Ульяновской области / Р. Б. Шарипова, **М. В. Петров** // Приоритетные направления развития инновационных технологий в земледелии, растениеводстве, селекции и семеноводстве : Материалы Международной научно-практической конференции, Минск, 20–21 июня 2024 года. – Минск: "ИВЦ Минфина", 2024. – С. 10-12. – EDN XSLVTU.

9. **Петров, М. В.** Эффективность лесных полос в формировании и перераспределении снежного покрова в агроландшафтах Среднего Поволжья / М. В. Петров, Р. Б. Шарипова // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. Сельскохозяйственные науки. – 2025. – Т. 4, № 1(13). – С. 32-38. – DOI 10.37313/2782-6562-2025-4-1-32-38. – EDN KBPDIP.

10. Шарипова, Р. Б. Влияние современных изменений климатических ресурсов на продуктивность зерновых культур, длительность вегетационного и безморозного периодов / Р. Б. Шарипова, **М. В. Петров** // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. Сельскохозяйственные науки. – 2024. – Т. 3, № 2(10). – С. 51-58. – DOI 10.37313/2782-6562-2024-3-2-51-58. – EDN OBVRJP.

11. **Петров, М. В.** Динамика водного режима почвы в зависимости от основной обработки почвы в различных типах агроландшафта Ульяновской области / М. В. Петров, Е. А. Потапова // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. Сельскохозяйственные науки. – 2025. – Т. 4, № 2(14). – С. 32-35. – DOI 10.37313/2782-6562-2025-4-2-32-35. – EDN JSUHZG.

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

ПЕТРОВ МАКСИМ ВЯЧЕСЛАВОВИЧ

ОБОСНОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ПРОТИВОЭРОЗИОННОГО КОМПЛЕКСА В АДАПТИВНО-ЛАНДШАФТНЫХ СИСТЕМАХ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ УЛЬЯНОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Подписано в печать 10.02.2026. Формат 60×84/16.
Усл. печ. л. 1,39. Тираж 100 экз. Заказ 77.