

На правах рукописи



Верин Александр Юрьевич

**ОЦЕНКА ВЗАИМОСВЯЗЕЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ
ИСКУССТВЕННЫХ ЭКОСИСТЕМ В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ ЛЕСНЫХ
НАСАЖДЕНИЙ (НА ПРИМЕРЕ ЛЕСОСТЕПНОЙ И СТЕПНОЙ ЗОН
САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ)**

03.02.08 – Экология (биология)

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Владимир – 2019

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном научном учреждении «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Юго-Востока»

Научный руководитель доктор сельскохозяйственных наук, профессор
Медведев Иван Филиппович

Официальные оппоненты: **Кулагин Алексей Юрьевич**
доктор биологических наук, профессор, Уфимский Институт биологии – обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Уфимский федеральный исследовательский центр Российской академии наук», заведующий лабораторией лесоведения, заслуженный деятель науки РФ и Республики Башкортостан

Зинченко Мария Казимировна
кандидат биологических наук, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Верхневолжский федеральный аграрный научный центр», ведущий научный сотрудник лаборатории микробиологии

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского»

Защита состоится «___» _____ 2019 г. в ____ ч. на заседании диссертационного совета Д 212.025.07 при ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых» по адресу: 600000, г. Владимир, ул. Горького, 87, корп. 1, ауд. 335.

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке ВлГУ и на сайте <http://diss.vlsu.ru/>

Отзывы на автореферат в двух экземплярах, заверенные печатью, можно присылать по адресу: 600000, г. Владимир, ул. Горького, 87, ВлГУ, кафедра биологии и экологии.

Автореферат разослан «___» _____ 2019г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
кандидат биологических наук



Кулагина Екатерина Юрьевна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследований. Почва – это составляющая биосферы, естественноисторическое тело, которое представляет собой взаимосвязь рельефа, климата, горных пород и живых организмов в развитии и обладающее плодородием. Почва представляет собой тончайший покров жизни, который обеспечивает ее многообразие и эволюцию. Вследствие этого почва выступает важнейшим и наиболее стабильным элементом наземных экосистем. Почвенная экология изучает закономерные отношения между почвой и средой ее развития в природной и антропогенной динамике.

В условиях системного экологического кризиса возрастает роль почвенного покрова как регулятора естественного современного функционирования экосистем, что отображает актуальность почвенных исследований. Вопросы почвенной экологии в зоне защитного действия растительного сообщества слабо изучены, в особенности действие растительного сообщества и иных экологических условий на развитие таких экологических параметров как плодородие почвы, микроклимат, физические свойства почвы, и другие.

Актуальной задачей почвенной экологии является выявление степени защитного влияния растительного сообщества на экологические параметры ландшафта в географическом отношении, при смене климатических условий обуславливающих рост и формирование биоценозов, под которыми развиваются почвы с соответствующими физическими свойствами.

Степень разработанности темы. Многочисленные исследования и накопленный практический опыт показывают, что защитные растительные сообщества являются универсальным объектом воздействия и экологической стабилизации ландшафта, что особенно важно в засушливых условиях степного Поволжья. Исследованиями различных экологических параметров в зоне защитного влияния растительного сообщества в современных условиях занимались многие исследователи: И.Ф. Медведев (2014), П.Н. Проездов (1999, 2014), Е.С. Павловский (2008, 2011), Н.В. Мищенко (2015), Д.А. Маштаков (2016), В.И. Кирюшкин (2006, 2011), Т.А. Трифонова (2017), Д.А. Анисимов (2014), В.М. Ивонин (2008, 2010), Е.В. Полуэктов (2005, 2011), Л.В. Колесникова (2006), В.Б. Беляк (2008), Н.З. Милащенко (2018), К.Н. Кулик (2008), В.Н. Титов (1981) С.И. Зинченко (2017), Д.В. Дубовик (2016), В.И. Михин (2013) и другие.

При этом слабо разработанными оказались вопросы, связанные с формированием экологических параметров в разных экологических условиях, степень состояния экологических параметров в межполосном пространстве и в зоне действия полезащитной лесной растительности при различном по времени их функционировании. Теоретическое обоснование доминантных экологических параметров позволит оптимизировать и стабилизировать ландшафт.

Работа выполнялась в рамках Программы ФНИ государственных академий наук на 2013-2020 годы «Теория, критерии и индикаторы естественной и антропогенной трансформации почв в различных природно-климатических зонах России в целях сохранения и рационального использования почвенного плодородия и производства качественной растениеводческой продукции в

условиях техногенеза и изменения климата» (№0751-2016-0002).

Цель исследований: установить особенности формирования и провести оценку взаимосвязей экологических параметров искусственных экосистем в зоне влияния лесных насаждений на примере лесостепной и степной зон Саратовской области.

Решались следующие **задачи:**

- Определить географические особенности состояния и направленность формирования экологических параметров искусственных экосистем.
- Выявить уровень влияния лесных насаждений на изменения основных экологических параметров искусственных экосистем.
- Выявить количество поступающей органики в почву от лесных насаждений и её распределение в межполосном пространстве ландшафта.
- Установить особенности изменения микроклимата под влиянием лесных насаждений и его связь с формированием почвенно-экологических параметров ландшафта.
- Оценить влияние разновозрастных лесных насаждений на состояние основных почвенно-экологических параметров ландшафта.
- Провести эколого-энергетическую оценку состояния изучаемых ландшафтов.

Научная новизна. В результате комплексных исследований впервые для различных ландшафтов Саратовской области получены данные состояния экологических параметров в межполосном пространстве и в зоне влияния полезащитной лесной растительности при различном по времени их функционировании. Получены новые данные и установлена количественная зависимость уровней содержания почвенно-экологических параметров (продуктивной влаги, содержания гумуса, физических и почвенно-агрохимических показателей) от типа, подтипа изучаемых почв защищенных полезащитными насаждениями и на участках вне зоны влияния лесной растительности. Выявлены географические особенности формирования микроклимата и основных параметров плодородия почвы изучаемых ландшафтных районов. Установлено, что смена почвенно-экологических условий выражается в изменении морфологии почвенного профиля, содержания и запасов гумуса, физических и водно-физических свойств почвы. Проведено ранжирование по значимости экологических параметров участвующих в формировании экологически устойчивых агроландшафтов.

Теоретическая и практическая значимость. Полученные результаты исследований могут быть использованы научными, проектными и производственными организациями при внутрихозяйственном землеустройстве для усиления экологической устойчивости ландшафтов при трансформации их в агроландшафты, а также составлении прогнозных карт экологической устойчивости почвенно-растительной системы в процессе сельскохозяйственной интенсификации использования почв.

Основные положения, выносимые на защиту:

- Географическая изменчивость микроклимата в типичных для изучаемой ландшафтной местности условиях в системе полезачитных насаждений;
- Физические и воднофизические свойства изучаемых типов и подтипов почв активно участвующих в формировании почвенно-агрохимических параметров;
- Разновозрастные лесные насаждения оказывают существенное положительное влияние на плодородие почв в изучаемых ландшафтах;
- В защищенных лесными насаждениями полях продуктивность ландшафта определяется уровнем экологического состояния параметров плодородия почв и возрастом лесных насаждений;
- Защитные насаждения значительно повышают экологическую ёмкость ландшафтов;

Объект и предмет исследований. Объект исследований - почвенно-растительные системы изучаемых ландшафтов. Предмет исследований – экологические параметры почвы в зоне действия лесных насаждений изучаемых ландшафтов.

Методология и методы исследований. Методология исследований основана на анализе научной отечественной и зарубежной литературы, ранее проведенных исследований. В работе использованы экспериментальные, полевые, лабораторные, аналитические и статистические методы исследований.

Степень достоверности работы. Обоснованность и достоверность результатов подтверждается большим объемом экспериментального материала, полученного при проведении полевых и камеральных работ, обработанного современными методами математической статистики с использованием персональных компьютеров и специальных программ STAT, Excel.

Апробация работы. Основные положения диссертации докладывались на научно-практических конференциях различных уровней: Всероссийских: ФГБНУ ВНИИЗ и ЗПЭ «Почвозащитное земледелие в России», (Курск 2016 г.); ФГБНУ «Ульяновский НИИСХ» «Эрозия почв: проблемы и пути решения эффективности растениеводства в адаптивно-ландшафтной системе земледелия», (Ульяновск 2017г.); Международных: СГАУ имени Вавилова «Вавиловские чтения», (Саратов 2015, 2016, 2017, 2018 гг.); ФГБНУ "Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Юго-Востока" «Экологическая стабилизация аграрного производства. Научные аспекты решения проблемы», (Саратов 2015 г.) ФГБУ ГЦАС «Ставропольский» «Четвертая международная научная конференция эволюция и деградация почвенного покрова», (Ставрополь 2015г.); СГАУ имени Вавилова «Землеустройство Агрландшафтов», (Саратов 2017 г.); ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт земледелия и защиты почв от эрозии» «Актуальные проблемы почвоведения, экологии и земледелия», (Курск 2017 г.); СГАУ имени Вавилова «Современные технологии в сельскохозяйственной науке и производстве», (Саратов 2017 г.); Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина «Экологические

проблемы развития агроландшафтов и способы повышения их продуктивности». Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, (Краснодар 2018 г.).

Публикации. По теме диссертационного исследования опубликовано 25 научных работ, общий объем которых равен более 3,0 п.л., в т.ч. 6 в изданиях перечня ВАК РФ.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа изложена на 159 страницах, включает введение, 6 глав, заключение, 42 рисунка и 27 таблиц. Список использованных литературных источников состоит из 202 наименований, в т.ч. 11 - на иностранных языках. Приложения включают 15 таблиц.

Личный вклад автора. Автор принимал личное участие в разработке программы исследований, сборе полевых материалов, обработке и научном анализе полученных полевых и лабораторных данных, а также в публикации результатов исследований. Доля личного участия автора в проведенных исследованиях не менее 90%. При написании диссертационной работы были использованы материалы, полученные лично автором, а также при участии сотрудников лабораторий агроландшафтов и ГИС: химико-аналитической и агрометеорологии ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока». Научному руководителю доктору с.-х. наук, профессору И.Ф. Медведеву и всем сотрудникам вышеперечисленных лабораторий, автор выражает глубокую признательность за большую помощь в работе.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность выбранной темы исследований, сформулированы цель и задачи, научная новизна, теоретическая значимость полученных результатов исследований, изложены основные положения, выносимые на защиту, степень достоверности и апробация результатов исследований.

В первой главе «Обоснование выбора направления исследования» с целью определения алгоритма исследований проводился анализ литературы по влиянию основных экологических параметров почвенно-растительной системы ландшафта на экологическую устойчивость в зоне действия лесных насаждений.

Во второй главе «Характеристика места проведения исследований, схемы опытов и методика их проведения» рассматриваются условия, схемы опытов и методики проводимых исследований. Исследования по изучению влияния лесных насаждений на экологические параметры искусственных экосистем проводились в 2016 - 2018 гг. на территории опытных станций расположенных в типичных ландшафтных районах для наиболее распространенных типов почв для Саратовской области:

1) Ландшафт на черноземе обыкновенном (Ч₀) Окско-Донской равнины Елань-Терсинского ландшафтного района (Аркадакская опытная станция, 51°51'55.1"N 43°37'04.8"E).

2) Ландшафт на черноземе южном (Ч_ю) Приволжской возвышенности Чардымо-Курдюмского ландшафтного района (землепользование ФГБНУ НИИСХ Юго-востока, 51°35'43.0"N 46°03'45.9"E).

3) Ландшафт на каштановых почвах (К) Высокой Сыртовой равнины Еруслано-Бизюковского ландшафтного района (Краснокутская селекционная станция, 50°54'27.1"N 47°04'29.1"E).

Для реализации поставленных задач были заложены 4 опыта:

Опыт 1. Для выявления степени влияния лесных насаждений на микроклиматические параметры ландшафта на анализируемых типах и подтипах почвы (скорость ветра, температура воздуха и почвы, влажность воздуха), был заложен трехфакторный опыт. Фактор А включал в себя типы и подтипы почвы: Ч_о, Ч_ю, К. Фактор В – различное расстояние от лесных насаждений по вариантам: 1Н (9м), 2Н (18м), 4Н (36м), 8Н (72м), 16Н (144м), 32Н (250м) (Н - средняя высота лесных насаждений). Контролем служили межполосные территории открытого поля находящиеся вне зоны влияния полезащитных насаждений. Фактор С – глубина или высота измерения (для скорости ветра, температура воздуха и влажности воздуха (0,5м и 1,5м), температуры почвы (поверхность почвы и слоем почвы глубиной (20-30 см)).

Опыт 2. Для выявления степени влияния лесных насаждений на микроклиматические параметры ландшафта на примере ландшафта на черноземе южном (Формирование снежного покрова, глубина промерзания почвы, запасов почвенной влаги), был заложен двухфакторный опыт. Фактор А – различное расстояние от лесных насаждений по вариантам: 1Н(9м), 2Н(18м), 4Н(36м), 8Н(72м), 16Н(144м), 32Н (250м) (Н - средняя высота лесных насаждений). Контролем служили межполосные территории открытого поля находящиеся вне зоны влияния полезащитных насаждений. Фактор В – глубина или высота измерения (для скорости ветра, температура воздуха и влажности воздуха (0,5м и 1,5м), температуры почвы (поверхность почвы и слоем почвы глубиной (20-30 см)).

Опыт 3. Для выявления степени влияния лесных насаждений на экологические параметры ландшафта на анализируемых типах и подтипах почвы (морфологические, агрофизические, физико-химические и агрохимические), был заложен трехфакторный опыт. Фактор А включал в себя типы и подтипы почвы: Ч_о, Ч_ю, К. Фактор В – различное расстояние от лесных насаждений по вариантам: 1Н (9м), 2Н (18м), 4Н (36м), 8Н (72м), 16Н (144м), 32Н (250м) (Н - средняя высота лесных насаждений). Контролем служили межполосные территории открытого поля находящиеся вне зоны влияния полезащитных насаждений. Фактор С – глубина отбора почвенных проб (для морфологических – 0-150 см., для физических и почвенно-агрохимических показателе – 0-60 см).

Опыт 4. Для выявления степени влияния возраста лесных насаждений на экологические параметры (морфологические, агрофизические, физико-химические и агрохимические) на примере ландшафта, на Черноземе обыкновенном был заложен трехфакторный опыт. Фактор А включал в себя возраст лесных насаждений: 1 – (69 лет), 2 – (139 лет). Фактор В – различное расстояние от лесных насаждений по вариантам: 1Н(9м), 2Н(18м), 4Н(36м),

8Н(72м), 16Н(144м), 32Н(250м) (Н - средняя высота лесных насаждений). Контролем служили участки открытого поля, вне зоны влияния лесных насаждений. Фактор С – глубина отбора почвенных проб (для морфологических – 0-150 см., для агрофизических и др. – 0-60 см).

В опытах проводились следующие наблюдения и исследования: Микроклиматические: Скорость ветра определяли Анемометром ручным со счетным механизмом МС-13 по (ГОСТ 6376-74); Температура и влажность воздуха определялись по психрометру аспирационному МВ-4-2М(ГОСТ 6353-52) № 7511; Температура почвы определялась электронным измерителем температуры ИТП - 3; Запас снега определяли в результате снегомерной съемки с помощью снегомера ВС-43(МЕКР.416134.001ТУ); Промерзание почвы определялось мерзлотомером АМ-21 (ТУ-4311-002-55536779); Запасы влаги в почве определялись термостатно-весовым методом (ГОСТ 28268-89). Агрофизические: В заложенных разрезах проводили анализ морфологического профиля почвы; В полевых условиях определялась плотность сложения по методике Н.А. Качинского для каждого почвенного горизонта, методом режущего кольца, повторность пятикратная. В лабораторных условиях определяли Гранулометрический состав почвы пирофосфатным методом по Н.А. Качинскому; По методике Н.И. Саввинова произведено сухое и мокрое просеивание и определен структурный состав почвы; Общая порозность – расчетным способом по Вадюниной и Корчагиной, Определение твердости почвы (сопротивлению пенетрации грунта) производилось пенетрометром грунтовым ПГ – 1(ГОСТ 19912-81). Химические анализы: Содержание углерода определялся по методике Тюрину ЦИНАО (ГОСТ 26213-96), Определение группового состава гумуса проводилось по ускоренному методу М.М. Кононовой, общий азот определялся по методике Й.Кьельдаля, подвижные формы фосфора и калия – в 1% угле аммонийной вытяжке по Мачигину по (ГОСТ 26205-91), нитратный азот (N-NO₃) определялся потенциметрическим методом на иономере по (ГОСТ 26423-85); Тяжелые металлы определялись в Подвижной и Кислорастворимой форме. Анализы проводились в лаборатории ФГБУ ГСАС «Саратовская» по ПНД (Ф 16.1:2:2.2:2.3.46-06), ПНД (Ф 16.1:2:2.2:2.3.47-06), ПНД (Ф 16.1:2:2.22-98).

Учет урожая проводился методом линейных метров в пятикратной повторности и дальнейшим переводом урожая т/га по методике А.А. Кудрявцевой, А.С. Молостова. Дана энергетическая оценка ландшафта по методике М.М. Севернева, Энергопотенциал почвы оценивался по методике «Всероссийского Научно-Исследовательского Института Земледелия и Защиты почв от эрозии». Почвенные разрезы зафиксированы по схеме опыта на координатной основе GPS «Garmin GPS map 62s» Полученные данные подвергали корреляционному и дисперсионному анализу с использованием методов Б. А. Доспехова и MSFTExcel и Agros.

Длительные опыты и набор запланированных исследований позволяют выявить основные экологические факторы, принимающие активное участие в формировании ландшафта.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В третьей главе «Роль лесных насаждений в формировании микроклиматических показателей ландшафта» представлены результаты изучения микроклиматических и водно-физических изменений в зоне действия лесных насаждений по изучаемым ландшафтам, динамика формирования снегового покрова и глубины промерзания почвы в ландшафте, динамика формирования влаги в почве в зоне влияния защитных лесных насаждений.

Установлено эффективное влияния изучаемых лесных насаждений во всех ландшафтах в заветренную сторону составляет до 32Н, а суммарная ветрозащита 59,1%. Наименьшее снижение скорости ветра наблюдается на расстоянии от 2Н до 4Н (13%). Лесные насаждения повышают относительную (%) и абсолютную влажность (мм) как в приземистом слое воздуха 0,5м, так и на высоте 1,5м в изучаемых ландшафтах в зоне 1Н - 32Н. Наименьшее снижение температуры воздуха для слоя 1,5м и 0,5м наблюдается в ландшафте на каштановой почве 8-16Н (0,5м – 1,7°, 1,5м -2,0°), максимальное на ландшафте 4Н(0,5м – 2,8°, 1,5м - 3,4°) на черноземе южном 1-2Н(0,5м – 4,0°, 1,5м - 3,6°)(рис.1).

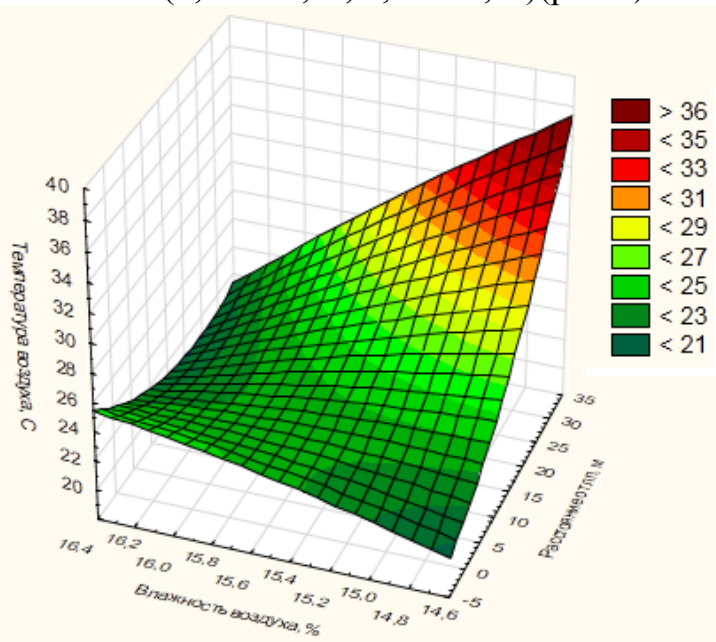


Рисунок 1 - Зависимость относительной влажности и температуры воздуха в зоне действия лесных насаждений

Статистический анализ показал существенную зависимость относительной влажности и температуры воздуха в зоне действия лесных насаждений. Закономерность описывается уравнением регрессии вида: $Z = 21,1995 + 0,068 * x + 0,1414 * y$, где, z – относительная влажность почвы (%); x – расстояние от лесных насаждений (м); y – температура воздуха (С°)

Наименьшее снижение температуры поверхности почвы наблюдается на расстоянии 1Н-4Н от лесных насаждений. В среднем по изучаемым ландшафтам высота снежного покрова в зоне влияния лесных насаждений выше на 5 см, при этом снеговые запасы на 16,3 мм выше, чем на участке вне зоны влияния лесных насаждений. При этом коэффициент снегоотложения составляет 1,03-1,26.

Наиболее равномерный снежный покров в зоне влияния лесных насаждений сформировался в ландшафте на черноземе обыкновенном. В целом лесные насаждения по сравнению с контролем увеличивают снегозадерживающую способность на 65-75%. Наибольшая глубина промерзания почвы на черноземе южном на участке вне зоны влияния лесной растительности составила 52 см.

В зоне действия защитных лесных насаждений промерзание почвы по сравнению с контролем снижалось на 5,7%, а в лесной полосе на 25%. Наибольшее количество продуктивной влаги аккумулировалось под пологом лесных насаждений и в зоне 2Н-8Н за счет поверхностной и внутрипочвенной миграции осадков зимнего периода. Исследования показали тесную зависимость глубины промерзания почвы и снегораспределение в зоне действия лесных насаждений(рис.2).

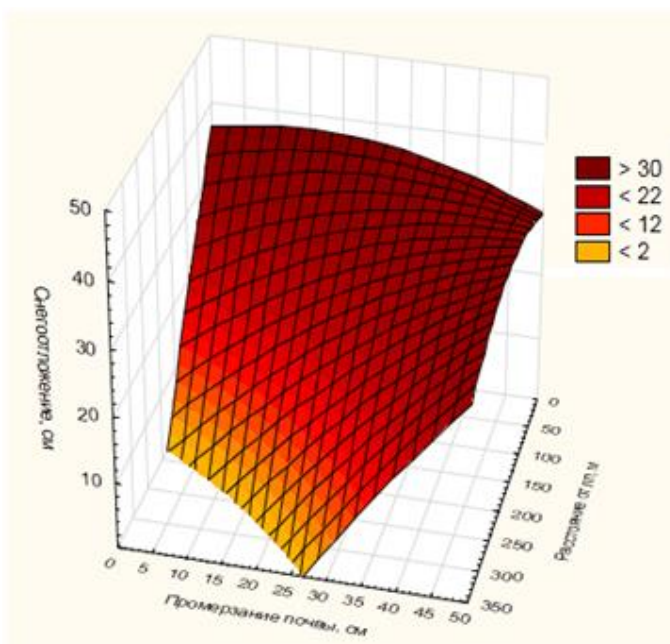


Рисунок 2 -Зависимость глубины промерзания почвы и снегораспределение в зоне действия лесных насаждений

Закономерность описывается уравнением регрессии вида: $Z = 36,8417 - 0,0184 * x - 0,0473 * y$ где, z - промерзание почвы (см); x – расстояние от лесных насаждений (м); y - снегоотложение (см).

Защитные лесные насаждения, независимо от ландшафтной местности регулируют микроклимат прилегающей территории, количественно изменяя экологические параметры. Наиболее активно регулируют микроклиматические экологические параметры ландшафт на черноземе обыкновенном и южном, менее ландшафт на каштановой почве.

В четвертой главе «Агрофизические свойства почвы в зоне влияния лесных насаждений», представлены результаты географической изменчивости формирования морфологических свойств, гранулометрического состава, почвенной структуры, изменения плотности сложения, порозности, твердости почвы в зоне влияния лесных насаждений изучаемых ландшафтов под влиянием смены типа, подтипов почв.

Установлено, что прирост мощности гумусового горизонта увеличивается по мере приближения к лесным насаждениям в среднем в 1,5 – 2 раза по сравнению с контролем.

Профильный анализ плотности почвы показал, что наименьшая плотность сложения приурочена к верхнему, наиболее гумусированному слою почвы, что обусловлено количеством поступающей органической массы в почву. С глубиной показатель плотности сложения повышается и достигает своего максимума в слое 40-60 см. По мере удаления от лесных насаждений плотность сложения почвы увеличивалась до 1,05 - 1,24 г/см³ для чернозема обыкновенного, до 1,11 – 1,3 г/см³ для чернозема южного и до 1,12 – 1,32 г/см³ для каштановой почвы (табл.1).

Таблица 1 - Плотность сложения почвы в зоне влияния лесных насаждений разных ландшафтов в среднем за три года, (г/см³)

Почва ^{Ф_А}	Слой ^{Ф_С}	Место отбора ^{Ф_В}									Сред. ^{Ф_С}	
		Целина	Л.Н	1Н	2Н	4Н	8Н	16Н	32Н	Контроль		
Ч _о	0-10	0,79	0,98	1,03	1,05	1,14	1,16	1,22	1,21	1,24	1,09	
	10-20	1,14	1,09	1,10	1,11	1,19	1,17	1,24	1,26	1,29	1,18	
	20-30	1,24	1,19	1,19	1,20	1,22	1,25	1,29	1,32	1,35	1,25	
	30-40	1,29	1,28	1,30	1,31	1,32	1,32	1,34	1,39	1,41	1,33	
	40-60	1,42	1,42	1,42	1,42	1,42	1,42	1,43	1,43	1,45	1,43	
	Сред. ^{Ф_В}	1,18	1,19	1,21	1,22	1,26	1,26	1,30	1,32	1,35	1,25	
Ч _ю	0-10	0,93	1,09	1,10	1,11	1,16	1,18	1,15	1,24	1,3	1,14	
	10-20	1,17	1,12	1,12	1,14	1,19	1,19	1,24	1,29	1,32	1,20	
	20-30	1,22	1,2	1,21	1,22	1,26	1,27	1,27	1,3	1,34	1,25	
	30-40	1,32	1,3	1,30	1,31	1,35	1,35	1,36	1,39	1,42	1,34	
	40-60	1,45	1,45	1,44	1,44	1,45	1,44	1,45	1,46	1,47	1,45	
	Сред. ^{Ф_В}	1,22	1,23	1,23	1,24	1,28	1,29	1,29	1,34	1,37	1,28	
К	0-10	0,97	1,12	1,14	1,17	1,23	1,24	1,27	1,3	1,32	1,20	
	10-20	1,19	1,14	1,20	1,23	1,24	1,26	1,29	1,31	1,36	1,25	
	20-30	1,29	1,25	1,27	1,27	1,29	1,29	1,32	1,35	1,44	1,31	
	30-40	1,34	1,27	1,30	1,32	1,38	1,39	1,39	1,42	1,47	1,36	
	40-60	1,46	1,46	1,46	1,46	1,44	1,48	1,49	1,5	1,5	1,47	
	Сред. ^{Ф_В}	1,25	1,25	1,27	1,29	1,32	1,33	1,35	1,38	1,42	1,32	
Среднее ^{Ф_А}		1,21	1,22	1,24	1,25	1,29	1,29	1,32	1,34	1,38	1,28	
Варианты	НСР 0,5*	0,004				F факт.	5889,545				F теор.	1,34
Ф. А		0,001					16983,686					3,09
Ф. В		0,001					57943,68					2,19
Ф. С		0,001					2084,472					2,45

*– данные достоверны на 5%-ном уровне значимости

Ф (А,В,С)– фактора А,В,С

Гранулометрический анализ чернозема обыкновенного выявил, что почва по мере удаления от лесных насаждений облегчается с среднесуглинистого песчанно-крупнопылеватого до легкосуглинистой песчанно-крупнопылеватой. Уменьшается доля фракций «физ. глина» (<0,01) на 3,3%. Показатель структурности почвы в зоне действия лесных насаждений выше на 16,4% выше,

чем на контроле. Лесные насаждения способствует оптимизации структурного состояния почвы. По мере приближения к лесной полосе повышаются коэффициенты структурности и водопрочности почвы. Структура почвы по всем ландшафтам в слое почвы 0-30 см в зоне влияния лесных насаждений улучшилась по сравнению с открытым полем. Уменьшалось количество глыбистой фракции (размером > 10 мм) для чернозема обыкновенного на 1,72%, для чернозема южного на 0,8%, для каштановой почвы на 19,1%.

При проведении регрессионного анализа получена зависимость плотности и пористости почвы в зоне действия лесных насаждений, которая описывается уравнением вида: $Z = 12,3517 + 0,0125 * x + 28,0799 * y$, где, z – плотность почвы (г/см³); x – расстояние от лн. (м); y – пористость почвы (%) (рис.3).

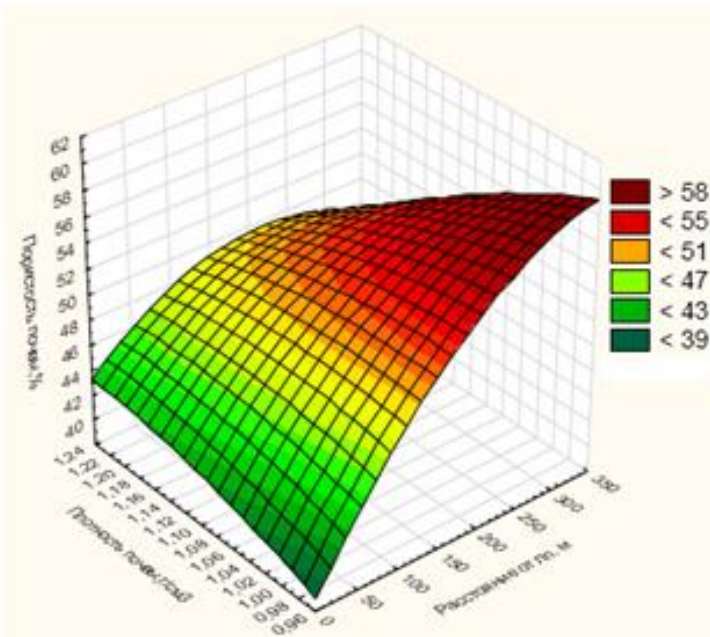


Рисунок 3 - Зависимость плотности и пористости почвы в зоне действия лесных насаждений

Анализ показал, что характер изменения твердости почвы различен как с глубиной так и с удалением от лесных насаждений. При механической обработке почвы важным экологическим показателем почвы является ее твердость. В среднем по агроландшафтам различных ландшафтных районов твердость почвы пахотного слоя черноземных и каштановой почвы находится в пределах 4,7-7,1 кг/см². По мере удаления от лесных насаждений твердость почвы увеличивалась до 16,4-18,2 кг/см² для чернозема обыкновенного, до 21,3-23,3 кг/см² для чернозема южного и до 29,3- 31,5 кг/см² для каштановой почвы. Защитные лесные насаждения, независимо от ландшафтной местности оказывает положительное влияние агрофизические и физические свойства почвы прилегающей территории, количественно изменяя экологические параметры. Наиболее широко регулируют агрофизические экологические параметры ландшафт на черноземе обыкновенном менее активно в ландшафтах на черноземе южном и на каштановой почве.

В пятой главе «Роль листового опада в формировании почвенного плодородия» установлено количественное распределение листового опада лесных насаждений в ландшафте, географические закономерности изменения

органического вещества в ландшафте, нитрификационной способности почвы, распределения тяжелых металлов в ландшафте.

Полезащитные лесные насаждения, за счет поступления ежегодного листового опада оказывают положительное влияние на плодородие почв, тем самым усиливают экологическую стабильность ландшафта. Максимальное ежегодное поступление свежего органического веществ в почву за счет листового опада отмечается на черноземе обыкновенном (28,65 т/га) минимальное – на каштановых почвах (23,12 т/га). Максимальная дальность распространения листового опада с подветренной стороны отмечается на черноземе обыкновенном 94,6 м, минимальное – на каштановой почве 55,3 м. Увеличение возраста лесных насаждений способствует большему поступлению свежего органического вещества в почву. От лесных насаждений возрастом 139 лет ежегодный лиственный опад оказался на 11% выше, чем от 69-летних.

При смене экологических условий с запада на восток содержание гумуса в почве снижается от черноземов обыкновенных (7,5%) до (3,4%) каштановой почвы (рис.4).

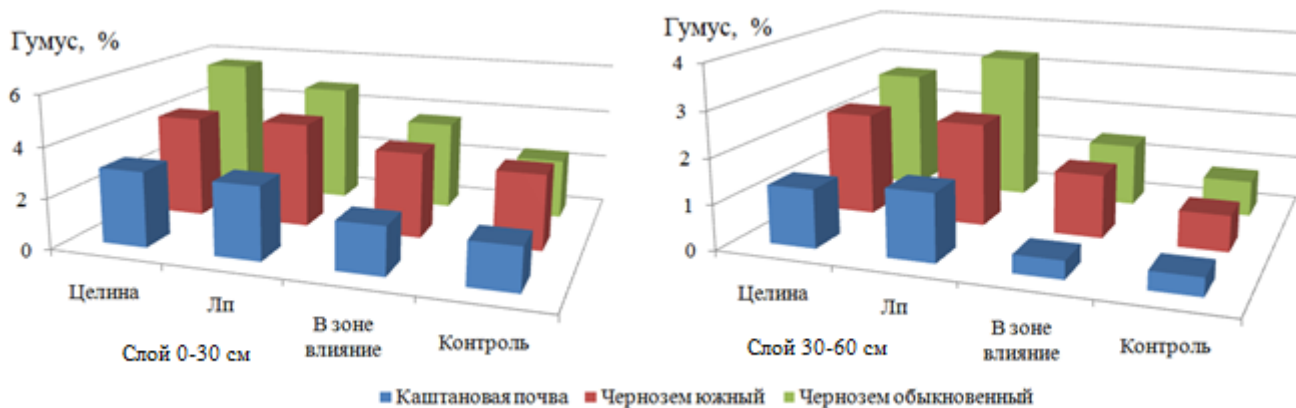


Рисунок 5 - Изменение содержания гумуса в ландшафте

В среднем максимальное относительное содержание гумуса в горизонте А отмечается в зоне влияния лесных насаждений (1Н-4Н). Под пологом лесных насаждений его содержание на 57,14%, выше, чем на незащищенном поле. Максимальный прирост гумуса в горизонте А – $A_{\text{пах}}$ отмечен на черноземных почвах (4,1%) в слое 0- 30 см, на каштановых почвах характерно минимальное изменение содержания гумуса.

Максимальный запас гумуса в почве находящиеся под влиянием лесных насаждениями (259 т/га) отмечается на черноземе обыкновенном, минимальный на каштановой почве (142,5 т/га). В среднем запас гумуса по всем ландшафтам на 32,7% выше, чем в незащищенной лесной растительностью почве. Выявлено наибольшее содержание тяжелых металлов (ТМ) в слое почвы 0-30 см в самих лесных насаждениях и зонах 1Н-4Н. Основная причина повышенного содержания ТМ обусловлена количеством поступающей органической массы в почву. При анализе не выявлено превышения ПДК по всем анализируемым показателям кроме Ni в кислорастворимой форме(табл.2).

Таблица №2 - Географическая изменчивость содержания ТМ в пахотном слое в зоне влияния лесных насаждений в среднем за три года

Точка отбора	Подвижные формы / Кислорастворимые формы, мг/кг					Сред. содер ТМ.
	Ni	Pb	Cd	Zn	Cu	
Чернозем обыкновенный						
ЛН	0,37/89,00	0,99/15,52	0,04/0,21	1,02/43,86	0,11/10,43	0,51/31,80
1Н-4Н	0,17/59,16	0,93/14,10	0,04/0,24	0,59/41,87	0,06/7,57	0,36/24,59
4Н-16Н	0,78/90,52	0,85/9,52	0,03/0,32	0,52/34,77	0,06/4,65	0,45/27,96
Контроль	0,87/94,30	0,71/6,23	0,03/0,14	0,47/33,81	0,06/3,65	0,43/27,63
Среднее	0,44/79,56	0,92/13,05	0,04/0,26	0,71/40,17	0,08/7,55	0,44/28,12
Чернозем южный						
ЛН	1,33/40,56	0,32/12,11	0,04/0,21	0,19/29,19	0,12/11,9	0,40/18,80
1Н-4Н	0,85/44,04	0,51/11,88	0,02/0,23	0,11/33,32	0,11/12,2	0,32/20,34
4Н-16Н	1,69/42,81	0,28/12,88	0,05/0,25	0,27/29,43	0,09/11,7	0,47/19,42
Контроль	1,12/39,55	0,48/11,71	0,06/0,27	0,09/27,66	0,09/11,4	0,36/18,13
Среднее	1,29/42,47	0,37/12,29	0,036/0,23	0,19/30,64	0,10/11,9	0,39/19,52
Каштановая почва						
ЛН	0,52/80,59	1,50/11,73	0,08/0,35	1,47/35,91	0,14/10,22	0,74/27,76
1Н-4Н	0,28/63,95	1,27/12,17	0,07/0,31	1,01/45,18	0,12/7,63	0,55/25,84
4Н-16Н	0,28/55,97	1,35/11,87	0,05/0,24	0,52/33,47	0,11/12,63	0,46/22,83
Контроль	0,17/52,36	0,56/11,74	0,05/0,27	0,42/33,99	0,09/10,52	0,25/21,77
Среднее	0,36/66,83	1,37/11,92	0,06/0,33	1,01/38,18	0,12/10,16	0,58/25,48
ПДК	4,00/54,00	6,00/32,00	0,50/2,00	25,00/58,00	3,00/34,00	-

Установлены сильные корреляционные взаимосвязи ($r = -0,91$) между расстоянием от лесных насаждений и содержанием гумуса в почве, ($r = -0,94$) между плотностью сложения и содержанием гумуса в почве. Защитные лесные насаждения, независимо от ландшафтной местности воздействуют на индикаторы почвенного плодородия прилегающей территории, количественно изменяя экологические индикаторы, такие как содержание гумуса в почве, нитрификационной способности почвы, содержание тяжелых металлов в почве. Наиболее широко регулируют агрофизические экологические индикаторы агроландшафт на черноземе обыкновенном менее агроландшафт на черноземе южном и на каштановой почве.

В шестой главе «Эколого-энергетический потенциал облесенных ландшафтов» рассматривается биопродуктивность и эколого-энергетический потенциал ландшафтов. Эколого-энергетический потенциал рассчитывался на основе данных полученного урожая яровой пшеницы.

Установлена географическая закономерность изменения урожайности яровой пшеницы исследуемых ландшафтов и его зависимость от удаления от лесных насаждений и погодных условий.

В среднем за три года исследований максимальный уровень урожайности был получен в ландшафте на черноземе обыкновенном. Наиболее существенным экологическим критерием формирования урожайности яровой пшеницы является

гидротермические условия вегетационного периода. В среднезасушливый 2018 год средняя урожайность яровой пшеницы в зоне 1Н-32Н по анализируемым ландшафтам была на 4,05 ц/га ниже, чем во влажные 2016-2017 гг.

Полезатитные насаждения оказали существенное влияние на урожайность яровой пшеницы. В среднем за три года исследования уровень урожайности яровой пшеницы вне зон влияния лесных насаждений на черноземе обыкновенном был ниже на 9,4% на черноземе обыкновенном, на черноземе южном и каштановой почвы соответственно на 10,2% и 16,8%, чем в зоне влияния лесных насаждений. Возраст лесных насаждений оказывает влияние на урожайность яровой пшеницы. За три года исследований 139-летние лесные насаждения по сравнению с 69-летними лесными насаждениями повышают ее в среднем в зоне влияния 1Н-32Н на 3,46 т/га. Негативное влияние лесных насаждений отмечается на расстоянии до 1Н, это связано с недостатком доступной для растений влаги в сухие годы и переувлажнением почвы во влажные годы.

Почвенные и растительные ресурсы как составная часть природно-ресурсного потенциала отражают экологическую емкость территории агроландшафта и структуру его биоэнергетического потенциала. Благодаря влиянию лесных насаждений происходит неравномерное распределение энергии в облесенном ландшафте. В среднем за три года исследования энергия надземной фитомассы ($ОМР_{урожай}$) яровой пшеницы в зоне 2Н-32Н увеличивается в ландшафте на $Ч_0$ на 5,62 ГДж/га или на 3,92 %, на $Ч_{ю}$ на 5,86 ГДж/га или на 2,35 %, на $К$ на 3,05 ГДж/га или на 1,05 %, чем показатели энергии на почве вне зоны влияния лесных насаждений. Наибольший суммарный объем энергии фитомассы яровой пшеницы выявлен в ландшафте на черноземе обыкновенном (413,30 ГДж/га), среднее – на черноземе южном (235,00 ГДж/га) и наименьший – на каштановой почве (202,82 ГДж/га). Наибольший суммарный объем энергии листового аппарата в лесных насаждениях выявлен в ландшафте на черноземе обыкновенном (608,17 ГДж/га), средний – на каштановой почве (532,58 ГДж/га) и наименьший – на черноземе южном (522,27 ГДж/га) (рис. 5).

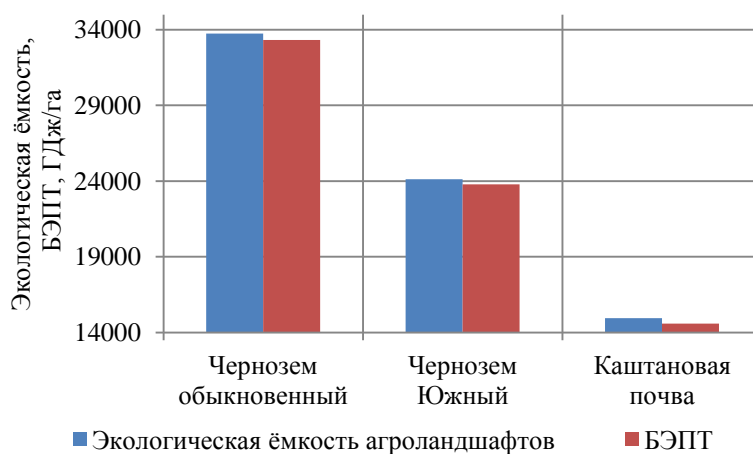


Рисунок 5 -Экологическая ёмкость ландшафтов, ГДж/га

Максимальный биоэнергетический потенциал выявлен в ландшафте на черноземе обыкновенном. В наиболее благоприятных экологических условиях значение

показателя биоэнергопотенциала было на 9542,94 ГДж/га и выше, чем на черноземе южном и на 18741,47 ГДж/га, чем на каштановой почве. Наибольшей экологической ёмкостью обладает ландшафт на черноземе обыкновенном (33752,86 ГДж/га) менее емкий ландшафт на черноземе южном (24113,18 ГДж/га) и наименьшая экологическая ёмкость в ландшафте на каштановой почве (14937,4 ГДж/га).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Лесные насаждения изменяют микроклимат прилегающей территории, изменяя экологические факторы. В среднем дальность эффективного влияния на заветренную сторону составляет до 32Н, а суммарная ветрозащита 59,1%. Наименьшее снижение скорости наблюдается на расстоянии от 2Н до 4Н до 13%. Температура приземистого слоя воздуха в зоне влияния лесных насаждений ниже, чем на контроле на 0,4-0,6С°. Максимальное повышение температуры воздуха в первой половине дня (9:00/12:00 ч.) наблюдается в ландшафте на черноземе южном, минимальное на каштановой почве. Максимальное понижение температуры воздуха в период дневного времени (13:00/15:00 ч.) наблюдается в ландшафте на черноземе южном, минимальное на каштановой почве. В зоне действия защитных лесных насаждений снижается температура поверхности почвы и на глубине 0-30 см по всем ландшафтам в зоне 1Н-32Н, что в среднем меньше на 10,8С° на поверхности и на 5.6 С° на глубине 0-30 см. Наименьшее снижение температуры почвы наблюдается на расстоянии 1Н-2Н в ландшафте на черноземе обыкновенном и каштановой почве и 6-8Н в ландшафте на черноземе южном. Влажность воздуха в зоне 1Н-32Н в среднем выше 5-8%, чем на контроле. Самое незначительное увеличение влажности воздуха выявлено в ландшафте на каштановой почве, максимальное увеличение отмечается на черноземе южном.

В среднем по ландшафтам высота снежного покрова в зоне влияния лесных насаждений выше на 5 см, что помогает дополнительно накопить 16,3 мм влаги. В среднем за три года, по всем ландшафтам в зоне действия защитных лесных полос промерзание почвы снижалось на 2 см или на 5,7%, чем на контроле. Максимальное влияние лесных насаждений на промерзание почвы отмечено в 2018 году, минимальное – в 2017 году. Это объясняется высоким уровнем снежного покрова аккумулированного в зоне действия лесных насаждений. Лесные насаждения регулируют запас и распределение свободной почвенной влаги в почве в зоне 1Н-32Н. Наибольшее влияние отмечается в весенне-летний и зимний период. Наибольшее количество влаги скапливается в самих лесных насаждениях и в зоне 1Н-4Н, что в среднем выше на 34%, чем на контроле.

Микроклимат, регулируемый лесными насаждениями, отражается на формировании эффективного плодородия почвы. Прирост мощности гумусового горизонта увеличивается по мере приближения к лесным насаждениям в среднем в 1,5 – 2 раза по сравнению с контролем. Одни из важнейших источников увеличения мощности гумусового горизонта выступают листовая опад лесных насаждений и снежные шлейфы. Максимальное положительное влияние лесные насаждения оказывают на дистанции 1-8Н. Влияние лесных насаждений приводит

к оптимизации гранулометрического состава почвы. В почве зоны действия лесной полосы, по сравнению с почвой открытого поля увеличивается доля органических коллоидов за счет корневых и растительных остатков. Гранулометрический состав верхних горизонтов почвы обогащается структурообразующими фракциями. В среднем по сравнению с контролем доля фракции «физический песок» падает на 13,4%, а доля фракции «физическая глина» увеличивается на 17,4%. Гранулометрический показатель структурности на контроле ниже на 16,45% чем в зоне влияния лесных насаждений (1Н-32Н).

Выявлено что лесные насаждения способствует экологизации структурного состояния почвы. В среднем по мере приближения к лесным насаждениям повышаются коэффициенты структурности на 1,3 раза и водопрочности почвы на 3,7 раза. Возобновляется агрономически ценная структура почвы. Наименьшая плотность сложения приурочена к верхнему, наиболее гумусированному слою почвы, что обусловлено количеством поступающей органической массы в почву. С глубиной показатель плотности сложения повышается и достигает своего максимума в слое 40-60 см. По мере удаления от лесных насаждений плотность сложения почвы увеличивалась до 1,05 - 1,24 г/см³ для чернозема обыкновенного, до 1,11 - 1,3 г/см³ для чернозема южного и до 1,12 - 1,32 г/см³ для каштановой почвы. В среднем по ландшафтам плотность сложения гумусового слоя (0-30 см) была на 37,6 % ниже, чем в горизонте ВС, увеличиваясь с 1,05 г/см³ до 1,43 г/см³.

По мере удаления от лесных насаждений порозность почвы уменьшается на 9,6% для чернозема обыкновенного, на 5,8% для чернозема южного и на 7,9% для каштановой почвы. Характер изменения твердости почвы различен как с глубиной так и с удалением от лесных насаждений. В среднем по ландшафтам твердость почвы пахотного слоя черноземных и каштановой почвы находится в пределах 14,7-17,1 кг/см². По мере удаления от лесных насаждений твердость почвы увеличивалась до 21,4-23,2 кг/см² для чернозема обыкновенного, до 23,3-25,3 кг/см² для чернозема южного и до 23,3- 26,5 кг/см² для каштановой почвы.

Распределение листового опада на прилегающих к лесным насаждениям территориям ландшафта зависит от повторяемости общих ветров. Максимальное расстояние переноса составило 16Н в ландшафте на черноземе обыкновенном. В ландшафте на черноземе южном и на каштановой почве максимальное расстояние переноса значительно меньше и составляет в 2 раза меньше (8Н). Наибольшая общая масса листового аппарата отмечается в ландшафте на черноземе обыкновенном (9,158 т/га), на черноземе южном (7,0191 т/га), и наименьшая (4,7312 т/га) на каштановой почве. Увеличение возраста лесных насаждений способствует большему поступлению свежего органического вещества в почву. От лесных насаждений возрастом 139 лет ежегодный лиственный опад оказался на 11 % выше, чем от 69 летних. Дальность распространения листового опада на 9,3% выше.

Интенсивное гумусонакопление происходит в почве под лесными насаждениями и в зоне их влияния 1-32Н. С удалением от лесных насаждений содержание гумуса постепенно снижается. В среднем относительное содержание гумуса в пахотном слое почвы по сравнению с контролем увеличилось в зоне 1Н-32Н на 1,2 %. по абсолютным запасом соответственно на 92,3 т/га. Максимальный

прирост отмечен в зоне 1Н-4Н (235,1 т/га) что больше контроля на 21,7%. В среднем по ландшафтам минимальное содержание нитратного азота в слое почвы 0-30см отмечается на целине (1,4 мг/кг) и под лесными насаждениями (2,4 мг/кг), что ниже на 26% и на 36% чем в почве на контроле. Отмечается постепенный рост с удалением от лесных насаждений. В отличие от нитратного азота максимальное содержание доступного фосфора в почве отмечается на целине (35,4 мг/кг), что ниже на 59,2%, чем в почве в зоне влияния лесных насаждений, на 15% чем на контроле. Минимальное значение отмечается в почве под лесными насаждениями (13,4 мг/кг). С удалением от лесных насаждений постепенно увеличивается. Исследуемые почвы отличаются высокой обеспеченностью подвижными формами калия. Минимальное содержание отмечено на целине (202,1 мг/кг) и под лесными насаждениями (207,8 мг/кг), что ниже на 22,8% и на 23,6% в почве в зоне действия лесной полосы и на контроле. Лесные насаждения способствуют образованию нитратов в поверхностном слое почвы прилегающей территории. Увеличивая показатель нитрифицирующей способности почвы в зоне влияния лесных насаждений на черноземе обыкновенном на (5,5 мг/кг), на черноземе южном на (11,4 мг/кг), на каштановой почве (3,3 мг/кг). В слое почвы 20-30 см. нитрифицирующая способность почвы незначительно снижается. Лесные насаждения по всем изучаемым ландшафтам влияют на аккумуляцию тяжелых металлов в слое почвы 0-30 см. Наименьшее содержание тяжелых металлов отмечается на контроле, наибольшее под лесными насаждениями и в зоне 1-4Н. Основная причина повышенного содержания ТМ обусловлена количеством поступающей органической массы в почву и высокими показателями гумуса почвы. При анализе не выявлено превышения ПДК по всем анализируемым показателям кроме Ni в кислорастворимой форме.

В среднем за три года урожайность яровой пшеницы по всем вариантам исследования уменьшалась с запад ($Ч_0$) на восток ($Ч_{ю-к}$). Уровень урожайности яровой пшеницы в зоне влияния лесных насаждений в ландшафте на черноземе обыкновенном был на 9,4%, на черноземе южном на 10,2%, на каштановой почве на 16,8%, выше, чем на контроле. При удалении на 16Н от лесных насаждений урожайность яровой пшеницы в среднем по агроландшафтам падает на 0,51 т/га. Лесные насаждения возрастом 139 - лет повышают урожайность яровой пшеницы в зоне влияния 1Н-32Н в среднем на 3,46 т/га по сравнению с 69 - летними лесными насаждениями. Максимальная биопродуктивность отмечается как у 139 - летних (5,28 т/га) так и у 69 – летних(4,42 т/га) лесных насаждений на расстоянии 8Н. Величина энергии полученной с поступлением листового аппарата распределилась в следующем порядке: ландшафт на черноземе обыкновенном (867,77 ГДж/га), ландшафт на черноземе южном (784,9 ГДж/га), ландшафт на каштановой почве (652,02 ГДж/га). Биоэнергетическая оценка исследуемых ландшафтов показала, что наилучшие показатели получены в ландшафте на черноземе обыкновенном (33752,86 ГДж/га), средние в черноземе южном (24113,18 ГДж/га) и соответственно минимальным в ландшафте на каштановой почве (14937,4 ГДж/га).

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи в научных журналах, включенных в Перечень ВАК РФ

1. **Верин А.Ю.** Влияние лесной полосы на формирование экологических факторов агроландшафта / А.Ю. Верин, И.Ф. Медведев, Д.И. Губарев, С.С. Деревягин, В.П. Графов // Аграрный научный журнал.- 2018. -№12.- С. 12-15.
2. Медведев И.Ф. Особенности формирования эффективного плодородия почв под растительными ценозами агроландшафта / И.Ф. Медведев, А.С. Бузуева, Д.И. Губарев, **А.Ю. Верин**, М.Ю. Несветаев. // В книге: Новые методы и результаты исследований ландшафтов в Европе, Центральной Азии и Сибири.- Монография в 5 томах.- Москва.-2018. - С. 197-202.
3. Медведев И.Ф. Изменение физических и водно-физических свойств черноземных почв под влиянием различных севооборотов и удобрений. / И.Ф. Медведев, Д.И. Губарев, А.С. Бузуева, З.М. Азизов, **А.Ю. Верин**, И.О. Молчанов, В.А. Назаров. // Аграрный научный журнал.- 2016. - №9.- С. 35-39.
4. Медведев И.Ф. Особенности формирования элементов питания черноземов южных при различном их хозяйственном использовании. / И.Ф. Медведев, А.С. Бузуева, Д.И. Губарев, В.И. Ефимова, И.О. Молчанов, **А.Ю. Верин**. // Аграрный научный журнал.- 2018. - №7.- С. 18-23.
5. Медведев И.Ф. Влияние лесной полосы и рельефа на процесс формирования плотности сложения почвы. / И.Ф. Медведев, **А.Ю. Верин**, Д.И. Губарев, И.О. Молчанов // Аграрный научный журнал.- 2017.- №10.- С. 22-26.
6. Медведев И.Ф. Экологическая оценка уровня почво-агрохимического состояния пашни различных типов фаций внутри типов урочищ агроландшафта приволжской возвышенности. / И.Ф. Медведев, М.Ю. Несветаев, Д.И. Губарев, **А.Ю. Верин**, В.В. Корсак, Г.Н. Попов. //Аграрный научный журнал.- 2018.- №10.- С. 26-29.
7. **Верин А.Ю.** Экологические Особенности развития корневых систем растительных культур при различном уровне увлажнения. / А.Ю.Верин, А.С. Бузуева, И.Ф. Медведев //Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия Химия. Биология. Экология.- 2019.-№4. – С. 45-54.
8. **Верин А.Ю.** Экологическое состояние почвы в системе «почва - лесные насаждения». / А.Ю.Верин, И.Ф. Медведев - Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия Химия. Биология. Экология.- 2019.-№4. – С. 54-63.

Статьи в изданиях, включенных в мировую базу данных научного цитирования Scopus:

9. Медведев И.Ф. Дифференциация структуры ландшафта и экологические индикаторы. / И.Ф. Медведев, Д.И. Губарев, С.С. Деревягин, М.Ю. Несветаев, **А.Ю. Верин**, Н.В.Мищенко // Юг России: экология, развитие.- 2019.- № 1. – С. 94 – 104.

Статьи в других научных изданиях:

10. **Верин А.Ю.** Влияние возраста лесной полосы на плодородие почвы А.Ю. Верин, И.Ф. Медведев, С.С. Деревягин, Д.И. Губарев. / В сборнике: Экологические проблемы развития агроландшафтов и способы повышения их продуктивности. // Сборник статей по материалам Международной научной экологической конференции.- 2018. - С. 411-414.
11. Медведев И.Ф. Особенности формирования эффективного плодородия почв под растительными ценозами агроландшафта / И.Ф. Медведев, А.С. Бузуева, Д.И. Губарев, **А.Ю. Верин.** //Успехи современного естествознания. - 2018. - № 5. - С. 45-49.
12. Медведев И.Ф. Методология мониторинга почвенного плодородия. Зональные теоретически обоснованные агротребования для точного земледелия и ландшафтной агрохимии. / И.Ф. Медведев, Д.И. Губарев, С.С. Деревягин, Н.Г. Левицкая, Л.Б. Сайфуллина, В.И. Ефимова, А.А. Вайгант, В.П. Графов, М.Н. Любимова, Л.В. Андреева, И.И. Демакина, А.С. Бузуева, **А.Ю. Верин**, И.О. Молчанов, М.Ю. Несветаев.- Саратов.- 2017. – 92 с.
13. Деревягин С.С. Роль люцерны в улучшении агрофизических параметров пригородных почв и экологического качества зерновой продукции./ С.С. Деревягин, И.Ф. Медведев, **А.Ю. Верин.** // В сборнике: Актуальные проблемы земледелия и защиты почв от эрозии.- 2017. - С. 123-127.
14. **Верин А.Ю.** Особенности формирования отдельных агрофизических показателей в облесенном агроландшафте. /А.Ю. Верин, И.Ф. Медведев, В.П. Графов, М.Ю. Несветаев. // В сборнике: Экология, ресурсосбережение и адаптивная селекция (посвящается 130-летию со дня рождения Р.Э. Давида).- Сборник докладов Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых и специалистов с международным участием. - 2017. - С. 138-141.
15. Медведев И.Ф. Взаимосвязь плотности сложения почвы с элементами эффективного плодородия в агроландшафте. / И.Ф. Медведев, **А.Ю. Верин**, Д.И. Губарев // В сборнике: Реализация методологических и методических идей профессора Б.А. Доспехова в совершенствовании адаптивно-ландшафтных систем земледелия. - Коллективная монография. - В 2-х томах. - 2017. - С. 141-145.
16. Деревягин С.С. Агрофизические аспекты формирования депо тяжелых металлов в почвах Нижнего Поволжья. / С.С. Деревягин, И.Ф. Медведев, **А.Ю. Верин.** //В сборнике: Фундаментальные и прикладные основы сохранения плодородия почвы и получения экологически безопасной продукции растениеводства. - 2017. - С. 152-156.
17. Деревягин С.С. Эколого-географические закономерности распределения тяжелых металлов в почвах Нижнего Поволжья. / С.С. Деревягин, И.Ф. Медведев, **А.Ю. Верин**, В.П. Графов. // В сборнике: Фундаментальные и прикладные основы сохранения плодородия почвы и получения экологически

безопасной продукции растениеводства. - 2017.- С. 157-161.

18. **Верин А.Ю.** Отдельные агрофизические показатели чернозёма южного на приволжской возвышенности. / А.Ю. Верин, И.Ф. Медведев, В.И. Ефимова. // В сборнике: Актуальные проблемы земледелия и защиты почв от эрозии. Сборник докладов Международной научно-практической конференции и Школы молодых ученых, посвящённых Году экологии и 50-летию выхода Постановления о борьбе с эрозией почвы. - 2017. - С. 75-79.
19. Медведев И.Ф. Влияние элементов агроландшафта на физические и водно-физические параметры почвы. / И.Ф. Медведев, Д.И. Губарев, С.С. Деревягин, **А.Ю. Верин.** // Аграрный вестник Юго-Востока. / 2017. - №2(17). - С. 47-49.
20. Медведев И.Ф. Показатели отдельных физических свойств чернозёма южного в агроландшафте. / И.Ф. Медведев, **А.Ю. Верин**, И.О. Молчанов. // В сборнике: Адаптивно-ландшафтные системы земледелия – основа оптимизации агроландшафтов. Сборник докладов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. - 2016. - С. 187-191.
21. Медведев И.Ф. Влияние элементов рельефа и лесной полосы на отдельные агрофизические свойства чернозема южного приволжской возвышенности. / И.Ф. Медведев, **А.Ю. Верин**, А.А. Бочков, М.Н. Любимова. // В сборнике: Современные технологии в сельскохозяйственной науке и производстве. - Сборник докладов Международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов. - 2016. - С. 266-269.
22. Медведев И.Ф. Влияние отдельных элементов ландшафта на физические и водно-физические свойства чернозема южного. / И.Ф. Медведев, Д.И. Губарев, С.С. Деревягин, **А.Ю. Верин.** // В сборнике: Системы интенсификации земледелия как основа инновационной модернизации аграрного производства. – Суздаль. - 2016. - С. 40-45.
23. **Верин А.Ю.** Аккумуляция почвой осадков холодного периода в условиях меняющегося климата Саратовской области. / А.Ю. Верин, Н.Г. Левицкая, И.Ф. Медведев, Л.Б. Сайфуллина. / В сборнике: Экологическая стабилизация аграрного производства. Научные аспекты решения проблемы. - 2015. - С. 191-195.
24. Медведев И.Ф. Внутриполевая пространственная изменчивость плодородия почвы с учетом вариабельности высот. / И.Ф. Медведев, К.А. Азаров, Д.И. Губарев, **А.Ю. Верин.** - В сборнике: Эволюция и деградация почвенного покрова. Сборник научных статей по материалам IV Международной научной конференции. - 2015. - С. 295-297.
25. Анисимов Д.А. Внутрипочвенное фациальное перераспределение влаги в период снеготаяния на черноземах южных Приволжской Возвышенности. / Д.А. Анисимов, И.Ф. Медведев, **А.Ю. Верин.** // В сборнике: Инновационные технологии адаптивно-ландшафтном земледелии. - Коллективная монография. ФГБНУ «Владимирский НИИСХ». - Суздаль, - 2015. – С. 77-80.