

На правах рукописи



Тарасенко Петр Владимирович

**СИСТЕМА ВЛАГОСБЕРЕГАЮЩИХ ПОЧВОЗАЩИТНЫХ
МЕЛИОРАЦИЙ В СРЕДНЕМ ПОВОЛЖЬЕ
И ЦЕНТРАЛЬНОМ ЧЕРНОЗЕМЬЕ**

06.01.02 – мелиорация, рекультивация и охрана земель

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
доктора сельскохозяйственных наук

Саратов 2014

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова»

Научный
консультант:

Туктаров Бари Искяндярович,

доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Официальные
оппоненты:

Бородычев Виктор Владимирович,

доктор сельскохозяйственных наук, профессор, член-корреспондент РАСХН, заслуженный деятель науки РФ, Волгоградский филиал ГНУ «Всероссийского научно-исследовательского института гидротехники и мелиорации им. А. Н. Костякова» Россельхозакадемии, директор

Кузнецова Надежда Владимировна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ФГБОУ ВПО «Волгоградский государственный аграрный университет», профессор кафедры «Комплексное использование водных ресурсов и экология»

Шадских Владимир Александрович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ФГБНУ «Волжский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации», заместитель директора по научной работе

Ведущая организация – Государственное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия

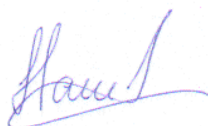
Защита состоится 16 мая 2014 г. в 12 ч на заседании диссертационного совета Д 220.061.06 при федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова» по адресу: г. Саратов, ул. Советская, д. 60, ауд. 325

С диссертацией и авторефератом можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ» и на сайте www.sgau.ru

Отзывы на автореферат просим высылать по адресу: 410012, г. Саратов, Театральная пл., 1. E-mail: dissovet01@sgau.ru

Автореферат разослан «__» _____ 2014 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета



Маштаков Дмитрий Анатольевич

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. В России Приволжский и Центральный федеральные округа отличаются не только наибольшим объемом (более 44 %) производства сельскохозяйственной продукции, но и максимальными её потерями (соответственно до 25 и 15 %) (Маслова В.В., 2011). Происходящие климатические изменения (повышение среднегодовой температуры воздуха на 1,1 °С, увеличение испаряемости летом на 20 мм, повторяемости засух в субаридной зоне – в 2,0–2,5 раза (Левицкая Н.Г., 2000, 2004)) и деградация почвенного покрова, сопровождающиеся утратой более 30 % гумуса (ГНУ «НИИСХ Юго-Востока», 2004) отрицательно сказываются на водном режиме почвы и на продуктивности возделываемых культур.

Как показывает отечественный и зарубежный опыт, улучшение водного режима почв, стабилизация эколого-мелиоративного состояния агроландшафтов и увеличение производства сельскохозяйственной продукции могут быть достигнуты за счет применения агромелиораций, основанных на биологизированных влагосберегающих почвозащитных элементах, уменьшающих антропогенную нагрузку.

Актуальность темы определяется совершенствованием системы влагосберегающих почвозащитных мелиораций для аридной и субаридной зон Среднего Поволжья (ПФО) и Центрального Черноземья (ЦФО).

Степень разработанности темы. Представленные в диссертации исследования систем лиманного орошения, допустимого уровня ирригационной нагрузки, ресурсосберегающих норм затопления, приемов восстановления и сохранения продуктивности являются продолжением идей и разработок И.П. Кружилина (2000), Ф.В. Мамина (1981), И.П. Кружилина, Ф.В. Мамина, Т.Н. Дроновой, Н.В. Кузнецовой (2007), Б.И. Туктарова (2012), Б.А. Шумакова (1970), Б.Б. Шумакова (1984) и др.

Исследования эффективности снежной мелиорации в Среднем Поволжье и Центральном Черноземье с помощью разработанного нами метода биотестирования посевов озимой пшеницы развивают тему оптимизации мощности снежного покрова, которой занимались Н.К. Азаров (1992), И.А. Васько, Н.М. Бакаев (1988), В.С. Кучеров (1991) и др.

Исследования нацеленные на сбережение зимних и летних осадков путем их

перераспределения из верхних в нижние горизонты с помощью глубокого безотвального рыхления и вертикального мульчирования почвы (малоизученного направления) основались на взглядах Е.В. Полуэктова (2003), В.А. Русанова (1998) и др.

Исследование мульчирующей обработки, вертикального, горизонтального мульчирования почвы соломой и применения водопоглощающего полимера базировалось на трудах Н.И. Картамышева (2003), И.П. Макарова (1998), Т.С. Мальцева (1955), В.Е. Мусохранова (2005), И.Е. Овсинского (1911), П.Н. Проезда, Д.А. Маштакова (2007), А.П. Спирина (2005), А.И. Шабаева (2004) и др. Данная тематика легла в основу создания авторской (патенты № 2318302 и № 2457648) научной идеи – полосной мелиорации агроландшафтов.

При проведении исследований био-, фитомелиораций и ассоциативных бактерий, уменьшающих антропогенную нагрузку на агроландшафт, использован опыт таких ученых, как Г.И. Баздырев (1985), В.Б. Беляк (2006), Ю.В. Бондаренко (2004), В.В. Бородычев (2009), Е.П. Денисов (2004), Н.Н. Дубенок, В.И. Сухарев (2010), А.А. Жученко (1990), А.А. Завалин (2005), А.Н. Каштанов (2008), В.И. Кирюшин (1993), Е.Н. Мишустин (1975), Н.А. Пронько, В.В. Корсак (2005), И.А. Тихонович (2000), А.И. Шабаев (2000) и др. Данное направление позволило разработать усовершенствованный комплекс мелиоративных приемов.

Цель исследования – повышение продуктивности сельскохозяйственных культур системой влагосберегающих почвозащитных мелиораций в Среднем Поволжье и Центральном Черноземье.

Задачи исследований:

1. Разработать научную концепцию и методологию системы влагосберегающих почвозащитных мелиораций, повышающих продуктивность сельскохозяйственных культур в Среднем Поволжье и Центральном Черноземье.

2. Обосновать технологический комплекс, включающий в себя био- и фитомелиорацию, систему основной обработки почвы и использование биопрепарата Бисолби-Сан.

3. Установить закономерности воздействия снегозапасов на продуктивность озимой пшеницы с биотестовым выявлением оптимальных параметров снегоотложения и определением для условий лесостепной, степной и сухостепной зон эффективных способов сбережения атмосферных осадков.

4. Изучить особенности перераспределения атмосферных осадков, органического вещества и элементов азотного питания растений в почве под мелиорируемыми полосами, формируемыми с помощью разработанных технических средств.

5. Усовершенствовать водосберегающие технологии орошения важнейших кормовых культур, возделываемых на инженерных лиманах.

6. Определить энергетическую и экономическую эффективность влагосберегающих почвозащитных мелиораций.

Научная новизна исследования. Сформулированы концепция и методология системы влагосберегающих почвозащитных мелиораций аридных, субаридных зон Среднего Поволжья и Центрального Черноземья: тематическое *направление* (влаго-, почвосбережение), взаимосвязанные *принципы* (снижение энергетических затрат при производстве продукции; уменьшение антропогенной нагрузки на агроландшафт; повышение эффективности использования ресурсов влаги и почвенного плодородия; усиление биологических факторов), *методы и способы* (активный – лиманное орошение; пассивные – снегозадержание, глубокое рыхление, щелевание, полосная мелиорация, био- и фитомелиорация и др.), *этапы достижения результата* (анализ и синтез факторов, ограничивающих рост и развитие растений; выбор приоритетного способа мелиорации; аналитическое моделирование и практическое испытание технологических элементов). Предложено теоретическое обоснование и дана экспериментальная оценка технологии водосберегающих режимов затопления инженерных лиманов, заключающейся в определении оптимальных размеров лиманов, улучшении эколого-мелиоративного состояния почв, в том числе засоленных, и повышении продуктивности кормовых культур. Установлены математические зависимости для расчета дозы вертикального и горизонтального мульчирования почвы соломой и разработки влагосберегающих технологий. Предложены методы определения оптимальной мощности снежного покрова в агроландшафтах на основе биотестирования посевов озимой пшеницы. Сформулированы научные основы создания мелиорируемых полос для влаго-, почвосбережения с разработкой запатентованных технологических средств.

Теоретическая значимость. Полученные результаты являются существенным вкладом в теорию мелиорации. Они способствуют развитию инженерных лиманов в

аридной зоне, влаго- и почвосбережению в засушливых условиях Среднего Поволжья и Центрального Черноземья. Установленные тематические направления (влаго-, почвосбережение); принципы взаимосвязи (снижение производственных энергозатрат, уменьшение антропогенной нагрузки, повышение эффективности использования ресурсов влаги и почвенного плодородия, усиление биологических факторов); методы и способы мелиораций (лиманное орошение; снежная мелиорация; био-, фитомелиорация; полосная мелиорация; глубокое рыхление; щелевание и др.), этапы достижения результата (анализ и синтез факторов, ограничивающих рост и развитие растений; выбор приоритетного способа мелиорации; аналитическое моделирование и практическое испытание технологических элементов) являются методологической основой исследований. Разработаны регрессионные математические зависимости для расчета доз мульчирования соломой при выращивании сельскохозяйственных культур. Выявлены закономерности воздействия снегоотложения, формирующегося под влиянием лесных полос, на продуктивность озимой пшеницы. Установлены закономерности динамики водно-физических свойств почв в зависимости от био- и фитомелиорации. Под создание мелиорируемых полос, способствующих влагосбережению, подведена теоретическая основа, заключающаяся в определении взаимосвязи мощности соломенного покрытия с испарением и в проведении расчетов доз соломы для соломенного покрытия и заполнения вертикально мульчируемой щели; количества органического вещества и элементов питания поступающих в вертикально мульчируемые щели с био-, фитомелиорантами.

Практическая значимость заключается в том, что результатом проведенных исследований явилась разработка конкретных методик, технологий, практических рекомендаций («Интенсивная технология кормопроизводства в условиях лиманного орошения» (Саратов, 1990), «Интенсификация производства кормов на лиманах Саратовской области» (Саратов, 1997)), написание монографий «Окультуривание орошаемых земель» (Саратов, 2012) и «Водосбережение на орошаемых землях Саратовской области» (Саратов, 2012), учебного пособия «Эколого-хозяйственная оценка территории» (Саратов, 2009). Кроме того, результаты исследований внедрены в производство, что подтверждается результатами внедрения: «Разработка схем и способов

использования существующих лиманов на примере Бурдинской системы лиманного орошения» (в СПК «Центральный» Александрово-Гайского района Саратовской области на площади 625 га); «Глубокое рыхление щелерезом «Кивонь» и обработка семян яровой пшеницы биопрепаратом Бисолби-Сан» (ЗАО «Дружба» Новоузенского района Саратовской области на площади 720 га); «Технологические приемы биологизации земледелия при возделывании зерновых культур» (ЗАО «Агротимьянс» Кирсановского района Тамбовской области на площади 297 га); «Апробация экологически безопасных технологий выращивания зерновых и овощных культур с применением комплекса микробиологических препаратов и удобрений экстразолов как способа биологизации земледелия и рационального использования земельных ресурсов» по договору ГНУ ВНИИСХМ, ИБФРМ и ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ» (в Кирсановском, Ржаксинском и Уметском районах Тамбовской области на площади 12500 га); «Полевые испытания и работы комбинированного почвообрабатывающе-посевного агрегата» (ЗАО «Радуга» Марксовского района Саратовской области и в К(Ф)Х «Абдуллаев Н.А.» Ровенского района Саратовской области).

Методология и методы исследования. Теоретические исследования и сформулированные гипотезы базировались на положениях и методах классической гидротехнической мелиорации, стандартных и частных методик проведения экспериментов и методов их планирования. В исследованиях были использованы: системный подход анализа и синтеза; классификация; аналитическое моделирование и испытание (мелкоделяночные, лабораторные и вегетационные почвенные опыты); методы: обобщения, интерполяции, наблюдения, сравнения, индукции и дедукции, описания, математики и математической статистики (с применением пакетов прикладных программ Agros, Microsoft Exel, PhotoMod, ArcGIS), расчетно-конструктивный, экономико-математический, картографический.

Положения, выносимые на защиту:

- концепция и методология системы влагосберегающих почвозащитных мелиораций, повышающих продуктивность сельскохозяйственных культур в Среднем Поволжье и Центральном Черноземье;
- технологический комплекс, включающий в себя био- и фитомелиорацию, систему основной обработки почвы и использование биопрепарата Бисолби-Сан;

- закономерности воздействия снегозапасов на продуктивность озимой пшеницы с биотестовым установлением оптимальных параметров снегоотложения и определением для условий лесостепной, степной и сухостепной зон эффективных способов сбережения атмосферных осадков;

- влаго-, почвосберегающая технология полосной мелиорации;

- водосберегающая технология орошения важнейших кормовых культур на инженерных лиманах.

Степень достоверности и апробации результатов подтверждается достаточным объемом экспериментального материала, обобщением исследований, статистической обработкой данных с помощью компьютерных программ.

Результаты исследований и основные положения диссертации были доложены и одобрены на одиннадцати международных (Ставрополь, 2002; Улан-Удэ, 2003; Пенза, 2005; Чернигов, 2006; Саратов, 2007–2013), трех всероссийских (Пенза, 2003; Саратов, 2005, 2011), четырех региональных научно-практических конференциях (Чебоксары, 2002; Саратов, 2003, 2009, 2010), на ежегодных конференциях профессорско-преподавательского состава Саратовского ГАУ (1990–2013) и двух зональных научно-производственных конференциях (Балашов, Новоузенск, 2003).

По теме диссертации имеется 70 публикаций, в том числе 17 – в изданиях, рекомендуемых ВАК, получено 2 патента, издано 2 монографии. Общий объем публикаций – 84,8 печ. л., из них личный вклад соискателя – 30,7 печ. л.

Исследования выполнены лично автором или под его руководством.

Автор искренне признателен за ценные консультации и поддержку Б.И. Туктарову, Е.П. Денисову, С.И. Косолапову, П.Н. Гришину, П.Н. Проездову, В.В. Корсаку, И.Ф. Медведеву, Н.Е. Сеницыной, В.Д. Постолову, В.В. Никифорову.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во **введении** обоснована актуальность работы; сформулированы цель и задачи исследований, основные положения, выносимые на защиту; указаны научная новизна, теоретическая и практическая значимость; доказана достоверность полученных результатов и выводов; даны рекомендации; намечены перспективы дальнейшей работы.

В **главе 1 «Аналитический обзор»** обозначена растущая потребность сельскохозяйственного производства Среднего Поволжья и Центрального Черноземья во влагосберегающих почвоохранных мелиорациях. Выявлено важнейшее значение лиманного орошения для кормопроизводства в острозасушливых районах Поволжья; актуальность сокращения размеров ярусов; уменьшение норм затопления для улучшения эколого-мелиоративного состояния инженерных лиманов. Представлены теория и практика применения приемов, способов и технологий влагосберегающих почвозащитных мелиораций в условиях естественного увлажнения.

Анализ накопленного опыта по влаго-, почвосбережению показывает, что эффективность почво-, водоохранных мелиораций сдерживается недостаточным научно-техническим обоснованием и практическим применением.

Глава 2 «Объекты, условия и методика исследований». Среднее Поволжье (СП) и Центральное Черноземье (ЦЧ) неоднородны по почвенно-климатическим условиям. Одна лишь Саратовская область расположена в полупустынной, сухостепной, степной и лесостепной зонах.

В полупустыне ресурсо- и водосбережение при возделывании полевых культур изучали на Бурдинской системе лиманного орошения (БСЛО – 9 ярусов, 2615 га) в СПК «Центральный» Александрово-Гайского района Саратовской области.

Почвы территории лимана представляют собой комплекс тяжелых или среднесуглинистых лугово-лиманских (до 15 %), лугово-каштановых (до 20 %), светло-каштановых почв (до 45 %), солонцов (до 20 %), отличающихся по содержанию гумуса (1,1–3,9 %), мощности гумусового горизонта, водно-физическим, физико-химическим свойствам, рН (7,2–8,7), типу засоления (сульфатно-хлоридный, хлоридно-сульфатный), глубине залегания солей (в основном солончаковые), уровню залегания грунтовых вод (0,5–3,5 м) и степени

их минерализации (4–20 г/л). Обеспеченность почвы доступными формами азота – низкая, подвижным фосфором – средняя, обменным калием – высокая.

В сухой степи на посевах яровой пшеницы и кукурузы изучалось влагосбережение зимних и летних осадков с помощью глубокого рыхления, вертикального и горизонтального мульчирования почвы. Опыты закладывались в ЗАО «Дружба» Новоузенского района Саратовской области на светло-каштановой тяжелосуглинистой солонцеватой почве (1,7–2,5 % гумуса, содержание азота и фосфора – низкое).

Дополнительные приемы влагосбережения в степной зоне исследовали на территории УНПЦ «Агроцентр» ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ» на черноземе южном тяжелосуглинистом. Содержание гумуса – 4,1 %, азота и подвижного фосфора – среднее, обменного калия – повышенное, рН = 7,0.

Эксперименты по влагосбережению и повышению почвенного плодородия с помощью био-, фитомелиорации, поверхностной обработки почвы и биопрепарата в лесостепи проводили в ООО «Агротехмальянс» Кирсановского района Тамбовской области на черноземе выщелоченном тяжелосуглинистом. Содержание гумуса – 6–7 %, азота, фосфора и калия – среднее, рН = 5,4.

Погодные условия при проведении исследований были следующими. В полупустыне: 2010 г. – острозасушливый, 1999, 2001, 2009 гг. – средnezасушливые, 2000 г. – среднеувлажненный. В сухой степи: 2002, 2005 гг. – засушливые, 2004, 2006 гг. – средnezасушливые, 2003 г. – влажный. В черноземно-степной зоне: 2010 г. – острозасушливый, 2009 г. – засушливый, 2007 г. – средnezасушливый, 2003, 2008 гг. – увлажненные. В лесостепи: 2007 г. – засушливый, 2004, 2005, 2006 гг. – среднеувлажненные, 2003, 2008 гг. – влажные.

Опыты по разработке ресурсосберегающих режимов орошения кукурузы и костреца безостого проводили на инженерном лимане в полупустыне в 1999–2001, 2009–2010 гг. на БСЛО в четырехкратной повторности. Эффективность режимов затопления лимана (осенний, весенний) изучали на делянках 1-го порядка (фактор А) – 3750 м², которые расщепляли на делянки 2-го порядка (фактор В) – 750 м², нормы затопления – 2,0 тыс. м³/га; 2,5; 3,0; 3,5; 4,0 тыс. м³/га.

В 2002–2006 гг. в условиях естественного увлажнения сухой степи исследовали влагосбережение в посевах яровой пшеницы и кукурузы. опыты закладывали в 4-кратной повторности. На делянках 1-го порядка (фактор *A*) – 315 м² оценивали сбережение зимних осадков при вспашке (0,20–0,22 м) и при глубоком безотвальном (0,35–0,38 м) рыхлении почвы щелерезом «Кивонь». На делянках 2-го порядка (фактор *B*) – 105 м² определяли эффективность вариантов: 1 – контроль; 2 – N30; 3 – Бисолби-Сан.

В лесостепи исследование био-, фитомелиорации проводили с 2003 по 2008 год (2003–2005 гг. – введение и освоение звеньев севооборота) в ООО «Агротимьянс» Кирсановского района Тамбовской области. Полевой опыт закладывали по 3-факторной схеме методом расщепленных делянок в 4-кратной повторности. Схема опыта включала в себя исследование парового (чистый пар – озимая пшеница – яровая пшеница) и сидерального (сидеральный пар – озимая пшеница – яровая пшеница с подсевом клевера) звеньев севооборота (фактор *A*) – 960 м². На фоне двух звеньев севооборота испытывали вспашку и мульчирующую обработку почвы (фактор *B*) – 480 м². На фоне обработки почвы изучали 4 варианта: 1 – контроль; 2 – солома (фон); 3 – фон + N30+30; 4 – фон + N30 + Бисолби-Сан (фактор *C*) – 120 м². Расположение делянок – систематическое.

Эффективность приемов влагосбережения летних осадков и биопрепарата Бисолби-Сан в посевах яровой пшеницы и кукурузы изучали в различных почвенно-климатических зонах в течение 2004–2010 гг. Исследовали вертикальное мульчирование (ВМ) соломой на глубину 0,15–0,16 м, покрытие почвы соломой (СП) слоем 20–30 мм и водопоглощающий полимер (ВПП), вносимый в щели (70 г/м).

Схемы опытов в сухостепной (*), степной (**), лесостепной (***) зонах на посевах яровой пшеницы: 1 – контроль; 2 – N30* (30 + 10**, 30 + 30***); 3 – Бисолби-Сан; 4 – ВМ + N30* (40**, 60***); 5 – СП + N30* (40**, 60***); 6 – ВМ + СП + N30* (40**, 60***); на посевах кукурузы: 1 – контроль; 2 – N30* (30 + 10**, 30 + 30***); 3 – Бисолби-Сан; 4 – ВМ + N30* (40**, 60***); 5 – ВМ + СП* (ВПП**, ВПП***) + N30* (40**, 60***). Площадь делянки – 15–21 м², повторность – 4-кратная, расположение – рендоминизированное.

Эффективность снежной мелиорации определяли в 2005–2009 гг. с помощью биотестирования озимой пшеницы, возделываемой в зоне влияния лесных полос

(ЛП) в 7 микрорайонах Саратовской области, в Кирсановском районе Тамбовской и Нижне-Ломовском, Мокшанском районах Пензенской области.

Математические закономерности дополнительного снегоотложения (ДСО) в шлейфовой зоне ЛП различной ветропроницаемости (плотная, ажурная, продуваемая) легли в основу отбора растительных и почвенных образцов по следующим вариантам: 1 – контроль (фон); 2 – фон + 30 % ДСО; 3 – фон + 60 % ДСО; 4 – фон + 100 % ДСО.

В лаборатории изучалось: изменение водно-физических свойств почвы от количества соломы и способов заделки ее в почву; влияние процесса разложения соломы на рост и развитие яровой пшеницы; воздействие биопрепаратов на всхожесть и жизнеспособность семян яровой пшеницы (ГОСТ 12038–84).

Постановка экспериментов, определение схемы и вариантов опытов, расположения опытных делянок, наблюдения, методы отбора почвенных и растительных образцов проводились согласно методикам Н.Ф. Ганжара (2002), Б.А. Доспехова (1985), А.Н. Костякова (1960), А.А. Корчагина (2011), С.Д. Лысогорова, В.А. Ушкаренко (1985), А.А. Роде (1962), Н.З. Станкова (1964), Б.Б. Шумакова (1979) и др.

Методы исследования почвенных образцов: гумус – по ГОСТ 26213–91; нитратный азот – дисульфифеноловым методом; щелочногидролизуемый азот – по ГОСТ 26204–91; подвижный фосфор и обменный калий – по ГОСТ 26204–91; рН (солевое) – по ГОСТ 264–83; гидролитическая кислотность – по ГОСТ 26212–91; сумма поглощенных оснований – по ГОСТ 27821–88; общее количество мезофильных аэробов и факультативных анаэробов – в среде МАФАиМ; азотобактер – в среде Эшби; грибы – в среде САБУРО; споры – в среде МПА.

Баланс гумуса рассчитывали по методу И.В. Тюрина (Ганжара Н.Ф., 2002).

Урожай учитывали при сплошной уборке делянок. Данные обрабатывали методами дисперсионного, корреляционного и регрессионного анализов по Б.А. Доспехову (1985) с использованием Microsoft Excel 2003 и AGROS 2.11.

Качество зерна оценивали в соответствии со стандартами: натуру – согласно ГОСТ 10849–64; массу 1000 зерен – по ГОСТ 10987–76; массовую долю клейковины – по ГОСТ 13586.1–68; качество клейковины – по ГОСТ 13586.1–68.

Дистанционный анализ лиманных ярусов проводили с использованием

аэрофотоснимков с последующей обработкой в программном комплексе PhotoMod и ArcGIS.

Экономическую эффективность рассчитывали расчетно-нормативным методом по технологическим картам. Агроэнергетическую эффективность приемов биологизации земледелия определяли по методу ВНИИ земледелия и защиты почв от эрозии (1996) и «Методическому пособию по агроэнергетической и экономической оценке технологий и систем кормопроизводства» ВНИИ кормов (2000).

Агротехника проведения исследований – общепринятая для каждой почвенно-климатической зоны. Отличительные особенности: в аридной зоне – внесение минеральных удобрений сеялкой СЗС-2,1; в лесостепи на вариантах с мульчирующей обработкой почвы – применение БДМК-6×4П и культиваторов; в массовых исследованиях – использование ручной закладки опытов с вертикально мульчируемыми (соломой) щелями (ВМ – через 0,7 м на глубину 0,15–0,16 м) СП, ВМ + СП, ВМ + ВПП.

Глава 3 «Концептуально-методологическое обоснование системы влагосберегающих почвозащитных мелиораций». Методология как способ организации теоретической и практической деятельности по разработке системы влагосберегающих почвозащитных мелиораций основывалась на законах Российской Федерации, связанных с объектами мелиорации, эколого-мелиоративными вопросами, методиками проведения экспериментов и ГОСТами.

Разнообразие почвенно-климатических условий и потребность в улучшении плодородия агроландшафтов легли в основу разработки системы мелиораций, объединенных общим тематическим *направлением* (влаго-, почвосбережение); взаимосвязанными *принципами* (снижение энергозатрат; уменьшение антропогенной нагрузки; повышение эффективности использования природных ресурсов; усиление биологических факторов) и *этапами достижения результата* (анализ и синтез факторов, ограничивающих рост и развитие культур, выбор приоритетного способа мелиорации, аналитическое моделирование и практическое испытание элементов технологии).

Разработка комплекса мелиораций в различных почвенно-климатических зонах базировалась на совершенствовании *методов* и *способов* увлажнения почвы: в полупустыне активное увлажнение почвы создавалось на основе лиманного орошения с оптимизацией площадей отдельных ярусов, что обеспечивало водосбережение и

повышение продуктивности кормовых культур; в сухостепной, степной и лесостепной зонах использовали пассивное увлажнение почвы и повышали ее плодородие с помощью агротехнических методов и способов, что снижало потери влаги при переносе снега (высокая стерня), сокращало сток и повышало сохранность зимних осадков (вертикальное и горизонтальное мульчирование почвы, щелевание, глубокое рыхление), уменьшало инфильтрацию (обогащение почвы органикой), испарение (минимизация обработки почвы, мульчирование) и транспирацию (оптимизация минерального питания, использование биопрепаратов).

Разработка теоретических основ сбережения водных ресурсов в полупустыне Саратовского Заволжья проводилась с учетом среднегодового объема стока реки Большой Узень при 50%-й обеспеченности (352 млн м³) и расчетного безопасного водозабора стока (10 % от его объема) – 35,2 млн м³. Было выявлено, что повысить эффективность использования паводковой воды при производстве кормовой продукции на фоне снижения инфильтрационных потерь, улучшения эколого-мелиоративного состояния лиманных агроландшафтов и прилегающих территорий можно за счет сокращения оросительной нормы с 3500–5000 до 2000–3000 м³/га, или в 1,4–1,7 раза. Для этого необходимо уменьшить площадь ярусов с 200–600 до 50–100 га (Тарасенко П.В., Туктаров Р.Б., 2013) и улучшить равномерность их затопления.

Моделирование реконструкции, площади и слоя затопления (рис. 1) и расчеты эффективности проведенных мероприятий (рис. 2) показывают, что снижение средней площади ярусов с 191 до 64 га позволяет увеличить затапливаемую площадь на 10 %, снизить норму затопления на 38 %. При этом на фоне снижения затрат оросительной воды при производстве 1 т сена на 37 % и при повышении валового сбора кормовой продукции с мелиорируемой площади на 10 % экономится до 31 % водных ресурсов, ранее терявшихся на фильтрацию, повышение уровня грунтовых вод, из-за чего ухудшалось эколого-мелиоративное состояние лиманных агроландшафтов.

Реконструкция систем лиманного орошения включает в себя проведение инвентаризации и эколого-хозяйственной оценки, что позволяет, во-первых, найти резервы повышения эффективности использования лиманов за счет определения оптимального сочетания почвенных разностей, различающихся по

плодородию и водно-физическим свойствам; во-вторых, экономически обосновать целесообразность реконструкции отдельных ярусов с целью их переустройства и сокращения площади затопления.

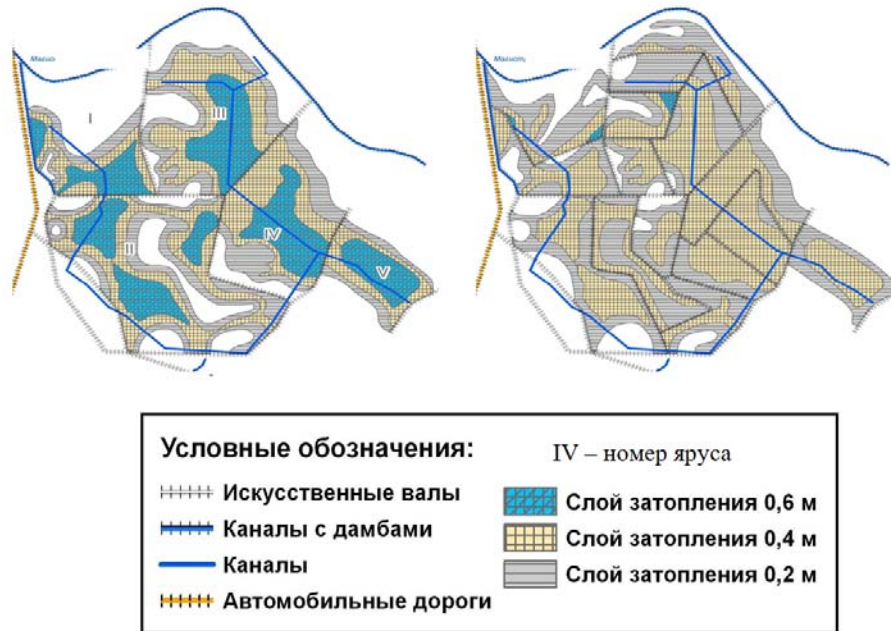


Рисунок 1 – Влияние уменьшения площади 1-го –5-го ярусов лимана Бурдинский на глубину и площадь затопления

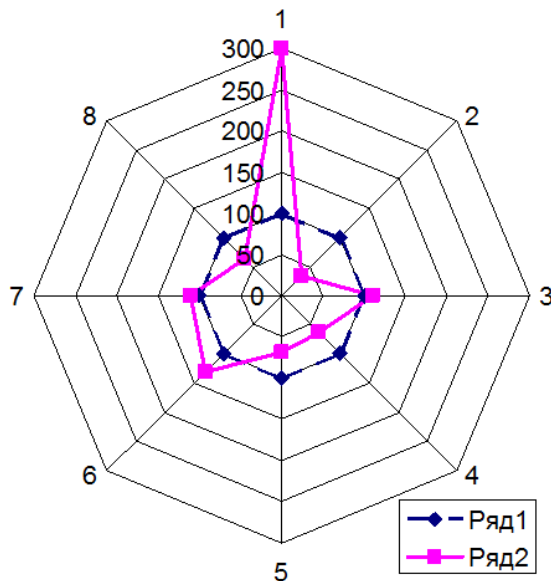


Рисунок 2 – Ожидаемый эффект от проведения реконструкции и уменьшения 1-го – 5-го ярусов БСЛО до 50–80 га, %: ряд 1 – до реконструкции; ряд 2 – после реконструкции; 1 – количество ярусов лимана (увеличилось с 5 до 15); 2 – средняя площадь яруса (уменьшилась с 191 до 64 га); 3 – общая затопляемая площадь (увеличилась с 692 до 763 га); 4 – средняя норма затопления (уменьшилась с 4800 до 3000 м³/га); 5 – объем оросительной воды (сократился с 3322 до 2289 тыс. м³); 6 – водосберегающий эффект (1033 тыс. м³); 7 – урожай сена (увеличился с 2284 до 2518 т); 8 – затраты воды на производство 1 т сена (уменьшились с 1,45 до 0,91 м³/т)

Теории дифференциальной влажности, термомпереноса почвенной влаги (Реутов В.П., 1987, и др.) и наши исследования позволили обосновать влагосберегающие приемы и сроки мелиоративных обработок почвы, согласно которым глубокое рыхление в летний период после озимых и многолетних трав не вредит запасам влаги. С началом выпадения утренней росы конденсированную влагу («сухой полив») сохраняют с помощью нулевой

(при использовании гербицидов) или поверхностной (мульчирующей) обработкой почвы с оставлением стерни или созданием стерневых кулис, перенося разуплотнение подпахотного горизонта щелеванием на начало заморозков.

При разработке теории полосной мелиорации агроландшафтов, основанной на дифференциации почвы по плодородию, использовали информацию (рис. 3) о потерях воды из различных слоев почвы (Фагелер П., 1938); сведения о роли мульчи в сохранении почвенных влагозапасов (Вильямс В.Р., 1949 г.); результаты исследований глубокого рыхления (Тарасенко П.В., Губов В.И., 2012), вертикального и горизонтального мульчирования почвы (Косолапов С.Н., Тарасенко П.В., Губов В.И., 2012). Это позволило выявить резервы влагосбережения.

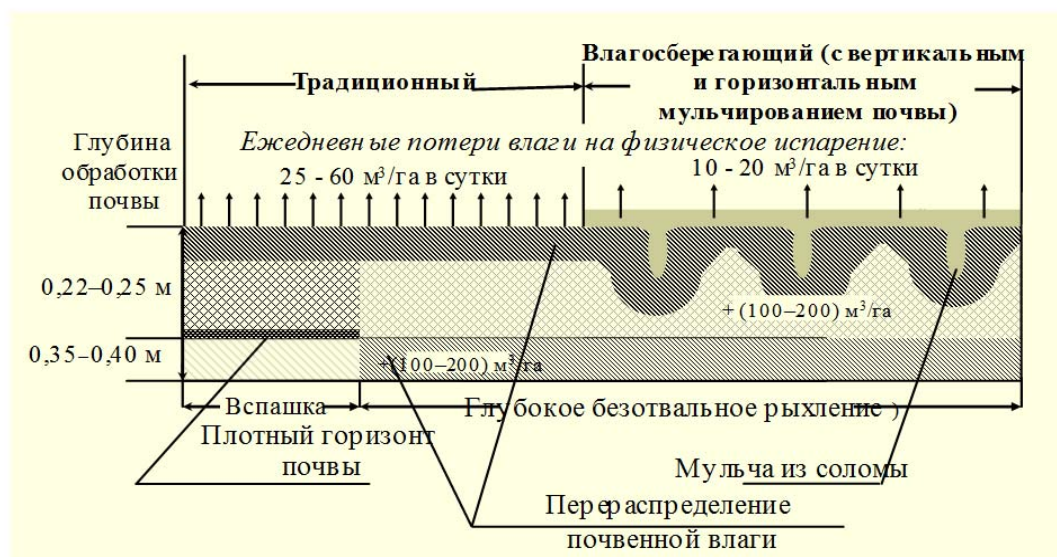


Рисунок 3 – Влияние глубокого рыхления, вертикального мульчирования и покрытия соломой на влагосбережение осадков

Уравнение взаимосвязи ($R^2 = 0,89$) мощности СП с интенсивностью испарения имеет вид:

$$Y = 109,44x^{-0,855}, \quad (1)$$

где Y – интенсивность испарения почвенной влаги, %; x – соломенный покров, мм.

Формула для расчета дозы соломы для СП почвы :

$$C_{сп} = 10000p_ch_c, \quad (2)$$

где $C_{сп}$ – доза соломы для СП, т/га; 10000 – коэффициент пересчета на 1 га; p_c – плотность слоя соломы, т/м³; h_c – слой мульчи, м.

Дозу измельченной соломы, заполняющей вертикально мульчируемые щели можно рассчитать по формуле:

$$C_{\text{ВМ}} = 10000 p_c g_h t_h / R_{\text{ВМЩ}}, \quad (3)$$

где $C_{\text{ВМ}}$ – доза соломы для ВМ, т/га; g_h – глубина щели, м; t_h – толщина щели, м; $R_{\text{ВМЩ}}$ – расстояние между щелями, м:

$$R_{\text{ВМЩ}} = GP/U_i, \quad (4)$$

где G – коэффициент, учитывающий гранулометрический состав почвы ($2,5 \leq G \leq 3,5$); $G = 2,5$ для глинистых почв; $G = 3,0$ для тяжелосуглинистых; $G = 3,5$ для суглинистых; P – коэффициент, учитывающий роль растительности, $P = 0,7$ при проективном покрытии $\leq 60\%$, $P = 1,0$ при проективном покрытии $>60\%$; U – коэффициент, учитывающий влияние уклона местности ($0^\circ \leq U \leq 1,5^\circ$), при $i = 0,01$ $U = 1,00$; при $i = 0,025$ $U = 1,25$.

Рассчитано поступление в вертикально мульчируемые щели с био-, фитомелиорантами органического вещества 7–9 т/га, азота 14–50 кг/га, фосфора 7–11 кг/га, калия 49–150 кг/га, кальция 20–100 кг/га, магния 5–19 кг/га. Информацию о системе автопилотирования «Auto Trac» и автоматизированной системе управления AgGPS Autopilot, позволяет повторно и точно ($\pm 0,01$ – $0,1$ м) вносить био-, фитомелиоранты в мелиорируемые полосы (рис. 4).

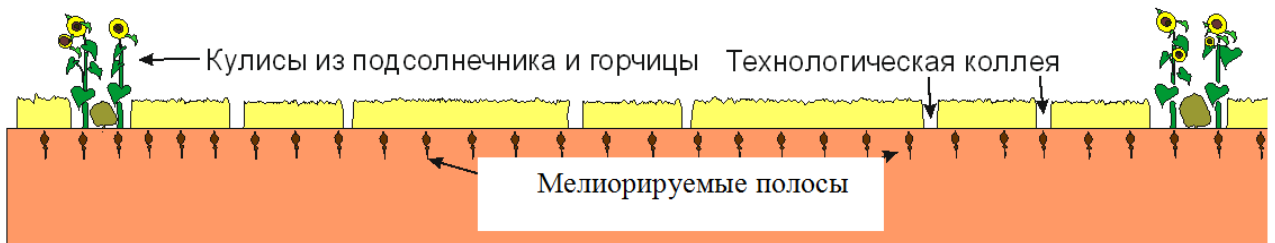


Рисунок 4 – Полосная мелиорация

Глава 4 «Рациональное использование водных ресурсов в полупустыне».
Оптимизация водного режима почвы на инженерных лиманах при возделывании кормовых культур. Режим влажности почвы на лимане зависел от сроков и норм затопления, скорости инфильтрации оросительной воды, глубины залегания грунтовых вод (ГВ) и их динамики, количества осадков и испарения влаги в течение вегетации.

При осеннем затоплении лимана сроки сева кукурузы были оптимальными (рис. 5), а её рост и развитие проходили при недостатке водного питания. При весеннем затоплении сроки сева сдвигали на начало июня – в экстремальные условия полупустыни, но при лучшем водном питании.

Меньше всего ($2565 \text{ м}^3/\text{га}$) посеы расходовали влагу при осеннем затоплении лимана нормой $2,0 \text{ тыс. м}^3/\text{га}$. Увеличение нормы до $2,5 \dots 4,0 \text{ тыс. м}^3/\text{га}$ повышало водопотребление на $13\text{--}41 \%$, коэффициент водопотребления (КВ) – на $5\text{--}19 \%$.

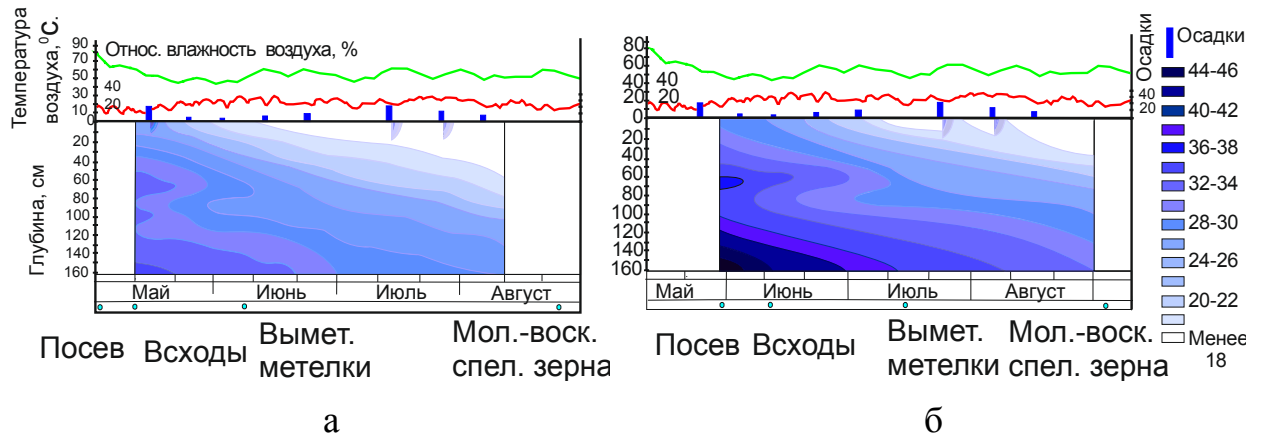


Рисунок 5 – Хроноизоплеты влажности почвогрунтов на лимане под посевами кукурузы в 1999 г. при осеннем (а) и весеннем (б) затоплении оросительной нормой $2,0 \text{ тыс. м}^3/\text{га}$, % от объема

При весеннем затоплении лимана общий расход влаги был выше на $220\text{--}462 \text{ м}^3/\text{га}$, КВ – на $8\text{--}35 \text{ м}^3/\text{т}$, чем при осенней влагозарядке.

Экономичными по затратам водных ресурсов на единицу зеленой массы кукурузы были осеннее затопление нормой $2,0 \text{ тыс. м}^3/\text{га}$ – $93 \text{ м}^3/\text{т}$ и весеннее затопление нормой $2,5 \text{ тыс. м}^3/\text{га}$ – $106 \text{ м}^3/\text{т}$.

Продуктивность трав зависела от теплового режима и влагообеспеченности слоя почвы $0\text{--}0,5 \text{ м}$, связанного с нормой, сроком и продолжительностью затопления.

Весеннее затопление лимана нормой $3,0 \text{ тыс. м}^3/\text{га}$ (рис. 6) лучше всего отвечало потребностям трав: насыщала почву во время кущения за 12 сут. при сумме температур $134 \text{ }^\circ\text{C}$ и при отсутствии температур воздуха $>15 \text{ }^\circ\text{C}$.

Влагообеспечение трав после осенней влагозарядки было наихудшим, так как во время формирования биомассы влажность слоя почвы $0\text{--}0,5 \text{ м}$ опускалась до $52\text{--}62 \%$ НВ.

По затратам воды наиболее эффективно весеннее затопление нормой $3,0 \text{ тыс. м}^3/\text{га}$ с КВ равным $815 \text{ м}^3/\text{т}$. При осенней влагозарядке затраты водных ресурсов увеличиваются в $1,3\text{--}1,9$ раза.

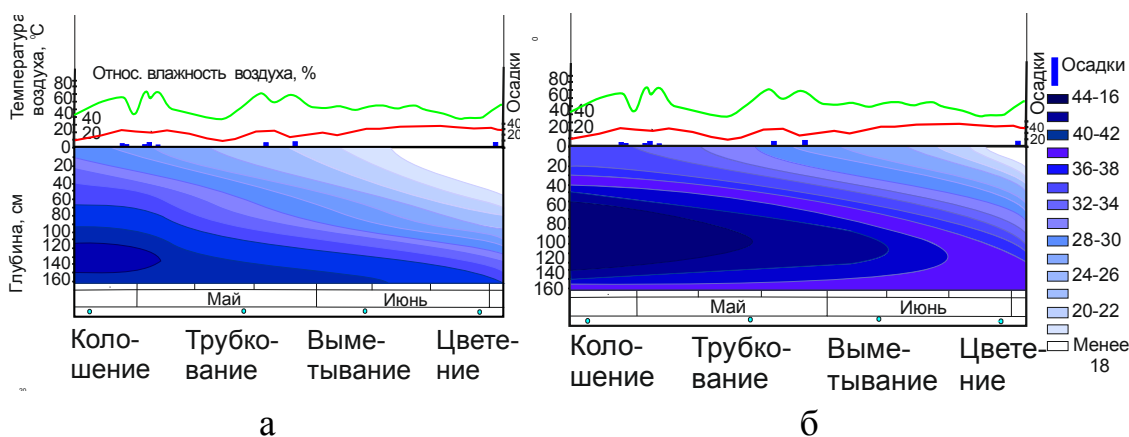


Рисунок 6 – Хроноизоплеты влажности почвогрунтов на лимане под севами многолетних трав в 2010 г. при осеннем (а) и весеннем (б) затоплении оросительной нормой 3,0 тыс. м³/га, % от объема

Питательный режим почвы в посевах кукурузы и многолетних трав. После осеннего затопления почва в период сева кукурузы быстрее созревала, что активизировало микробиологическую деятельность. В ней содержалось нитратного азота 15,4–16,3 мг/кг. После весеннего затопления переувлажнение и снижение микробиологической активности почвы уменьшало содержание нитратов до 7,3–10,6 мг/кг. Во время выметывания метелки, на фоне осеннего затопления количество нитратов снижалось, а во время весенней влагозарядки – повышалось.

Оптимальные условия питания злаковых трав в начале их развития отмечены при осеннем затоплении лимана оросительной нормой до 3,0 тыс. м³/га. Содержание N(NO₃) – 11,7 мг/кг, P₂O₅ – 19,1 мг/кг. Во время трубкования – выметывания наилучший режим питания был на фоне весеннего затопления нормой 3,0–4,0 тыс. м³/га. В этих условиях содержание N(NO₃) в почве на 1,4–4,3 мг/кг и P₂O₅ – на 0,7–2,6 мг/кг превышало показатели осенней влагозарядки, где в этот период из-за иссушения почвы отмечалось ухудшение азотно-фосфорного питания.

Влияние режимов затопления и удобрений на фитоклимат посевов и формирование биомассы кукурузы и многолетних трав. Весенняя влагозарядка, в отличие от осеннего затопления, сдвигала срок сева кукурузы на три – четыре недели, что сокращало объем тепла, необходимый для ее роста и развития на 270–300 °С.

Оптимальное влагообеспечение трав при весеннем затоплении удлиняло их вегетацию на 1–3 дня (объем тепла возрастал на 20–60 °С). Большие (>3,0 тыс. м³/га) нормы затопления подавляли рост и развитие растений в начале вегетации. В период трубкования – выметывания влажность почвы оптимизировалась, что

способствовало накоплению урожая. Осеннее затопление ускоряло развитие трав и ухудшало формирование укосной массы.

Анализ фотосинтетической деятельности кукурузы показал, что площадь ассимилирующей поверхности растений при норме от 3,0 тыс. м³/га и выше закономерно увеличивалась при переходе от осеннего к весеннему затоплению. Снижение нормы до 2,0–2,5 тыс. м³/га повышало площадь листьев на фоне осенней влагозарядки.

При весеннем затоплении нормой 2,0 тыс. м³/га фотосинтетический потенциал (ФП) составил 1,38 млн м² × дней/га, на фоне 4,0 тыс. м³/га – 1,63 млн м² × дней/га. После осенней влагозарядки лимана ФП увеличился соответственно до 1,46 и 1,61 млн м² × дней/га.

Режим затопления влиял на синтез органической массы. При осеннем и весеннем сроках затопления нормой 3,5–4,0 тыс. м³/га формировалось от 5,18 до 5,28 т/га сухой массы, содержащей до 30–31 % початков с зерном восковой спелости. Этому способствовали максимальные площадь листьев (25,5–26,5 тыс. м²/га) и фотосинтетический потенциал (1,61–1,66 млн м² × дней/га). Снижение нормы затопления до 2,0 тыс. м³/га ухудшало водный режим. В результате этого площадь фотосинтезирующих листьев уменьшалась на 2,6–4,6 тыс. м³/га, ФП – на 9–17 % и было недополучено 0,85–1,65 т/га сухой массы растений.

При весеннем затоплении нормой 3,0 тыс. м³/га на каждую тысячу ФП формировалось до 3,39 кг сухой биомассы, при осенней влагозарядке 3,5 тыс. м³ – 3,29 кг.

Основными показателями, определяющими продуктивность сенокосов, являются высота, толщина генеративных побегов и площадь листьев многолетних трав. Выявлено, что все перечисленные показатели при весеннем затоплении были выше и отличались от осенней влагозарядки соответственно на 44 %; 6 и 49 %.

При весеннем затоплении лимана нормой 3,5 тыс. м³/га формировался наибольший (в 1,45 раза выше, чем при осенней влагозарядке – 4,0 тыс. м³/га) ФП трав (759 тыс. м² × дней/га), позволяющий синтезировать до 3,5 т/га сухой массы.

Продуктивность кормовых культур. Урожайность кукурузы и многолетних трав зависела от режимов затопления (табл. 1, 2).

Особенности формирования урожайности кукурузы и многолетних трав (рис. 7) отражены в уравнениях регрессии (табл. 3).

Таблица 1 – Урожайность кукурузы на силос в зависимости от норм и сроков затопления лимана

В тоннах на 1 га

Погодные условия в годы исследований	Период затопления (фактор <i>A</i>)	Оросительная норма, тыс. м ³ /га (фактор <i>B</i>)					НСР ₀₅ ($F_{\phi} > F_t$)		
		2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	варианты	фактор <i>A</i>	фактор <i>B</i>
засушливые	осень	19,76	21,62	22,67	22,73	22,79	2,06	–	1,53
	весна	16,72	21,97	24,23	24,46	24,33			
увлажненные	осень	24,23	25,83	27,13	28,32	28,57	1,32	0,59	0,93
	весна	19,76	25,28	27,78	28,04	27,89			
средние	осень	20,84	22,51	23,79	24,70	24,93	1,59	–	1,32
	весна	17,82	23,28	25,42	25,56	25,45			
в среднем за период исследований	осень	21,61	23,32	24,53	25,25	25,43	1,69	–	1,23
	весна	18,10	23,51	25,81	26,02	25,89			

Дальнейшее возрастание нормы на 500 м³/га снижает этот показатель, но при этом норма 3,0–3,5 тыс. м³/га обеспечивают наибольшее (3,51 т/га) количество кормов.

Таблица 2 – Урожайность сена многолетних злаковых трав в зависимости от режимов лиманного орошения

В тоннах на 1 га

Период затопления (фактор <i>A</i>)		Оросительная норма, тыс. м ³ /га (фактор <i>B</i>)					НСР ₀₅ ($F_{\phi} > F_t$)		
		2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	варианты	фактор <i>A</i>	фактор <i>B</i>
1999	осень	1,78	2,09	2,35	2,37	2,39	0,285	0,128	0,202
	весна	1,91	2,80	3,45	3,59	3,53			
2000	осень	1,96	2,34	2,59	2,61	2,64	0,203	0,091	0,143
	весна	2,24	3,23	3,87	4,02	3,99			
2001	осень	1,90	2,29	2,50	2,52	2,53	0,238	0,106	0,168
	весна	2,18	3,06	3,72	3,85	3,82			
2009	осень	1,65	1,98	2,12	2,21	2,24	0,265	0,118	0,187
	весна	1,84	2,69	3,12	3,29	3,21			
2010	осень	1,33	1,72	1,89	1,99	2,01	0,268	0,120	0,190
	весна	1,52	2,15	2,58	2,79	2,71			
В среднем	осень	1,72	2,08	2,29	2,34	2,36	0,252	0,113	0,178
	весна	1,93	2,79	3,35	3,51	3,45			

Важнейшим показателем является выход продукции на 1 м³ оросительной воды. Отмечено, что для кукурузы более результативна норма 2,0 тыс. м³/га при осеннем (обеспечивает до 10,8 кг/м³ силоса) и 2,5 тыс. м³/га при весеннем затоплении лимана (9,4 кг/м³).

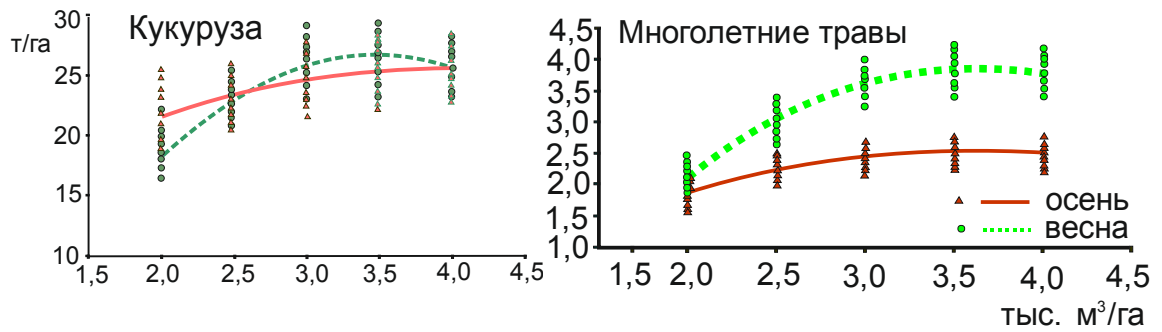


Рисунок 7 – Особенности формирования урожайности кукурузы на силос и многолетних трав на сено в зависимости от режимов затопления лимана

Таблица 3 – Уравнения зависимости урожайности (y , т/га) кукурузы на силос и многолетних трав на сено от оросительных норм (x , тыс. м³/га) по периодам затопления лимана

Культура	Период затопления	Уравнение	R^2
Кукуруза	осень	$y = -1,2005x^2 + 9,1199x + 8,141$ (5)	0,28
	весна	$y = -3,7629x^2 + 26,195x - 18,972$ (6)	0,76
Многолетние травы	осень	$y = -0,2571x^2 + 1,8509x - 0,7857$ (7)	0,77
	весна	$y = -0,6943x^2 + 4,9917x - 5,0954$ (8)	0,90

При исследовании продуктивности трав выявили, что увеличение нормы до 2,5 тыс. м³/га дает максимальную прибавку урожая: при осеннем затоплении – 0,36 т/га, при весеннем – 0,86 т/га.

Анализ окупаемости поливной воды урожаем показал, что весенняя влагозарядка формирует водный режим почвы, близкий к природному, при котором травы питаются пресной водой из верховодки, расположенной над уровнем минерализованных ГВ. Отдача от лиманного орошения, в отличие от осеннего затопления, возрастает на 50 %, а окупаемость 1 м³ оросительной воды урожаем сена – в 1,3 раза.

При весеннем затоплении лимана оптимальная норма – 3,0 тыс. м³/га. Она позволяет получить до 1,12 кг высококачественного сена на каждый затраченный кубометр паводковой воды, т. е. в 1,15–1,30 раз больше, чем от самой низкой (2,0 тыс. м³/га) или самой высокой (4,0 тыс. м³/га) оросительной нормы.

Лиманное орошение и эколого-мелиоративное состояние агроландшафта.

Отмечены отличие сезонного снижения грунтовых вод на пойменно-водоохраных и мелиоративно-ирригационных лиманах соответственно на 0,8–0,9 и 1,3–1,5 м и ежегодное уменьшение запасов солей в метровом слое на 1–7 и

8–19 т/га в год за счет бокового растекания «бугра» грунтовых вод и миграции солей на периферийные территории.

Весомую роль при оттоке грунтовых вод играли особенности рельефа.

БСЛО (2,6 тыс. га) расположено на возвышенных частях мезорельефа, из-за чего грунтовый ток происходит быстрее – по уклону местности (минерализация ГВ 15–20 г/л). МСЛО (11 тыс. га) находится в пониженных (пойменных) частях рельефа (на 0,6–1,0 м ниже прилегающих к МСЛО равнинных участков, минерализация ГВ 20–30 г/л), поэтому она в большей степени подвержена процессам засоления и заболачивания.

Сравнение результатов анализа водных вытяжек за 1976–1984 гг. (Приволжгипроводхоз) и наших данных за 1999–2001 гг. (Тарасенко П.В., Подмарев С.А., 2008) свидетельствует о том, 15-летний период эксплуатации БСЛО не ухудшил солевой режим почв.

На МСЛО нарушение режима затопления (после 1992 г.) разрушило раннее существовавшую водную «подушку» опресненных грунтовых вод под лиманами. Возвратный поток ГВ с минерализацией 40–50 г/л с окружающих территорий в сторону лимана (в 2,0–2,5 раза меньший, чем ток воды, образуемый в результате растекания бугра ГВ), стал причиной деградации 25 % лиманных земель.

Исследование солевого режима и оценка взаимосвязи периодов затопления нормой 3,0 тыс. м³/га и опреснительного эффекта на лимане «Бурдинский» показали, что достоверное снижение количества хлоридов и суммы токсичных солей в метровом слое при весеннем затоплении составило соответственно 39 и 20 % от их первоначального содержания, а при осеннем затоплении – 13 и 10 %.

Расчеты выявили, что уменьшение средней площади ярусов с 191 до 64 га увеличивает общую площадь затопления лимана на 10 % и сокращает затраты оросительной воды на 31 %.

Глава 5 «Влаго- и почвосбережение в агроландшафтах сухостепной, степной и лесостепной зон». Влияние био-, фитомелиорантов и способов их заделки в почву на агрофизические свойства чернозема выщелоченного лучше всего проявилось в слое почвы 0–0,3 м при совместной заделке соломы и сидератов. На этих вариантах отмечено снижение плотности сложения при вспашке с 1,16 до 1,11 г/см³, при

мульчирующей обработке – с 1,20 до 1,12 г/см³; повышение содержания агрономически ценных агрегатов почвы на 5–6 % (абс. Знач.), степени их водопрочности на 7–20 % (отн. Знач.), коэффициента структурности почвы на 11–26 %. При этом возросли общая пористость (за счет капиллярной и некапиллярной пористости) на 4–6 % (отн. Знач.) и наименьшая влагоемкость на 6–8 % (отн. Знач.).

Взаимосвязь количества и расположения солоmistых остатков в почве с влагосбережением. Выявлено, что внесение 1 т/га соломы в почву разуплотняет её на 0,06–0,10 г/см³, а 2...9 т/га соломы в почве сохраняет в безветренную погоду 4–9 % влагозапасов. Ветер (до 10 м/с) увеличивает потери влаги в 2,9 раза. Мульча из соломы слоем 13 и 25 мм снижает среднесуточное испарение в 1,6 и 2,1 раза и сохраняет от 36 до 54 % влаги. ВМ при безветрии экономит до 12,6 % почвенной влаги, при ветровом режиме – до 10,6 %. Локализация атмосферной влаги на глубине 0,12 м по эффективности приравнивается к СП слоем 13 мм.

Влагосбережение при возделывании полевых культур. Географические исследования снегоотложения в аридной, субаридной зонах Нижнего Поволжья и ЦЧ выявили изменение мощности снежного покрова от 0,10 до 0,40 м, запасов воды в снеге – от 290 до 930 м³/га и продуктивной влаги в слое почвы 0–1,0 м – от 1230 до 2200 м³/га.

Анализ урожайности озимой пшеницы (240...640 г/м²) и общего расхода влаги (1200...2200 м³/га) из слоя почвы 0–1,0 м в аридной, субаридной зонах определил (с учетом эффективных осадков) их тесную взаимосвязь ($R^2 = 0,80$), выраженную уравнением регрессии:

$$Y = 0,0001x^2 + 0,0108x + 11,352, \quad (9)$$

где y – урожайность зерна, г/м² ($y \cdot 0,01 = \text{т/га}$); x – расход влаги из слоя 0–1,0 м, м³/га.

Эффективным способом сбережения талых вод в сухостепной зоне является разрушение уплотненных подпахотных горизонтов почвы.

Было выявлено, что в светло-каштановой почве благоприятное сложение при вспашке отмечалось в пахотном слое (0,20–0,22 м): плотность 1,19–1,23 г/см³, общая пористость 54–55 %. В слое 0,2–0,4 м плотность резко увеличивалась (до 1,55 г/см³), а общая пористость и пористость аэрации снижались соответственно до 43 и 6 %.

Применение щелереза способствовало разуплотнению подпахотного горизонта до

1,29–1,35 г/см³ (на 0,17–0,20 г/см³) и повышению общей пористости до 50–52 % (на 6,3–7,4 %), пористости аэрации – до 12–18 % (на 5,6–8,9 %). При этом суммарный объем пор в слое 0,2–0,4 м увеличился на 145 м³/га, что позволило талым водам быстрее и глубже проникать вниз.

При уплотнённом подпахотном горизонте верхний слой почвы перенасыщался влагой, что приводило к её интенсивным потерям. В фазу кущения яровой пшеницы влагозапасы в верхнем слое были выше на 50–60 м³/га. Разрыхление плотного горизонта переводило часть влаги (122 м³/га) во второй полуметр, в результате чего количество доступных влагозапасов в слое 0–1,0 м увеличивалось на 9 % (65 м³/га).

В период кущения – выхода в трубку преимущество во влагообеспечении пшеницы на фоне вспашки утрачивалось. Корневая система злаков, сдерживаемая уплотненным горизонтом, становилась полностью зависимой от атмосферных осадков. В дальнейшем преимущество во влагообеспечении получали зерновые злаки, возделываемые на фоне глубокого рыхления, за счет лучших условий для развития корневой системы и использования влаги и элементов питания из слоя почвы 0,2–0,4 м.

Влагозапасы в слое почвы 0,5–1,0 м на фоне её глубокого рыхления во время кущения, колошения и перед уборкой урожая пшеницы превышали показатели вспашки на 117 м³/га, 41, и 24 м³/га.

Изучение водного режима выявило тесную взаимосвязь количества доступных влагозапасов (250...790 м³/га) в фазу кущения яровой пшеницы с ее урожайностью (0,5...1,2 т/га), выраженную уравнением регрессии при $R^2 = 0,80$:

$$Y = 134,23x - 34,564x^2 - 32,54, \quad (10)$$

где y – урожайность зерна, т/га; x – доступные влагозапасы в слое почвы 0–1,0 м, м³/га.

Максимальный расход влаги при производстве 1 т зерна был отмечен на контроле при вспашке – 1763 м³. На варианте с глубоким безотвальным рыхлением (щелевании) он уменьшился до 1684 м³/т. Применение азотных удобрений (N30) сократило коэффициент водопотребления яровой пшеницы на 14–16 %.

Установлено, что заделка в почву соломы и сидератов улучшает водный режим чернозема выщелоченного в лесостепи. Весной больше накапливается и лучше сохраняется влага как при отвальной (более 50–150 м³/га), так и при мульчирующей её

обработке (более 170–230 м³/га).

Выявлена взаимосвязь влагонакопления от водопрочности почвенных агрегатов при $R^2 = 0,80$:

$$Y = 0,0776x^2 - 10,476x + 722,36, \quad (11)$$

где y – общий запас влаги в слое почвы 0–1,0 м, мм; x – степень водопрочности агрегатов, $x = 68–84$ %.

Заделка в почву растительных остатков улучшала влагообеспеченность посевов в течение вегетации, благодаря чему общий расход влаги на 1 т зерна снижался с 806–834 до 645–745 м³.

В степи из осадков растения потребляют до 50–70 % влаги. Повышают ее доступность ВМ и СП растительными остатками.

Было выявлено, что СП в период колошения пшеницы сохраняло 50–140 м³ почвенной влаги. ВМ аккумулировало вдоль щелей 25–40 м³ влаги. Между щелями (0,7 м) количество почвенных влагозапасов было на 3–38 м³ больше контроля. Сочетание СП и ВМ повышало влагозапасы вдоль щелей на 36–80 м³, а между щелями – на 15–34 м³.

Как показали лизиметрические исследования в сухой степи, пространство вдоль щелей на глубине 0,2 и 0,3 м было в 2,8–3,0 раза лучше обеспечено влагой по сравнению с контролем. После дождей щели перераспределяли часть дождевой влаги с поверхностных в подпахотный слой почвы и сохраняли их до 10 дней.

Влагосбережение и засоренность посевов. Улучшение водного и пищевого режимов почвы в сухой степи при переходе от отвальной вспашки к глубокому безотвальному рыхлению повышало засоренность посевов яровой пшеницы в 1,2–2,0 раза, сухую массу сорняков – в 1,3–2,9 раза. Снегозадержание увеличивало разнообразие видов сорняков в 1,3–1,8 раза, их количество – в 1,2–2,0 раза, сухую массу – в 1,5–9,0 раз. В лесостепной зоне применение мульчирующей обработки почвы способствовало росту засоренности посевов относительно вспашки в 1,3–1,8 раза.

Био-, фитомелиорация агроландшафтов и их эколого-мелиоративное состояние. Применение комбайнов с измельчителями соломы увеличило поступление в почву соломы озимой пшеницы в лесостепи на 7,3–8,5 т/га, яровой пшеницы – на 5,9–6,5 т/га. Использование клевера красного в качестве сидерата повысило содержание в почве сухих растительных остатков на 13–15 т/га.

Запашка соломы (2003–2007 гг.) и внесение N60 в почву в паровом звене севооборота

сократили баланс гумуса до $-0,08$ т/га, а в звене севооборота с сидеральным паром увеличили его до $+0,91$ т/га.

Сидераты, солома и N60 активизировали размножение дождевых червей более чем на 14–17 %, микроорганизмов – более чем на 13 %, азотобактера – более чем на 40 %, повысили обеспеченность почвы щелочногидролизуемым азотом на 12–28 %, подвижным фосфором – на 8–15 %, обменным калием – на 6–21 % и достоверно увеличили содержание общего гумуса на 0,1%.

В отличие от вспашки, при мульчирующей обработке концентрация растительных остатков в верхнем слое и повышенная влажность почвы способствовали росту общей численности микроорганизмов и спор на 12 и 57 %, грибов – в 3 раза, дождевых червей – на 6 %. Разложение растительных остатков и выделение CO_2 повысило гидролитическую кислотность почвы на 0,8–0,9 мг-экв на 100 г почвы, уменьшило степень насыщенности основаниями на 4–13 %, численность азотобактера в 1,7 раза и обеспеченность почвы азотом на 12–14 %.

Разложение соломы и ее влияние на всхожесть яровой пшеницы. Степень разложения льняной ткани, интенсивность выделения CO_2 и протеолитическая активность почвы свидетельствуют об усилении микробиологической активности при внесении в почву соломы на 6–8 %, при сочетании соломы с азотными удобрениями – на 6–23 %.

Увеличение содержания соломы с 7 до 21 г на 5 л объема почвы сократило всхожесть семян яровой пшеницы с 94 до 71 %. СП слоем 13 и 25 мм и ВМ + СП слоем 25 мм уменьшили всхожесть соответственно до 90 %; 83 и 75 %. Внесение в почву азотных удобрений (8 г аммиачной селитры на 5 л почвы) ускорило разложение соломы и увеличило выделение вредных веществ, которые снизили всхожесть семян с 94 до 36 %. Препарат Бисолби-Сан повысил всхожесть семян на 12 %.

Биопрепараты – способ повышения эффективности использования природных ресурсов. Бактеризация семян Бисолби-Саном, ризоагрином повысила энергию на 5–6 %, скорость прорастания – на 7 % и рост проростков на 9–17 %.

Бисолби-Сан обеспечивал пшеницу азотом ассоциативной азотофиксации (24–28 кг/га д. в.), защищал от болезней и повышал ее урожайность на 8–13 % (табл. 4 и 5).

Инокуляция семян (1 л/т) и обработка посевов яровой пшеницы в фазу кущения Бисолби-Саном (1,5 л/га) повысили содержание сырой клейковины в зерне (без внесения N) более чем на 1,5–1,7 %.

Таблица 4 – Влияние азотных удобрений и Бисолби-Сана на продуктивность яровой пшеницы в сухостепной, степной и лесостепной зонах

Вариант	Зона проведения исследований					
	сухостепная* (2002–2006 гг.)		степная** (2008–2010 гг.)		лесостепная*** (2006–2008 гг.)	
	т/га	%	т/га	%	т/га	%
Контроль	0,74	100	1,39	100	4,74	100
N, кг д. в./га (30*; 10 + 30**; 30 + 30***)	0,88	118,9	1,61	113,6	5,23	110,3
Бисолби-Сан (+N10**, +N30***)	0,82	110,8	1,51	107,8	5,13	108,2
НСР ₀₅	0,07		0,08		0,26	

Таблица 5 – Влияние обработки почвы, азотных и бактериальных удобрений на урожайность яровой пшеницы в сухостепной зоне

В тоннах на 1 га							
Обработка почвы (A)	Вариант (B)	2002 г.	2003 г.	2004 г.	2005 г.	2006 г.	В среднем
Вспашка	контроль	0,51	1,05	0,90	0,47	0,78	0,74
	N30	0,60	1,23	1,10	0,61	0,87	0,88
	Бисолби-Сан	0,57	1,16	1,04	0,50	0,84	0,82
Глубокая безотвальная обработка	контроль	0,61	1,22	1,09	0,57	0,83	0,86
	N30	0,73	1,45	1,29	0,69	0,93	1,02
	Бисолби-Сан	0,68	1,36	1,23	0,64	0,95	0,97
НСР ₀₅ (для частных средних)		0,056	0,058	0,090	0,078	0,059	0,068
НСР ₀₅ (для фактора A)		0,032	0,023	0,052	0,045	0,034	0,037
НСР ₀₅ (для фактора B)		0,039	0,041	0,064	0,055	0,042	0,048
Критерий Фишера ($F_{\phi} > F_t$)	варианты	19 > 2,9	55 > 2,9	20 > 2,9	10 > 2,9	10 > 2,9	23 > 2,9
	A	62 > 4,5	157 > 4,5	57 > 4,5	24 > 4,5	21 > 4,5	64 > 4,5
	B	16 > 3,6	58 > 3,6	22 > 3,6	13 > 3,6	15 > 3,6	25 > 3,6

Продуктивность полевых культур в зависимости от почвенно-климатических условий, био-, фитомелиорантов и влагосберегающих агроприемов. В сухой степи дополнительные запасы влаги, образовавшиеся на фоне обработки почвы щелерезом «Кивонь», способствовали улучшению фитометрических показателей яровой пшеницы (высота растений, площадь листьев, ФП, ЧПФ, сухая надземная масса, количество продуктивных стеблей, масса и количество зерна с 1 колоса) и увеличили выход зерна с 1 м² до 98–122 г (на 15–17 %). В среднем за пять лет прибавка урожайности зерна на фоне глубокой безотвальной обработки почвы составила 0,12–0,15 т/га (16–18 %), при внесении N30 – 0,14–0,16 т/га (18–19 %) (см. табл. 5).

В лесостепи для влагосбережения и сохранения почвенного плодородия актуальна обеспеченность почвы растительными остатками.

Отмечено, что на фоне улучшения фитометрии выход зерна с 1 м² увеличился при внесении соломы и азотных удобрений (N30+30) относительно контроля на 79–119 г (14–18 %), в звене севооборота с сидеральным паром, в отличие от звена с чистым паром, – на 28–56 г/м² (5–8 %), на фоне вспашки в сравнении с мульчирующей обработкой почвы – на 16–39 г (3–6 %).

Наименьшая урожайность зерна яровой пшеницы получена на контроле (без удобрений) – 4,35–4,72 т/га (табл. 6), а максимальная (5,45–5,64 т/га) – в сидеральном звене севооборота при внесении в почву соломы и азотных удобрений (N30+30). Прибавка урожайности на этом варианте составила 1,10–1,14 т/га, или 21,1–25,3 %.

Мульчирующая обработка почвы по эффективности незначительно (на 0,1–0,3 т/га, или на 2–6 %) уступала вспашке.

Дополнительные приемы влагосбережения в рассматриваемых почвенно-климатических зонах имели различную результативность (рис. 8).

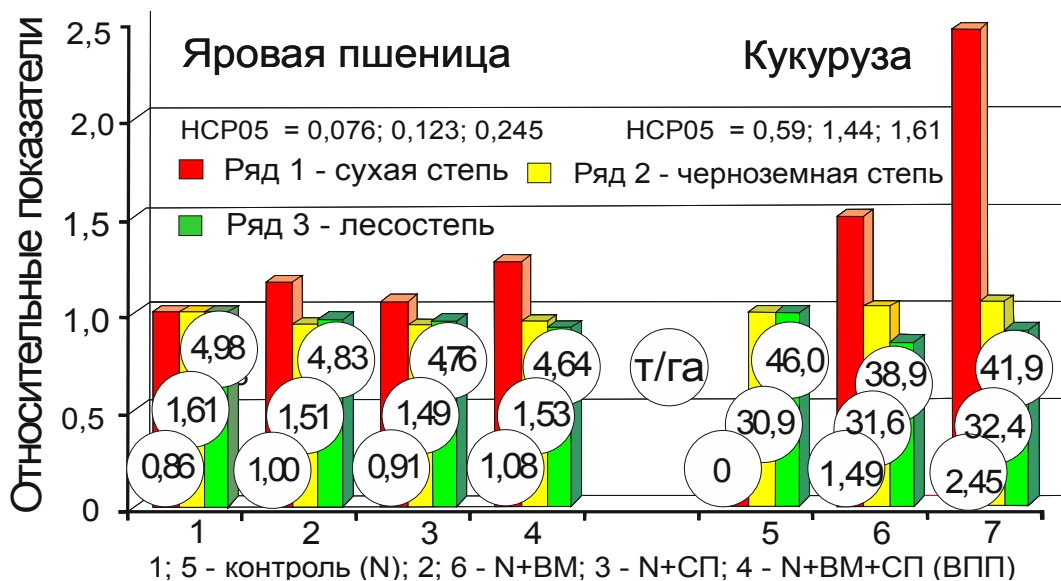


Рисунок 8 – Эффективность дополнительных приемов влагосбережения в посевах яровой пшеницы и кукурузы, возделываемых в различных почвенно-климатических зонах

В сухой степи BM, СП, BM + СП (совместно с N30) были наиболее эффективными и достоверно повышали урожайность яровой пшеницы относительно удобренного фона (N30) соответственно на 0,14 т/га (16 %), 0,05 (6 %), 0,22 т/га (26 %).

Таблица 6 – Урожайность зерна яровой пшеницы в лесостепной зоне в зависимости от приемов обработки почвы и биологизации земледелия (2003–2008 гг.)

В тоннах на 1 га

Звено севооборота (фактор А)	Обработка почвы (фактор В)	Удобрение (фактор С)	2006 г.	2007 г.	2008 г.	В среднем
С чистым паром	Вспашка	Контроль (без удобрений)	4,58	3,82	5,11	4,50
		Солома	4,77	4,03	5,41	4,74
		Солома + N30+30	5,25	4,38	6,05	5,23
		Солома + N30+ Бисолби-Сан	5,16	4,35	5,88	5,13
	Мульчирующая обработка	Контроль (без удобрений)	4,31	3,79	4,96	4,35
		Солома	4,56	4,29	4,98	4,61
		Солома +N30+30	5,01	4,42	5,39	4,94
		Солома +N30+ Бисолби-Сан	4,97	4,38	5,34	4,90
С сидеральным паром	Вспашка	Контроль (без удобрений)	4,76	4,09	5,41	4,72
		Солома	5,03	4,41	5,81	5,08
		Солома +N30+30	5,52	4,91	6,50	5,64
		Солома +N30+ Бисолби-Сан	5,44	4,83	6,25	5,51
	Мульчирующая обработка	Контроль (без удобрений)	4,59	4,03	5,25	4,62
		Солома	4,89	4,46	5,46	4,94
		Солома +N30+30	5,32	4,86	6,16	5,45
		Солома +N30+ Бисолби-Сан	5,28	4,80	6,05	5,38
НСР ₀₅ (для частных средних)			0,35	0,23	0,28	0,29
НСР ₀₅ (для главных эффектов А и В)			0,12	0,08	0,10	0,10
НСР ₀₅ (для главного эффекта С)			0,18	0,12	0,14	0,15
Критерий Фишера ($F_{\phi} > F_t$)	Варианты		8>1,8	19>1,8	20>1,8	16>1,8
	А		20>4,0	81>4,0	76>4,0	59>4,0
	В		10>4,0	–	41>4,0	17>4,0
	С		29>2,8	64>2,8	55>2,8	49>2,8

Кукуруза, высеваемая по обычной технологии, в острозасушливой степи погибала, а кукуруза, возделываемая вдоль щелей (ВМ и ВМ + СП), за счет перераспределения и локализации дождевых осадков под корневой системой, выживала.

В черноземно-степной зоне и особенно в лесостепи активизация токсичных процессов разложения соломы в щелях под СП снижало продуктивность культур.

При исследовании снегозадержания в аридной и лесостепной зонах были определены закономерности изменения структуры и биологической урожайности озимой пшеницы. Это позволило установить оптимальные значения высоты снежного покрова.

Было выявлено, что продвижение посевов озимой пшеницы из сухой степи в лесостепную зону (0...500 км) достоверно улучшало три биотестовых показателя: массу растений (500...3500 г/м²), количество продуктивных стеблей (350...680 шт./м²) и биологическую урожайность зерна (260...770 г/м²). Эффективнее всего оптимальное снегозадержание повышало продуктивность озимой пшеницы в сухостепной зоне (на 49 %), менее – в черноземной степи (на 38 %) и совсем незначительно (на 14–15 %) – в лесостепной зоне.

Было отмечено, что в сухой степи количество продуктивных стеблей повышалось с 408 до 474 шт./м² (на 16 %), в черноземной степи – с 416 до 438 (на 5 %), в лесостепи – с 435–594 до 440–617 шт./м² (на 1–4 %) при увеличении мощности снежного покрова соответственно до 0,48–0,52 м; 0,45–0,50 и 0,38–0,45 м (или в 2,0; 1,6 и 1,3 раза). Математический анализ биологической урожайности озимой пшеницы позволил определить зональную взаимосвязь с показателями снегоотложения и найти оптимальные значения мощности снежного покрова в каждой зоне (табл. 7).

Таблица 7 – Зависимость биологической урожайности зерна (y , г/м²) озимой пшеницы от мощности снежного покрова (x , м)

Почвенно-климатическая зона	Пределы высоты снежного покрова, м	Уравнение	R^2
Сухая степь	0,24–0,52	$y = 869,8 x^2 - 169,96 x + 217,4$ (12)	0,90
Черноземная степь	0,28–0,56	$y = -521,64 x^2 + 835,62 x + 88,86$ (13)	0,92
Лесостепь	0,32–0,62	$y = -685,34 x^2 + 818,95 x + 191,5$ (14)	0,79
	0,38–0,76	$y = -2010,6 x^2 + 2004,7 x + 12,93$ (15)	0,47

Выявлено, что в сухой степи увеличение мощности снежного покрова более 0,52 м не ограничивает повышение урожайности зерна. В черноземной степи максимально допустимая высота снежного покрова – до 0,45–0,50 м, в лесостепи – до 0,38–0,45 м.

Полученная информация позволяет рационально планировать использование

снежной мелиорации в различных почвенно-климатических условиях. Если в лесостепи такая мелиорация нецелесообразна, в сухостепной зоне для снегозадержания нет никаких ограничений, то в черноземной степи для более точного регулирования мощности снежного покрова необходимо учитывать особенности агроландшафта. С этой целью, с учетом рекомендаций других ученых (Бакаев Н.М., Васько И.А., 1983, 1986; Азаров Н.К., 1983, 1992) для черноземно-степной зоны Саратовского Правобережья были составлены следующие уравнения регрессии (табл. 8).

Таблица 8 – Допустимая мощность снежного покрова (Y , м) в черноземно-степной зоне на почвах различного гранулометрического состава в зависимости от уклона местности (x^*) с учетом коэффициента поправки на осенние влагозапасы в почве (K^{**})

Гранулометрический состав	Уравнение регрессии
Глинистый	$Y = (0,5051 - 0,000676x^2 - 0,03014x)K^{**}$ (16)
Суглинистый	$Y = (0,4984 - 0,009508x^2 - 0,00138x)K^{**}$ (17)
Супесчаный	$Y = (0,5521 + 0,001910x^2 - 0,04662x)K^{**}$ (18)

* $x = 0,3 \dots 3,0$ град.; **при количестве осенних запасов продуктивной влаги в метровом слое почвы 30–40 мм $K = 1,0$; при 50–60 мм – $K = 0,85$; при 80–90 мм $K = 0,69$

Технологические приемы полосной мелиорации агроландшафтов. В творческом содружестве с сотрудниками кафедры «Инженерная графика и теоретическая механика» ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ» были созданы теоретические и практические разработки для осуществления данной технологии. Имеются патенты (№ 2318302 – Почвообрабатывающе-посевной агрегат, формирующий при посеве вертикально мульчируемые щели, и № 2457648 – Способ возделывания сельскохозяйственных культур на фоне мелиорируемых полос).

Глава 6 «Агроэнергетическая и экономическая оценка влагосберегающих почвозащитных мелиораций». Для полупустыни. При весеннем затоплении лимана наивысшие энергетическая эффективность (11,6–12,7) и рентабельность производства (34–57 %) силосной массы кукурузы отмечены при норме затопления 2000–2500 м³/га, позволяющей на 1 м³ кубометр поливной воды накопить 56,1–58,3 МДж/га обменной энергии. Наихудшие экономические и энергетические показатели были при осенней влагозарядке из-за снижения урожайности на 0,2 т/га и увеличения финансовых и энергетических затрат (вода из р. Волги) в 3–4 раза.

Оптимальный режим лиманного орошения многолетних трав (при энергозатратах 6,4–7,3 ГДж/га, энергоэффективности 2,9–3,1 и уровне рентабельности 41–58 %) формировался после весеннего затопления нормами 2500 и 3000 м³/га.

Для сухой степи. Снегозадержание стерней и глубокое рыхление почвы в посевах яровой пшеницы увеличивали накопление обменной энергии с 12,4 до 14,4 ГДж/га, снижали общие энергетические затраты с 6,52 до 6,36 ГДж/га и энергетическую затратность производства зерна яровой пшеницы с 8,81 до 7,40 ГДж/т. Наилучшие показатели энергетической эффективности (2,55), условного чистого дохода (2,207 тыс. руб./га) и уровня рентабельности (70,6 %) были отмечены на фоне глубокого рыхления почвы при инокуляции семян биопрепаратом Бисолби-Сан.

Для лесостепи. Использование био-, фитомелиорации в сочетании с N30 и Бисолби-Саном при возделывании яровой пшеницы в сидеральном звене севооборота наиболее целесообразно, так как обеспечивает на фоне вспашки и мульчирующей обработки почвы повышение чистого дохода в 1,9–2,0 раза (до 17,68–18,07 тыс. руб./га), уровня рентабельности в 1,7–1,8 раза (до 191–192 %) и коэффициента биоэнергетической эффективности на 8 % (до 4,7–4,9).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Осуществлен зональный анализ и сформулированы концептуально-методологические основы, принципы и методы организации теории и практики системы влагосберегающих почвозащитных мелиораций. Определены *принципы* влаго-, почвосбережения: снижение энергетических затрат при производстве продукции, уменьшение антропогенной нагрузки на агроландшафт, повышение эффективности использования ресурсов влаги и почвенного плодородия; *методы и способы* улучшения водного режима почвогрунта: активный – лиманное орошение, пассивный – снегозадержание, глубокое рыхление, щелевание, вертикальное и горизонтальное мульчирование и использование био- и фитомелиорантов; *этапы достижения результата*: анализ и синтез факторов, ограничивающих рост и развитие растений, выбор приоритетного способа мелиорации, аналитическое моделирование и практическое испытание элементов технологии.

Разработанная для полупустыни, сухой степи и лесостепи система мелиораций

пассивного и активного увлажнения почвы повышает продуктивность зерновых и кормовых культур соответственно на 16–25 и 30–75%.

2. Для полупустыни разработано теоретическое обоснование технологии водосберегающих режимов затопления инженерных лиманов, заключающееся в определении оптимальных размеров лиманов с улучшением эколого-мелиоративного состояния и повышения продуктивности кормовых культур. Дана производственная оценка предложенной технологии. Значительная водная нагрузка (более 11 тыс. га), большая площадь ярусов (600 га), повышенная норма затопления (более 3,5–5,0 тыс. м³/га) привели к резкому ухудшению гидрогеологического состояния агроландшафтов (в средней и сильной степени засолены более 40 % почв). Стабилизация эколого-мелиоративного состояния достигается уменьшением площади ярусов до 50–100 га и снижением оросительных норм на 22–25 %. Реконструкция инженерных лиманов увеличивает затраты на строительство гидротехнических сооружений (валов, водовыпусков и др.) на 20 %, но снижает при этом энергозатраты на подачу воды в 8 раз и ускоряет рассоление почвогрунтов.

3. Водо-, ресурсосберегающие режимы затопления лиманов в аридной зоне Поволжья гарантируют получение урожайности сена многолетних трав и силосной массы кукурузы соответственно до 3,4 и 23,5 т/га при наименьших затратах оросительной воды на 1 т продукции (746 и 106 м³); наибольшую экономическую (уровень рентабельности – до 58 %) и агроэнергетическую эффективность (3,1 и 12,7).

4. Аналитическое моделирование и экспериментальное подтверждение эффективности разуплотнения подпахотного горизонта в результате безотвальной обработки почвы в сухой степи как способа рационального использования зимних осадков посевами яровой пшеницы сопровождались определением оптимальной высоты снежного покрова для зерновых злаков; изучением вертикального, горизонтального мульчирования почвы соломой, определением засоренности; исследованием водного режима и водно-физических свойств почвы.

Для степных районов установлена актуальность снегозадержания и периодического (один раз в 2–3 года) безотвального рыхления подпахотного горизонта почвы (щелевания) для увеличения доступных влагозапасов соответственно на 10–18 и 9 %.

Периодическое разрушение плотного подпахотного горизонта в агроландшафтах

сухой степи увеличивает накопление обменной энергии у яровой пшеницы на 2 ГДж/га, энергетическую эффективность – на 0,36 (на 19 %), условный чистый доход – на 0,685 тыс. руб./га (на 67 %), рентабельность – на 23 %.

5. В лесостепи сохранение плодородия черноземов достигается за счет комплекса мелиоративных приемов, включающего в себя: заделку в почву соломы и сидератов из многолетних бобовых трав, повышающих в звене севооборота с сидеральным паром поступление растительных остатков в почву до 14 т/га в год; использование биопрепарата Бисолби-Сан, уменьшающего потребность в азотных удобрениях на 28 кг д. в. / га, и вариативное применение вспашки и минимальной (до 0,15 м) обработки почвы на благополучных и выпаханных полях.

Разработка данной технологии сопровождалась исследованием химических, физико-химических, водно-физических свойств почвы, влияния био- и фитомелиорантов на почвенную микрофлору и зоофауну, на рост и развитие яровой пшеницы.

Звено севооборота с сидеральным паром (занятым клевером красным), заплата соломы с внесением азотных удобрений (N60) и применение препарата Бисолби-Сан обеспечивают в лесостепи на посевах яровой пшеницы высокие показатели обменной энергии (до 83 ГДж/га), условно чистого дохода (до 18 тыс. руб./га) и уровня рентабельности (до 191 %).

6. В степи и лесостепи биомелиорация вертикально-мульчируемых мелиорируемых полос повышает содержание органического вещества на 23 % (отн. знач.), водорастворимого гумуса на 20 % (отн. знач.), нитратного азота в 1,4 раза и улучшает водный режим почвы за счет перераспределения и сохранения в мелиорируемых полосах до 20–35 % выпадающих осадков.

РЕКОМЕНДАЦИИ

Для полупустыни

1. Провести реконструкцию существующих инженерных лиманов путем разработки проектов с уменьшением площадей ярусов лиманов с 200–600 до 50–100 га.

2. Применять норму весеннего затопления инженерных лиманов в умеренные и засушливые годы: под кукурузу на силос – соответственно 2000 и 2500 м³/га, под многолетние травы на сено – 2500 и 3000 м³/га.

Для степи

3. Применять снегозадержание высокой стерней (0,30–0,35 м) или стерневыми кулисами шириной 1,5–2,0 м с расстоянием между кулисами 5–10 м.
4. Периодически (один раз в 2–3 года) безотвально разрыхлять (щелеванием) уплотненный подпахотный горизонт почвы на глубину до 0,4 м.
5. Проводить инокуляцию семян зерновых злаковых культур биопрепаратом Бисолби-Сан дозой 1 л/т.

Для лесостепи

6. Осваивать сидеральное звено севооборота: сидеральный пар – озимая пшеница – яровые зерновые с подсевом многолетних бобовых трав.
7. Вносить в почву измельченную солому дозой не менее 8 т/га совместно с азотными удобрениями (8–10 кг д. в. на 1 т соломы).
8. Применять поверхностную (до 0,15 м) заделку растительных остатков при засухе и снижении плодородия почв.
9. Проводить инокуляцию семян зерновых злаковых культур биопрепаратом Бисолби-Сан дозой 1 л/т с обработкой посевов этим же препаратом в фазу кущения 1–2 л/га.
10. Создавать био-, фитомелиорируемые полосы шириной 0,1–0,2 м с межполосным расстоянием 0,7 м.

ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ

1. Расширить географию исследований по использованию системы влаго-, почвосбережения в Нижнем Поволжье.
2. Совершенствовать технологию полосной мелиорации агроландшафтов с применением бинарных посевов.

**СПИСОК ОСНОВНЫХ РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ
ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ****Статьи в журналах, рекомендованных ВАК РФ**

1. Гришин, П. Н. Био- и фитомелиорация как способ улучшения эколого-мелиоративного состояния черноземов Тамбовской области / П. Н. Гришин, П. В. Тарасенко, А. В. Уваров // Известия Саратовского университета. Сер. Химия. Биология. – 2012. – Т. 12. — Вып. 2. – С. 97–102.

2. *Гришин, П. Н.* Эффективность снежной мелиорации в сухостепной, степной и лесостепной зонах / П. Н. Гришин, С. И. Пряхина, **П. В. Тарасенко** [и др.] // Известия Саратовского университета. Сер. Химия. Биология. Экология. – 2012. – Том 12. – Вып. 4. – С. 91–96.
3. *Ивженко, С. А.* Повышение плодородия почв с использованием ресурсосберегающих технологий и технических средств выращивания зерновых культур / С. А. Ивженко, А. М. Марадудин, **П. В. Тарасенко** // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н. И. Вавилова. – 2013. – № 2. – С. 50–53.
4. *Косолапов, С. Н.* Биотестирование как способ определения эффективности снежной мелиорации / С. Н. Косолапов, **П. В. Тарасенко** [и др.] // Научное обозрение. – 2011. – № 5. – С. 143–151.
5. *Косолапов, С. Н.* Вертикальное мульчирование почвы – способ перераспределения и сохранения летних осадков в посевах кукурузы / С. Н. Косолапов, **П. В. Тарасенко**, В. И. Губов // Научное обозрение. – 2012. – № 3. – С. 32–40.
6. **Тарасенко, П. В.** Влияние мульчирующей обработки почвы на плодородие чернозема выщелоченного / П. В. Тарасенко, А. В. Уваров, А. И. Шугуров // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н. И. Вавилова. – 2009. – № 9. – С. 39–42.
7. **Тарасенко, П. В.** Значение БисолбиСана в биологизации земледелия и агротехнике возделывания яровой пшеницы в лесостепной зоне / П. В. Тарасенко, В. В. Никифоров, А. В. Уваров // Научное обозрение. – 2012. – № 4. – С. 26–33.
8. **Тарасенко, П. В.** Влагосбережение в сухостепной зоне Саратовского Заволжья / П. В. Тарасенко // Научное обозрение. – 2012. – № 2. – С. 48–55.
9. **Тарасенко, П. В.** Резервы повышения эффективности использования водных ресурсов в сухостепной зоне Саратовского Заволжья / П. В. Тарасенко, В. И. Губов // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н. И. Вавилова. – 2012. – № 11. – С. 37–40.
10. **Тарасенко, П. В.** Современное эколого-мелиоративное состояние инженерных систем лиманного орошения полупустынной зоны Саратовского Заволжья / П. В. Тарасенко, Р. Б. Туктаров // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 1. – Режим доступа: <http://www.science-education.ru/107-8309>.
11. **Тарасенко, П. В.** Эколого-мелиоративное состояние инженерных систем лиманного орошения в зависимости от размера и местоположения на территории Прикаспийской низменности / П. В. Тарасенко, Б. И. Туктаров, С. А. Спесивов // Научное обозрение. – 2013. – № 7. – С. 28–33.
12. *Туктаров, Б. И.* Возделывание кукурузы на лиманах в Заволжье / Б. И. Туктаров, **П. В. Тарасенко** // Мелиорация и водное хозяйство. – 1996. – № 4. – С. 12–14.
13. *Туктаров, Б. И.* Энергосберегающие технологии использования современных систем лиманного орошения в Саратовской области / Б. И. Туктаров, В. А. Нагорный, **П. В. Тарасенко** [и др.] // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н. И. Вавилова. – 2003. – № 4. – С. 69–71.

14. *Туктаров, Б. И.* Резервы ресурсо- и водосбережения на системах лиманного орошения в Саратовском Заволжье / Б. И. Туктаров, В. А. Нагорный, **П. В. Тарасенко** [и др.] // Мелиорация и водное хозяйство. – 2003. – № 6. – С. 8–10.

15. *Туктаров, Б. И.* Зависимость агрофизических показателей чернозема выщелоченного от приемов биологизации земледелия / Б. И. Туктаров, **П. В. Тарасенко**, А. В. Уваров // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н. И. Вавилова. – 2010. – № 11. – С. 35–38.

16. *Туктаров, Б. И.* Водосбережение при лиманном орошении многолетних трав в Саратовском Заволжье / Б. И. Туктаров, С. Н. Косолапов, **П. В. Тарасенко** // Научное обозрение. – 2011. – № 5. – С. 151–158.

17. *Туктаров, Б. И.* Повышение плодородия чернозема выщелоченного в лесостепной зоне при биологизации земледелия / Б. И. Туктаров, **П. В. Тарасенко**, А. В. Уваров // Плодородие. – 2012. – № 1. – С. 37–39.

**Монографии, патенты, рекомендации, статьи в журналах,
тематических сборниках и материалах конференций**

18. Интенсивная технология кормопроизводства в условиях лиманного орошения : рекомендации / Н. Г. Воронин, Б. И. Туктаров, **П. В. Тарасенко** [и др.] / Саратовский СХИ. – Саратов, 1990. – 20 с.

19. Интенсификация производства кормов на лиманах Саратовской области : рекомендации / Б. И. Туктаров, **П. В. Тарасенко** ; СГАУ им. Н. И. Вавилова. – Саратов, 1997. – 44 с.

20. *Косолапов С. Н.* Разрыхление уплотненных подпахотных горизонтов почвы – способ сбережения зимних осадков в сухостепной зоне / С. Н. Косолапов, **П. В. Тарасенко** // Резервы устойчивого развития сельскохозяйственного производства Поволжья: сб. матер. Междунар. науч.-практ. конф. / ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2012. – С. 35–39.

21. Пат. 2318302 Российская Федерация, А 01 В13/00. Почвообрабатывающе-посевной агрегат / Ивженко С. А., Марадудин А. М., Ефименко Д. С., **Тарасенко П. В.** ; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – №2006109656/12 ; заявл. 27.03.06 ; опубл. 20.10.07, Бюл. № 29.

22. Пат. 2457648 Российская Федерация, МПК А 01 В79/02. Способ возделывания сельскохозяйственных культур / Ивженко С. А., Денисов Е. П., **Тарасенко П. В.**, Марадудин А. М. ; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – № 2457648 ; заявл. 12.01.11 ; опубл. 10.08.12. – Режим доступа : <http://ru-patent.info/24/57/2457648.html>.

23. *Подмарев С. А.* Особенности переустройства инженерных систем лиманов Саратовской области / С. А. Подмарев, В. М. Янюк, **П. В. Тарасенко** // Современные технологии возделывания сельскохозяйственных культур / СГАУ им. Н. И. Вавилова. – Саратов, 2002. – С. 133–138.

24. **Тарасенко, П. В.** Эффективность сроков затопления лиманов при выращивании кормовых культур в Заволжье / П. В. Тарасенко, С. А. Подмарев // Проблемы землеустройства и мелиорации земель в Саратовской области: сб. науч. работ / ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2002. – С. 233–235.

25. **Тарасенко, П. В.** Влияние осеннего и весеннего режимов лиманного орошения на влагосбережение и урожай многолетних трав / П. В. Тарасенко, С.А. Подмарев // Матер. науч.-практ. конф. / ЧИППКРКС АПК. – Чебоксары, 2002. – С. 124–126.

26. **Тарасенко, П. В.** Экономическая и энергетическая оценка технологий ресурсосбережения, повышения плодородия почв и продуктивности засоренных орошаемых земель / П. В. Тарасенко, В. А. Ярославский, Р. Б. Туктаров // Окультуривание засоренных и деградированных орошаемых земель Заволжья / СГАУ им. Н. И. Вавилова. – Саратов, 2002. – С. 282–301.

27. **Тарасенко, П. В.** Зависимость увеличения урожая многолетних трав от режимов лиманного орошения / П. В. Тарасенко // Матер. межрегион. конф. молодых ученых и специалистов АПК Приволжского федерального округа. – Саратов, 2003. – С. 110–115.

28. **Тарасенко, П. В.** Повышение урожайности сельскохозяйственной культуры в зоне рискованного земледелия за счет максимального перераспределения почвенных влагозапасов // П. В. Тарасенко // Информационный бюллетень зональной научно-производственной конференции в Балашовском р-не (29 января 2003 г.) / ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ» – Саратов, 2003 г. – 4 с.

29. **Тарасенко, П. В.** Ресурсосберегающий режим затопления и продуктивность кормовых культур при лиманном орошении / П. В. Тарасенко, С. А. Подмарев // Ресурсо-, водосбережение на орошаемых землях Саратовской области / ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2005 – С. 188–235.

30. **Тарасенко, П. В.** Влияние лиманного орошения на эколого-мелиоративное состояние земель / П. В. Тарасенко, С. А. Подмарев // Ресурсо-, водосбережение на орошаемых землях Саратовской области / ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2005 – С. 235–255.

31. **Тарасенко, П. В.** Предварительные результаты применения экстрасола в условиях Саратовской губернии / П. В. Тарасенко [и др.] // Молекулярные механизмы взаимодействия микроорганизмов и растений : фундаментальные и прикладные аспекты: матер. Всерос. конф. – Саратов, 2005. – С. 30–33.

32. **Тарасенко, П. В.** Роль биопрепарата Бисолби-Сан в ускорении роста, развития и повышения урожайности зерновых культур в сухостепной зоне Саратовской области / П. В. Тарасенко // Актуальные вопросы агрохимии и почвоведения : сб. науч. тр. – Саратов, 2006. – С. 77–81.

33. **Тарасенко, П. В.** Эффективность применения микробиологического препарата БисолбиСан на светло-каштановых почвах Саратовского Заволжья / П. В. Тарасенко, В. В. Никифоров // Микробные препараты в земледелии : сб. науч. тр.– Чернигов, 2007. – Вып. 5.– С. 136–141.
34. **Тарасенко, П. В.** Биологизация земледелия в Тамбовской области / П. В. Тарасенко, А. В. Уваров // Вавиловские чтения – 2007 : матер. Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 120-й годовщине со дня рожд. акад. Н. И. Вавилова. – Саратов, 2007. – Ч. 1. – С. 228–229.
35. **Тарасенко, П. В.** Совершенствование технологии возделывания кукурузы на основе влаго- и ресурсосбережения / П. В. Тарасенко, А. В. Уваров // Вавиловские чтения – 2007 : матер. Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 120-й годовщине со дня рожд. акад. Н. И. Вавилова. – Саратов, 2007. – Ч. 1. – С. 229.
36. **Тарасенко, П. В.** Влияние соломы на водно-физические свойства черноземов / П. В. Тарасенко, В. И. Губов, А. В. Уваров // Вавиловские чтения – 2008 : матер. Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 95-летию Сарат. гос. агр. ун-та. – Саратов, 2008. – Ч. 1. – С. 222–224.
37. **Тарасенко, П. В.** Солома – фактор влагосбережения / П. В. Тарасенко, А. В. Уваров, В. И. Губов // Проблемы землеустройства и мелиорации земель в Саратовской области / ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2008. – С. 310–315.
38. **Тарасенко, П. В.** Роль лесных полос в поступлении органических остатков в почву после уборки культур в севообороте / П. В. Тарасенко, В. И. Губов, А. В. Уваров // Матер. регион. науч.-практ. конф. / ГНУ «НИИСХ Юго-Востока». – Саратов, 2009. – Ч. 2. – С. 147–150.
39. **Тарасенко, П. В.** Способы активизации прорастания и роста семян яровой пшеницы и подсолнечника / П. В. Тарасенко, В. В. Никифоров, А. В. Уваров // Матер. регион. науч.-практ. конф. / ГНУ «НИИСХ Юго-Востока». – Саратов, 2009. – Ч. 2. – С. 151–155.
40. **Тарасенко, П. В.** Биологизация земледелия – способ повышения плодородия черноземов / П. В. Тарасенко, В. И. Губов, А. В. Уваров // Вавиловские чтения – 2009 : матер. Междунар. науч.-практ. конф. – Саратов, 2009. – Ч. 1. – С. 211–215.
41. **Тарасенко, П. В.** Влияние растительных остатков на физические и водно-физические свойства чернозема выщелоченного / Б. И. Туктаров, П. В. Тарасенко, А. В. Уваров // Матер. II регион. науч.-практ. конф. / ГНУ «НИИСХ Юго-Востока». – Саратов, 2010. – С. 435–441.
42. **Тарасенко, П. В.** Значение соломы в сохранении почвенной влаги / Б. И. Туктаров, П. В. Тарасенко, А. В. Уваров // Матер. II регион. науч.-практ. конф. / ГНУ «НИИСХ Юго-Востока». – Саратов, 2010. – С. 441–446.
43. **Тарасенко, П. В.** Биологизация земледелия, приемы обработки почвы и агрофизические показатели чернозема выщелоченного / П. В. Тарасенко, А. В. Уваров // Научная жизнь. – 2012. – № 1. – С. 79–85.

44. **Тарасенко, П. В.** Зависимость величины и качества урожая многолетних трав от режима лиманного орошения / П. В. Тарасенко, С. А. Подмарев // Проблемы землеустройства и мелиорации земель в Саратовской области / ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2008. – С. 300–305.
45. **Тарасенко, П.В.** Эколого-мелиоративное состояние Бурдинской системы лиманного орошения в Александрово-Гайском районе Саратовской области / П. В. Тарасенко, С. А. Подмарев // Проблемы землеустройства и мелиорации земель в Саратовской области : сб. науч. работ / ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2008. – С. 305–310.
46. **Тарасенко, П. В.** Возделывание кукурузы на корнаж на лиманах с регулируемой системой водоподдачи / П. В. Тарасенко // Проблемы орошаемого земледелия : сб. науч. работ / СГСХА. – Саратов, 1997. – С. 72–83.
47. **Тарасенко, П. В.** Способы активизации прорастания и роста семян пшеницы и подсолнечника / П. В. Тарасенко, В. В. Никифоров, А. В. Уваров // Зональные особенности научного обеспечения сельскохозяйственного производства : сб. науч. работ / ГНУ «НИИСХ Юго-Востока». – Саратов, 2008. – С. 151–155.
48. **Тарасенко, П.В.** Биологизация земледелия – способ повышения плодородия черноземов / П.В. Тарасенко, А.И. Губов, А.В. Уваров // Вавиловские чтения – 2009 : матер. Междунар. науч. конф. / ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2009. – С. 211–215.
49. **Тарасенко, П. В.** Влияние растительных остатков на физические и водно-физические свойства чернозема выщелоченного / П. В. Тарасенко, А. В. Уваров // Зональные особенности научного обеспечения сельскохозяйственного производства : сб. науч. работ / ГНУ «НИИСХ Юго-Востока». – Саратов, 2010. – С. 435–441.
50. **Тарасенко, П. В.** Значение соломы в сохранении почвенной влаги / П. В. Тарасенко, А. В. Уваров // Зональные особенности научного обеспечения сельскохозяйственного производства : сб. науч. работ / ГНУ «НИИСХ Юго-Востока». – Саратов, 2010. – С. 441–446.
51. **Тарасенко, П. В.** Биотестирование и снежная мелиорация / П. В. Тарасенко, В.М. Губов // Экология : синтез естественнонаучного, технического и гуманитарного знания : матер. Всерос. науч.-практ. конф. / Сарат. гос. тех. ун-т. – Саратов, 2011. – С. 216–219.
52. **Тарасенко, П. В.** Влияние снежной мелиорации на урожайность озимой пшеницы в агроландшафтах сухостепной, степной и лесостепной зоны / П. В. Тарасенко, В. М. Губов // Инновационные технологии в агрономии : матер. Междунар. науч.-практ. конф. – Саратов, 2011. – С. 184–186.
53. **Тарасенко, П. В.** Биологизация земледелия, приемы обработки почвы и агрофизические показатели чернозема выщелоченного / П. В. Тарасенко, А. В. Уваров // Научная жизнь. – 2012. – № 1. – С. 79–85.

54. *Туктаров, Б. И.* Влияние режимов затопления инженерных лиманов Заволжья на солевой состав почвогрунтов и грунтовых вод / Б. И. Туктаров, **П. В. Тарасенко** // Резервы повышения продуктивности сельскохозяйственных культур : сб. науч. работ / СГАУ им. Н.И. Вавилова. – Саратов, 2001. – С. 57–63.

55. *Туктаров, Б. И.* Эколого-мелиоративное состояние инженерного лимана Бурдинский после 17 лет его эксплуатации / Б. И. Туктаров, С. А. Подмарев, В. М. Янюк, **П. В. Тарасенко** // Эволюция и деградация почвенного покрова : матер. 2-й Междунар. науч. конф. – Ставрополь, 2002. – Т. 1. – С. 220–222.

56. *Туктаров, Б. И.* Разработка схем и способов использования существующих лиманов на примере Бурдинской системы лиманного орошения / В. И. Туктаров, С. А. Подмарев, В. М. Янюк, **П. В. Тарасенко** [и др.] // Проблемы землеустройства и мелиорации земель в Саратовской области : сб. науч. работ / ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2002. – С. 227–233.

57. *Туктаров, Б. И.* Изменение солевого состава почвогрунтов и грунтовых вод в зависимости от режимов орошения инженерных лиманов / В. И. Туктаров, С. А. Подмарев, **П. В. Тарасенко** // Матер. науч.-практ. конф. / ЧИППКРКС АПК. – Чебоксары, 2002. – С. 117–120.

58. *Туктаров, Б. И.* Роль рельефных и гидрогеологических особенностей территориального расположения крупных систем лиманного орошения на их эколого-мелиоративное состояние / Б. И. Туктаров, С. А. Подмарев, В. М. Янюк, **П. В. Тарасенко** // Матер. науч.-практ. конф. – Чебоксары, 2002. – С. 120–123.

59. *Туктаров, Б. И.* Характеристика лиманов. Растительность лиманов. Влияние режимов лиманного орошения на урожай многолетних трав / Б. И. Туктаров, С. А. Подмарев, **П. В. Тарасенко** // Организация кормления мясного скота в Заволжье : рекомендации / СРИППКРКС АПК. – Саратов, 2002. – С. 26–36.

60. *Туктаров, Б. И.* Зависимость эколого-мелиоративного состояния крупных систем лиманного орошения от их территориального расположения / Б. И. Туктаров, В. А. Нагорный, В. И. Янюк, **П. В. Тарасенко** [и др.] // Агроэкологические проблемы сельскохозяйственного производства : сб. науч. работ / ПГСХА. – Пенза, 2003. – С. 70–72.

61. *Туктаров, Б. И.* Разработка схем и способов использования существующих лиманов на примере Бурдинской системы лиманного орошения при разработке проекта капитальной реконструкции системы / Б. И. Туктаров, В. И. Янюк, **П. В. Тарасенко** [и др.] // Итоги научно-исследовательской и опытно-конструкторской работы за 1999–2002 гг. : сб. науч. работ / ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2003. – С. 153–156.

62. *Туктаров, Б. И.* Ресурсосберегающие технологии затопления кормовых культур в условиях лиманного орошения полупустынной зоны Саратовского Заволжья / Б. И. Туктаров, В. А. Нагорный,

П. В. Тарасенко // Водосберегающие технологии как основа эффективного использования орошаемых земель : сб. науч. тр. / ФГНУ «ВолжНИИГиМ». – Саратов, 2003. – С. 117–126.

63. *Туктаров, Б. И.* Повышение эффективности использования лиманного орошения в полупустынной зоне Поволжья // Устойчивое землепользование в экстремальных условиях : матер. Междунар. науч.-практ. конф. / Б. И. Туктаров, В.А. Нагорный, **П.В. Тарасенко** [и др.]. – Улан-Удэ, 2003. – С. 128–135.

64. *Туктаров, Б. И.* Энерго- и ресурсосберегающие технологии затопления лиманов / Б. И. Туктаров, **П. В. Тарасенко**, С. А. Подмарев // Современные оросительные мелиорации – состояние и перспективы : сб. науч. работ / ВГСХА. – Волгоград, 2004. – С. 253–256.

65. *Туктаров, Б. И.* Влияние ландшафтных и гидрогеологических особенностей Прикаспийской низменности на эколого-мелиоративное состояние современных систем лиманного орошения / Б. И. Туктаров, **П. В. Тарасенко**, С. А. Подмарев // Роль почв в сохранении устойчивости ландшафтов и ресурсосберегающее земледелие : сб. науч. работ / ПГСХА. – Пенза, 2005. – С. 54–59.

66. *Туктаров, Б. И.* Эколого-мелиоративное состояние Бурдинской системы лиманного орошения в Александрово-Гайском районе Саратовской области / Б. И. Туктаров, В. М. Янюк, **П. В. Тарасенко** // Проблемы землеустройства и мелиорации земель в Саратовской области / ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2008. – С. 305–310.

67. *Туктаров, Б. И.* Мульчирующая обработка почвы, солома, сидераты и микробиологические препараты – основа биологизации земледелия на черноземных почвах / Б. И. Туктаров, **П. В. Тарасенко**, А. В. Уваров // Вавиловские чтения – 2010 : матер. Междунар. науч.-практ. конф. – Саратов, 2010. – Ч. 1. – С. 173–177.

68. *Туктаров, Б. И.* Продуктивность многолетних трав в зависимости от режимов лиманного орошения / Б. И. Туктаров, **П. В. Тарасенко** // Проблемы повышения эффективности использования водных и земельных ресурсов Поволжья : сб. науч. тр. / ФГНУ «ВолжНИИГиМ». – Саратов, 2011. – С. 209–213.

69. *Туктаров, Б. И.* Водосбережение на орошаемых землях Саратовской области / Б. И. Туктаров, В. А. Нагорный, **П. В. Тарасенко** / ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2012. – 389 с.

70. *Туктаров, Б. И.* Окультуривание орошаемых земель / Б. И. Туктаров, С. Н. Косолапов, **П. В. Тарасенко** / ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2012. – 369 с.

Подписано в печать 24.01.14.

Формат 60×84 1/16.

Бумага офсетная.

Гарнитура Times.

Печ. л. 2,0.

Тираж 100.

Заказ.
