

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

На правах рукописи

Тарасенко Петр Владимирович

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

Специальность:

06.01.02 – мелиорация, рекультивация и охрана земель

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени
доктора сельскохозяйственных наук

Научный консультант:

доктор сельскохозяйственных наук, профессор,
заслуженный мелиоратор РФ

Туктаров Бари Искандярович

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1 АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР.....	12
2 ОБЪЕКТЫ, УСЛОВИЯ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ.....	72
2.1 Объекты и гидрогеолого-почвенные условия.....	72
2.2. Метеорологические условия в годы исследований.....	81
2.3. Схемы и методика проведения исследований.....	86
2.4. Агротехника проведения исследований.....	100
3 КОНЦЕПТУАЛЬНО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ СИСТЕМЫ ВЛАГОСБЕРЕГАЮЩИХ ПОЧВОЗАЩИТНЫХ МЕЛИОРАЦИЙ.....	103
3.1 Методология и концептуальные основы влаго-, почвосбережения.....	103
3.2 Теоретическое обоснование водо- и почвосбережения на лиманах.....	105
3.3 Теоретическое обоснование сбережения влаги с учетом ее сезонного термопереноса.....	110
3.4 Теоретическое обоснование полосной мелиорации агроландшафтов.....	112
4 РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ В ПОЛУПУСТЫНЕ.....	119
4.1 Оптимизация водного режима почвы на инженерных лиманах при возделывании кормовых культур.....	119
4.1.1 Режим влажности почвы и водопотребление кукурузы на силос в зависимости от норм осеннего и весеннего затопления лимана.....	119
4.1.2 Режим влажности почвы и водопотребление многолетних трав в зависимости от норм осеннего и весеннего затопления лимана.....	128
4.2 Питательный режим почвы в посевах кукурузы и многолетних трав.....	133
4.3 Влияние режимов затопления и удобрений на фитоклимат посевов	

и формирование биомассы кукурузы и многолетних трав.....	135
4.3.1 Обеспеченность кормовых культур тепловыми ресурсами	135
4.3.2 Температура воздуха и фенология развития многолетних трав.....	136
4.3.3 Рост, развитие и накопление урожая кукурузы на силос в зависимости от сроков и норм затопления лимана	138
4.3.4 Рост, развитие и накопление урожая многолетних трав.....	142
4.4 Продуктивность кормовых культур.....	146
4.4.1 Продуктивность кукурузы на силос в зависимости от сроков и норм лиманного орошения	146
4.4.2 Продуктивность многолетних трав в зависимости от режимов лиманного орошения.....	151
4.4.3 Питательная ценность и качество корма из кукурузы в зависимости от сроков и норм затопления лимана.....	155
4.4.4 Питательная ценность и качество сена многолетних трав зависимости от сроков и норм затопления лимана.....	156
4.5 Лиманное орошение и эколого-мелиоративное состояние агроландшафта.....	157
4.5.1 Изменение гидрогеолого-мелиоративных условий при лиманном орошении.....	157
4.5.2 Влияние интенсивных режимов лиманного затопления на солевой состав почвогрунтов и грунтовых вод.....	160
4.5.3 Эколого-мелиоративное состояние инженерных систем лиманного орошения	165
4.5.4 Учет почвенных разностей на каждом ярусе лимана – способ совершенствования водохозяйственных расчетов.....	173
4.5.5 Срок затопления и солеотдача почв.....	175
4.5.6 Сокращение площади ярусов – способ влагосбережения и улучшения эколого-мелиоративного состояния инженерных лиманов.....	177
4.5.7 Агропроизводительная способность лиманных почв	179

5 ВЛАГО- И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ В АГРОЛАНДШАФТАХ СУХОСТЕПНОЙ, СТЕПНОЙ И ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОН.....	184
5.1 Влияние био-, фитомелиорантов и способов их заделки в почву на агрофизические свойства чернозема выщелоченного	184
5.2 Взаимосвязь количества и месторасположения солоmistых остатков в почве с влагосбережением.....	189
5.3 Влагосбережение при возделывании полевых культур.....	191
5.3.1 Зимние ресурсы влаги в аридных, субаридных зонах и их значение для возделывания озимой пшеницы.....	197
5.3.2 Перераспределение зимних осадков – способ влагосбережения в сухостепной зоне.....	202
5.3.3 Мульчирующий слой на поверхности черноземов – мелиоративный прием влагосбережения в лесостепной зоне.....	209
5.3.4 Вертикальное и горизонтальное мульчирование почвы – способ повышения эффективности использования летних осадков	214
5.4 Влагосбережение и засоренность посевов.....	224
5.5 Био-, фитомелиорация агроландшафтов и их эколого-мелиоративное состояние	230
5.5.1 Влияние приемов био-, фитомелиорации на поступление растительных остатков в почву и влагосбережение.....	230
5.5.2 Баланс гумуса в зависимости от способов заделки в почву био- и фитомелиорантов.....	232
5.5.3 Изменение показателей почвенного плодородия при био- и фитомелиорации.....	235
5.5.4 Изменение численности дождевых червей и почвенной микрофлоры в зависимости от количества, качества и способов заделки в почву био- и фитомелиорантов.....	238
5.6 Разложение соломы и ее влияние на всхожесть яровой пшеницы.....	242
5.7 Биопрепараты – способ повышения эффективности использования	

природных ресурсов.....	248
5.8 Продуктивность полевых культур в зависимости от почвенно-климатических условий, био-, фитомелиорантов и влагосберегающих агроприемов.....	264
5.8.1 Взаимосвязь приемов влаго-, почвосбережения с фенологией, фитометрией и показателями продуктивности яровой пшеницы	264
5.8.2 Взаимосвязь влагосберегающих почвозащитных мелиораций и агроприемов с урожайностью яровой пшеницы.....	272
5.8.3 Влияние дополнительных приемов влагосбережения на структуру урожая и урожайность кукурузы	278
5.8.4 Биотестирование посевов озимой пшеницы – способ определения эффективности снегозадержания.....	284
5.9 Технологические особенности полосной мелиорации агроландшафтов.....	289
6. АГРОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВЛАГОСБЕРЕГАЮЩИХ ПОЧВОЗАЩИТНЫХ МЕЛИОРАЦИЙ.....	292
6.1 Энергетическая и экономическая оценка влагосбережения при лиманном орошении кормовых культур в полупустыне	292
6.2. Энергетическая и экономическая оценка влагосберегающих, почвозащитных мелиораций в сухостепных, степных и лесостепных агроландшафтах	295
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	300
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	304
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	368
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	405

ВВЕДЕНИЕ

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., [400]). 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., [350. 351]) и деградация почвенного покрова, сопровождающиеся утратой более 30 % гумуса (ГНУ «НИИСХ Юго-Востока», [405]) 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 [313], Ф.В. Мамина [395], И.П. Кружилина, Ф.В. Мамина, Т.Н. Дроновой, Н.В. Кузнецовой и др. [317], Б.И. Туктарова [669], Б.А. Шумакова [758], Б.Б. Шумакова [760] 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 [15], И.А. Васько, Н.М. Бакаев [92], В.С. Кучеров [331] 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 [552], В.А. Русанова [587] и др.

Исследование мульчирующей обработки, вертикального, горизонтального мульчирования почвы соломой и применения водопоглощающего полимера базировалось на трудах Н.И. Картамышева [247], И.П. Макарова [382], Т.С. Мальцева [387], В.Е. Мусохранова [449], И.Е. Овсинского [474], П.Н. Проездова, Д.А. Маштакова [553], А.П. Спирина [627], А.И. Шабаева [737] 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 [41], В.Б. Беляк [61], Ю.В. Бондаренко [76], В.В. Бородычев [79], Е.П. Денисов [173], Н.Н. Дубенок, В.И. Сухарев [191], А.А. Жученко [204], А.А. Завалин [206], А.Н. Каштанов [255], В.И. Кирюшин [265], Е.Н. Мишустин [433], Н.А. Пронько, В.В. Корсак [554], И.А. Тихонович [660], А.И. Шабаев [738] 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 «Агротехмальянс» 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.

1 АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР

Земледелие в России во многом зависит от природно-климатических факторов, оказывающих основное влияние на урожайность сельскохозяйственных культур и качество продукции [204, 255, 265, 303, 558, 674].

Природно-климатические факторы имеют различное значение для сельскохозяйственных культур по влиянию на их продуктивность. Световой и температурный режимы относятся к космическим факторам и в земледелии практически не регулируются. В зависимости от географических поясов, солнечная радиация распределяется на земном шаре неравномерно, из-за чего образуются почвенно-климатические зоны. В этих зонах происходит специализация земледелия на выращивании определенной группы культурных растений максимально приспособленных к данным условиям.

К земным факторам относятся углекислый газ, кислород, вода и элементы питания. Искусство земледельца заключается в умении регулировать их соотношение и количество для достижения максимальной урожайности и качества продукции культурных растений [215].

Взаимодействие различных факторов жизни растений в процессе их роста и развития подчинено определенным закономерностям, названных в агрономической науке законами земледелия. К ним относятся: закон равнозначности и незаменимости факторов жизни растений; закон минимума (минимума, оптимума, максимума); закон совокупного действия (взаимодействия) факторов; закон возврата [215, 375].

Адаптация земледелия к местным условиям невозможна без соблюдения этих законов. Так для достижения наибольшей эффективности сельскохозяйственного производства в первую очередь учитывают фактор, находящийся в минимуме. В силу закона взаимодействия фактор, находящийся в минимуме, является основным препятствием к полному проявлению эффекта от других условий жизни растений.

Основным фактором, лимитирующим рост и развитие культурных растений в лесостепной ($KY = 0,77-1,0$), степной ($KY = 0,55-0,77$), сухостепной ($KY = 0,44-0,55$) и полупустынной зоне ($KY = 0,22-0,33$) является недостаточное увлажнение почвы атмосферными осадками [375, 484]. В этом отношении сельскохозяйственное производство в России на 40–45 % зависимо от климата и погоды [438]. Этот факт является основой для развития орошаемого земледелия, гарантирующего стабильное получение продукции растениеводства независимо от наличия ресурсов атмосферной влаги.

Во многих странах мира оптимизации водного режима почвы в системе земледелия уделяется особое внимание. По данным ФАО [198], почти половина мировой продукции растениеводства (20 % от площади пашни и многолетних насаждений) производится на орошаемых землях. Так как население земного шара составляет более 6 млрд человек, среди которых 1,5 млрд живут впроголодь, и далее прогнозируется рост человечества через 30–40 лет до 10–12 млрд человек [135, 533, 609], то международное сообщество (ООН) и многие ученые мира связывает проблему выживания в третьем тысячелетии с мелиорацией (в первую очередь с ирригацией) [154, 502].

Низкая себестоимость импортных с.-х. продуктов объясняется тем, что все земли в развитых странах в той или иной степени мелиорированы [154]. На мелиорированных полях урожайность в 2–3 раза выше, а затраты в 12 раз меньше чем на полях с низким плодородием [428]. Учитывая это, правительства многих стран выделяют огромные средства (70–80 % за счет государства, остальные денежные средства привлекаются из муниципалитетов и объединений фермерских хозяйств) на мелиорацию [186, 522]. Например, в 1981–1990 годах в Японии было использовано на мелиорацию в 8 раз больше чем в СССР [194].

После развала Советского Союза в России за годы экономического кризиса была почти полностью разрушена созданная ранее централизованно управляемая система мелиорации, что в свою очередь привело к обострению проблем водообеспечения АПК. Из-за отсутствия средств на поддержание

мелиоративных систем в рабочем состоянии многие хозяйства перестали поливать, начали избавляться от дорогостоящих мелиоративных фондов и постепенно переводить мелиорированные земли в менее ценные категории угодий. Так, до 1998 года площадь орошаемых земель сократилась с 6,1 млн до 4,6 млн га. Ежегодно по разным причинам не поливалось 1,0–1,8 млн га [171].

Саратовская область входила в состав наиболее крупных мелиоративных комплексов России. На 7 % площади пашни, орошаемые поля области до 1994 года обеспечивали сбор 52 % грубых и сочных кормов, 94 % овощей, 60 % картофеля, 53 % зерна кукурузы [752].

В настоящее время в областном аграрном секторе зеркально отразились все явления кризисной Российской экономики. С 1991 года началась устойчивая тенденция сокращения поливных полей [2]. До 2000 года регулярное орошение сократилось с 7 до 4,5 % (254,5 тыс. га) от общей площади пашни (5690,3 тыс. га) [451]. Серьезную ситуацию усугубляла так же высокая степень износа мелиоративных систем. Например, по данным Саратовмелиоводхоза [2] в Энгельской оросительной системе (ЭОС), степень износа мелиоративных фондов к 2000 году достигла 50 %. Из приведенных данных видно, что дальнейшая эксплуатация оросительно-обводнительных систем, при низком уровне финансирования (30 % от необходимого уровня [175]) привела через 10 лет к значительному удорожанию и в конечном итоге к экономической нецелесообразности технического восстановления.

Негативное представление о мелиорации в России (низкая экономическая эффективность, нарушение экологии ландшафтов, высокая затратность капитальных вложений [532]) по мнению А.А. Никонова [465] вызвано авантюристической ирригационной политикой, безудержном строительстве грандиозных и дорогих сооружений, волонтаризме монопольного ведомства, которое совмещало в себе функции заказчика, подрядчика и приемщика работ. Все это приводило к снижению продуктивности мелиорируемой пашни и ухудшению ее качества [282].

Дальнейшее развитие мелиорации в нашей стране из-за отсутствия политической воли и необходимого финансирования остановилось на неопределенное время.

Политико-экономические изменения в стране оказали негативное влияние не только на орошаемое, но и на богарное земледелие. Изменилась структура посевных площадей и направленность агротехнологий, ухудшилась ситуация с основными факторами интенсификации сельскохозяйственного производства. Реформа под общим названием «Шоковая терапия» не решила главную задачу структурной перестройки народного хозяйства. Она привела АПК к кризисному состоянию. На производстве произошел резкий спад, возрос диспаритет цен на сельскохозяйственную продукцию. Инфляция, дефицит бюджета, свертывание поставок техники, удобрений и других ресурсов для сельского хозяйства, сокращение поголовья скота и как следствие потребность в кормовой базе разбалансировали и в конечном итоге разрушили десятилетиями сложившуюся систему аграрного производства [270]. Ухудшилась техническая оснащенность села. Всё это отразилось на агросроках и качестве полевых работ, а в итоге на урожайности и валовых сборах полевых культур. Ситуацию обострили: недостаточный объем, низкое качество семенного материала и упрощение агротехнологий (ориентированность на быстрый экономический эффект, в ущерб почвенному плодородию) [91].

Определенную негативную роль оказали возникшие в России рыночные отношения. После снятия запрета на валютные операции из развитых стран, в Россию стали завозиться традиционные для России продукты сельского хозяйства: рис, ячмень, пшеница, овощи, фрукты, мясная, молочная продукция. Удивительно то, что климатические условия стран экспортеров во многом близки к климату России (таблица 1.1). А себестоимость и цена импортной продукции (с учетом таможенных и транспортных расходов) оказалась ниже отечественной. Потеря конкурентоспособности отечественной сельскохозяйственной продукции способствовала снижению объемов производства. Все вышеназванные факторы привели Россию к сельскохозяйственному кризису [465].

Таблица 1.1– Основные показатели климата за вегетационный период сельскохозяйственных культур в различных странах мира [465]

Континент (страны)	Сумма активных температур за май-сентябрь, °С	Количество осадков за май-сентябрь, мм	Продолжительность солнечного сияния, ч	Метеостанции
Северная и Центральная Америка (США и Канада)	2743	342	1324	Монреаль, Эдмонтон, Чикаго, Вашингтон, Сан-Франциско
Западная Европа (Англия, Бельгия, Франция, Нидерланды)	2439	295	966	Лондон, Брюссель, Париж, Амстердам
Евразия (Россия)	2503	298	1287	Москва, Ростов на Дону, Саратов, Хабаровск

В этой непростой ситуации (на выживаемость) усилилась насущная потребность у многих сельскохозяйственных производителей осмыслить коллизии общества и природы и искать пути компромисса отношений между ними.

Решение этой задачи – не что иное, как возврат долгов природе и введение социально-экономического развития в экологически безопасное русло, определенное возможностями природно-ресурсного потенциала регионов, ёмкостью ландшафтов, т.е. способностью принять и трансформировать определенное количество вещества и энергии при устойчивом функционировании. В этих условиях оптимизация агропромышленного производства, перспективы эффективного и устойчивого земледелия практически невозможна без решения задач адаптации земледелия к местным условиям [270].

Вопросами адаптации земледелия применительно к местным условиям занимались многие ученые в нашей стране. К началу 80-х годов сложилась солидная основа для дифференциации земледелия к различным природным условиям. В последующие десятилетия благодаря этим наработкам понятие

«зональные» системы земледелия [455] постепенно стали трансформироваться в ландшафтные системы земледелия, приуроченные к различным категориям ландшафтов [267, 733, 734, 736, 737, 738, 739]. Возникла концепция «адаптивного земледелия» [634]. Появились понятия альтернативного [317, 325], экологического [214, 317, 474], ресурсосберегающего [78, 176, 281, 369, 483, 567], точного [123, 205, 268, 318, 405, 478, 480, 643, 708, 759] земледелия. Все они были направлены на максимальное соответствие общественным потребностям, агроэкологическим требованиям культурных растений, уровню интенсификации производства, хозяйственному укладу, требованиям охраны окружающей среды, природно-климатическим и почвенным условиям агроландшафтов.

Необходимо отметить, что в ближайшие десятилетия мировому земледелию предстоит пройти сложнейший путь адаптации к начавшемуся изменению климата на земном шаре [376, 432, 438, 464, 512]. Предполагается, что изменение климата Земли в XXI веке будет происходить по различным сценариям [376, 438, 512]. Алгоритмы расчетов в двух сценариях исходят из противоположных предположений: постепенное изменение погодных факторов (оптимистический вариант), их резкий скачек, приводящий к заметным изменениям климата (пессимистический вариант). В третьем варианте прогноза имеют место аномалии в начале века, не приводящие к вселенской катастрофе.

В прогнозе постепенного изменения климата XXI века («Доклад рабочей группы межправительственной комиссии по изменению климата», Шанхай, январь 2001 г. [793]) приводятся результаты семи модельных сценариев. Основной вывод – потепление Земли, охватившее весь прошлый век, будет продолжаться и дальше, сопровождаясь увеличением эмиссии «парниковых газов», ростом поверхностной температуры воздуха (на 2–6 °С к концу нового века) и повышением уровня океана (в среднем на 0,5 м за столетие). Наиболее вероятностные изменения погодных факторов: более высокие максимальные температуры и большее число жарких дней, менее низкие минимальные температуры и меньшее число морозных дней почти по всем земным регионам, уменьшенный разброс температур, более

интенсивные выпадения осадков. Возможные изменения климата – больше летних суховеев с заметным риском засух, усиление ветров и большая интенсивность тропических циклонов.

Последние годы, наполненные сильными аномалиями (североатлантические ураганы, тихоокеанские тайфуны и другие сюрпризы погоды), показывают, что новый век, по-видимому, пошел не по оптимистическому пути.

В прогнозе резкого изменения климата [792] предполагается, что к 2010 году накопится такое число факторных изменений, которое приведет к резкому скачку климата в совершенно не предвиденную (согласно постепенному прогнозу) сторону.

Повышение средней температуры воздуха увеличит испарение влаги и создаст «парниковый эффект». Из-за жары начнутся лесные пожары. Обильное таяние снегов в горах, в Приполярной тундре и таяние полярных льдов уменьшит солнечное альbedo. Температура воздуха и суши катастрофически возрастет. Сильные ветра из-за большого перепада температур вызовут песчаные бури, что приведет к выветриванию почвы. Из-за обилия талых вод океаны станут более пресными, что приостановит перенос теплых вод с экватора на средние широты. Гольфстрим, теплое атлантическое течение вдоль Северной Америки к Европе, гарант умеренного климата Северного полушария, замрет. Потепление в этом регионе сменится резким похолоданием и уменьшением осадков. Всего за несколько лет вектор изменения погоды повернется на 180 градусов, климат станет сухим и холодным [438].

Худший вариант, который может случиться, таков. Разрушительные засух в регионах производства продуктов питания и большой плотности населения (Северная Америка, Европа, Китай). Снижение осадков, пересыхание рек, истощение запасов пресной воды. Сокращение запасов пищи, массовый голод, распространение эпидемий, бегство населения из зон бедствия. В тоже время в районах традиционного сухого климата (Азия, Южная Америка, Австралия) проливные дожди, наводнения, гибель сельскохозяйственных угодий, не приспособленных к такому обилию влаги. И здесь тоже сокращение сельского хозяйства, нехватка продуктов питания. Коллапс

современного устройства мира. Резкое, на миллиарды, сокращение численности населения [438].

Третий вариант основан на наблюдении за нашей звездой, которая при всем видимом спокойствии все же обладает заметной активностью.

Определено, что существуют различные циклы солнечной активности. Один цикл длится в среднем 10,8 года. К этому циклу земледельцы приспособились. С древних времен приобретенный опыт и наблюдения за изменением погоды в течение сезонов и климата в течение годовых циклов передавались из поколения в поколение и были описаны в первых пособиях по сельскому хозяйству, например, в книге китайского агронома Фан Шенг Чи (I век до нашей эры) [425]. Более 4 тыс. лет назад в Индии, Китае, а затем и в арабских странах существует и успешно используется 60-ти летний календарь (четыре периода по 12 лет). Этот календарь отражает в себе природную цикличность, обусловленную различными факторами. Опыт получения максимально возможных урожаев в хороший сезон и сведение к минимуму потерь в плохой, в зависимости от цикличности погодно-климатических условий широко используется и в настоящее время [99, 290, 425, 594, 658, 683].

Существуют и другие солнечные циклы. Например, имеется вековой цикл, примерно равный 100 годам. Определено так называемое Маундеровское явление, наблюдаемое и у других звезд, когда регенерация магнитных полей примерно через 200 лет замедляется и солнце впадает в летаргический сон длительностью в 60–120 лет. Хроника Маундеровского минимума указывает, что аномальное поведение погоды в наши дни – результат указанной цикличности [373, 438].

Согласно «солнечному сценарию» климатический прогноз на XXI век более спокойный. Климат Земли изменится незначительно, но режим погоды претерпит заметный сдвиг, как всегда при замирании солнечной активности. В конечном итоге нас ожидает похолодание в Северном полушарии.

За последние 500 лет люди уничтожили две трети лесов планеты, которые усваивали углекислый газ, поддерживая его баланс. Углекислый газ относится к парниковым газам. За последние 300 лет концентрация CO_2 в воздухе

увеличилась в 2,5 и продолжает нарастать. В период с 1956 по 1998 гг. его количество возросло в атмосфере на 25 % [81, 82, 282, 350, 438].

Из-за увеличения в атмосфере парниковых газов, по мнению ученых, началась повышаться средняя глобальная температура воздуха. С конца XIX века средняя глобальная температура приземного слоя повысилась на 0,7 °С.

Расчеты по кольцам деревьев, снежным пластам и коралловым рифам показывают, что средняя температура на поверхности Земли в настоящее время является самой высокой за последние 600 лет [350].

Согласно научным оценкам, повышение средней температуры приземного слоя за Полярным кругом на 1,3–2° снизит меридианный градиент температуры между полярными областями и экваториальной зоной. В результате чего изменится характер атмосферной циркуляции и ослабится перенос влажного воздуха с океанов вглубь материков, что может серьезно изменить условия сельскохозяйственного производства в районах недостаточного увлажнения [242, 350, 685]. Ежегодная оценка аномалий (отклонений) выпадения среднего количества осадков по отношению к норме подтверждает факт их неравномерность распределения по территории России [585]. Предполагается возникновение климатического опустынивания в виде отдельных островных территорий в степных районах РФ, в частности в Поволжье и Северном Кавказе [500].

Для правильной стратегии сельскохозяйственного производства, особенно в районах недостаточного увлажнения, очень важен налаженный региональный мониторинг климатических изменений.

Проведенные исследования Н.Г. Левицкой и О.В. Шаталовой [102, 350] тенденций изменения климата и их влияния на продуктивность сельскохозяйственных культур в Поволжье свидетельствуют о следующих процессах:

первое – о росте температуры воздуха, особенно значительном в холодный период года, что обуславливает более мягкие зимы, а также увеличение теплообеспеченности и продолжительности вегетационного периода;

второе – об увеличении количества осадков, выпадающих в холодный период и улучшающихся условий перезимовки озимых и весеннюю влагозарядку почвы;

третье – об уменьшении количества осадков, выпадающих в основной период вегетации сельскохозяйственных культур (май-июль), что на фоне роста температуры воздуха увеличивает несоответствие между ресурсами влаги и потребностью в них растений;

четвертое – о значительном увеличении повторяемости засух сильной интенсивности с $ГТК \leq 0,5$;

пятое – об уменьшении континентальности климата региона, что негативно сказывается на величине биохимического потенциала.

Выявленные тенденции изменения основных агроклиматических характеристик вызывают снижение продуктивности основных зерновых культур и увеличение межгодовой вариабельности урожайности. Для предотвращения негативных последствий изменений климата эти тенденции необходимо учитывать при корректировке технологий возделывания сельскохозяйственных культур и при подборе видового и сортового состава возделываемых культур, правильного их соотношения и рационального размещения в различных почвенно-климатических зонах региона.

Ставропольским краевым центром по метеорологии и мониторингу окружающей среды было установлено, что аридизация климата усилилась в крайне засушливой зоне края, особенно во второй половине лета. На остальной территории в последнее десятилетие повышение температуры воздуха компенсировалось увеличением количества осадков. В этой связи возникла необходимость корректировки зональных систем земледелия. Предлагается сократить сроки весенней подготовки почвы (увеличить использование комбинированных орудий), широко использовать более ранние посевы возделываемых культур, сократить площадь парового клина и пересмотреть зональный набор возделываемых культур (расширить площади под озимыми и теплолюбивыми: соей, нутом, хлопчатником и др.) [1].

В связи с глобальным потеплением климата отмечено появление новых заболеваний на (аспергиллез колоса), более интенсивное развитие

токсикообразующих грибов: фузариев, пенициллов, мукора. Усилилось развитие почвенных грибов – возбудителей корневых гнилей. Увеличилась частота эпифитотий бурой ржавчины и листовых пятнистостей, в том числе септориоза, гельминтоспориоза [438].

В связи с участвовавшими отклонениями погоды от среднемноголетних показателей ориентация земледелия на среднемноголетнюю информацию оказывается верной лишь один раз в пять лет и поэтому ограничивает устойчивое ведение отрасли. По мнению ученых с Новосибирского сельскохозяйственного института [290] значительные резервы повышения урожайности заложены во временной (погодно-климатической) специализации (дифференциации) агротехники. Они рекомендуют опираться на фоновый прогноз осадков за осень, зиму, весну по пяти-шестилетним периодам и осадков за лето по конкретному году. В области долгосрочного прогноза они предлагают использовать в структуре гидрометеорологических циклов космически обусловленных предвычисляемых составляющих и экстраполяции выявленных связей на будущее.

В настоящее время земледелие в России находится в состоянии выживания. На фоне постепенного перехода от старой системы земледелия к более современным способам ведения сельскохозяйственного производства, при постоянной конкуренции на отечественном рынке, с зарубежными сельхозпроизводителями, многие ранее крепкие хозяйства – убыточны, или малорентабельны. Ожидаемые природно-климатические изменения, в первую очередь повышение температуры воздуха и возросшая потребность в водных ресурсах, значительно обострят сложившиеся противоречия в аграрном секторе и приведут к еще большим усилиям и энергозатратам при производстве сельскохозяйственных продуктов.

Поэтому перед отечественными учеными и производителями стоит важнейшая задача разрабатывать и внедрять эффективные механизмы адаптации, выживания и дальнейшего развития земледелия в этих непростых условиях. Выход из сложившейся ситуации, на наш взгляд, заключается в изучении и использовании зарубежного опыта, техники, технологий и одновременной наработке собственной научно-практической основы для постепенного перехода на отечественные

наукоемкие разработки, опережающие по эффективности зарубежные аналоги. Несомненно, кроме как научно-технического обеспечения «зеленая революция» в России невозможна без эффективного вовлечения в агропроизводственный процесс неиспользуемых, неучтенных или труднодоступных резервов природных ресурсов.

Один из крупнейших экономических районов России – Поволжье включает в себя республики Калмыкию, Татарстан, а так же Астраханскую, Волгоградскую, Пензенскую, Саратовскую, Самарскую и Ульяновскую области. Площадь Поволжья составляет около 540 тыс. км², или 3,2 % территории Российской Федерации. Сельское хозяйство специализируется на выращивании зерновых культур (более 60 % общей площади пашни), в основном, яровой пшеницы твердых сортов, а так же озимой пшеницы, проса, риса, технических культур (подсолнечник, сахарная свекла, горчица). В регионе развито бахчеводство и овощеводство. Животноводство представлено мясомолочным скотоводством, овцеводством и свиноводством.

В Поволжье выделяют четыре природные зоны: лесостепь, засушливую черноземную степь, сухую степь с темно-каштановыми и каштановыми почвами и полупустынную степь со светло-каштановыми и бурыми почвами. [7, 540, 545, 576, 669].

Агроландшафты лесостепной зоны Поволжья располагаются на территории Ульяновской, Пензенской областей, в северных и частично северо-западных районах Правобережья Саратовской области и в северных районах Самарской области. Теплообеспеченность данной территории составляет 2200–2500° суммы активных температур (более +10°), что достаточно для вызревания зерновых культур. В июле (самый теплый месяц) средняя температура воздуха находится в пределах 19–21°. Безморозный период не превышает 121–152 дней. В год выпадает 460–600 мм осадков, из них 30–32 % приходится на период вегетации яровых зерновых культур. Гидротермический коэффициент (ГТК = 0,9–1,1) соответствует слабо засушливым условиям.

Весной отмечается глубокое промачивание почвы. Летом осадки не всегда покрывают потребность (достигает 100 мм) сельскохозяйственных культур во влаге.

Вероятность засушливых и средне засушливых лет составляет 10 и 18 %.

Почвенный покров состоит из комплекса серых лесных почвы, выщелоченных и мощных черноземов. Выщелоченные черноземы (содержат 4–8 % гумуса, гумусовый горизонт достигает 100 см) расположены в основном в Пензенской, Ульяновской и Самарской областях. Мощные тучные черноземы (содержание гумуса 10–12 %, мощность гумусового горизонта – до 120 см.) ограниченно встречаются в Пензенской, Саратовской и Самарской областях.

Биоклиматический потенциал агроландшафтов лесостепной зоны достигает 110–125 баллов (средняя и повышенная биологическая продуктивность). При 1 % использовании фотосинтетически активной радиации (ФАР) урожайность зерновых культур может превысить 2,2–2,5 т/га [7, 540, 545, 576].

Агроландшафты черноземной степи имеются в северо-западных районах правобережья Волгоградской области, центральной и южной части Правобережья, в северных районах Заволжья Саратовской и южных районах Самарской области.

Климат в этой зоне менее благоприятный, чем в лесостепи. Годовая сумма осадков в северных районах Волгоградской и северных районах Заволжья Саратовской области составляет 420–480 мм, в северных районах Заволжья Саратовской и южных районах Самарской областей – 360–400 мм. В мае – июле выпадает 110–155 мм осадков. ГТК = 0,7, что соответствует засушливой зоне увлажнения. Сильные и средние засухи повторяются 50 % лет.

В течение вегетационного периода сумма активных температур достигает 2400–2800°. Средняя температура самого теплого месяца достигает 20–22°.

Недостаток влаги в летний период доходит до 200 мм и более.

Почвенный покров степных агроландшафтов представлен в основном обыкновенными и южными черноземами. Более 60 % этих почв подвержены эрозии. Ежегодные потери почвы в склоново-ложбинных агроландшафтах при снеготаянии и в результате ливней составляют 5–6 т/га. Содержание гумуса в почвах не подверженных эрозии составляет 5–8 %, мощность гумусового горизонта 40–70 см, эродированные разности имеют соответственно 2,5–4,1 % и 20–40 см.

Деградированные черноземы склонны к уплотнению при иссушении и «заплыванию» после дождей.

Весной почва промачивается на глубину до 80–100 см, продуктивные влагозапасы метрового слоя почвы составляют 125–175 мм.

Для черноземно-степных агроландшафтов биоклиматический потенциал составляет 95–110 баллов, что соответствует средней биологической продуктивности. При 1 % использовании ФАР возможная урожайность культур составляет 1,9–2,2 т/га [7, 540, 545, 576].

Агроландшафты сухой степи с темно-каштановыми и каштановыми почвами находятся в центральных районах Правобережья и северно-западных районах Заволжья Волгоградской области и в западных, центральных и восточных районах Левобережья Саратовской области.

Указанные районы простираются к югу и юго-востоку от черноземно-степной зоны и характеризуются резко континентальным климатом с острым недостатком влаги. В год выпадает 250–375 мм осадков. Дефицит осадков мае – июле составляет более 260 мм. ГТК не превышает 0,6, что соответствует очень засушливой зоне увлажнения. Вероятность засух в период вегетации зерновых культур составляет 60–70 %. Сумма активных температур воздуха соответствует 2800–3000°. Средняя температура самого теплого месяца составляет 21–23°.

Почвенный покров состоит из темно-каштановых, каштановых и светло-каштановых почв в основном солонцеватых, разнообразных по гранулометрическому составу – от тяжелосуглинистых до суглинистых. В отдельных местах солонцы занимают до 25–30 % всей площади. Каштановые почвы чаще всего встречаются на сыртах и террасах Волги. Значительные массивы почв легкого гранулометрического состава и повышенный ветровой режим создают условия для ветровой эрозии.

Мощность гумусового горизонта (А) темно-каштановых почв достигает 25–30 см с содержанием в нем гумуса 3,5–4,5 %. У каштановых почв мощность гумусового горизонта (А) снижается до 20–25 см, содержание гумуса – до 2,5–

3,5 %. Гумусовый горизонт (А) светло-каштанового подтипа колеблется от 15 до 20 см, содержание гумуса от 0,8 до 2,5 %.

Глубина весеннего промачивания почв в этой зоне не превышает 50-70 см, запасы продуктивной влаги в метровом слое – 90–100 мм.

Биоклиматический потенциал агроландшафтов сухостепной зоны оценивается в 70–90 баллов. При 1 % использовании ФАР возможная урожайность зерновых культур составляет 1,4–1,8 т/га [7, 540, 545, 576].

Агроландшафты полупустынь расположены в юго-восточных районах Заволжья Саратовской области, в южных районах Правобережья и преобладающей части Заволжья Волгоградской области и Астраханской области.

Отличительная особенность этой зоны суровый климат с частыми засухами и суховеями летом, сухой осенью, малоснежной зимой и короткой засушливой весной. В год выпадает от 180 до 310 мм осадков, в период вегетации зерновых колосовых – 70–90 мм. ГТК за май – июль составляет 0,4–0,5. Вероятность засух достигает 80–85 %.

Сумма активных температур колеблется в пределах 3000-3300°. Температура самого теплого месяца составляет в среднем 24–25°.

Светло-каштановые и бурые почвы содержат мало гумуса от 1,5 до 3 %. Солонцы занимают до 25–30 % площади пахотных земель.

Биоклиматический потенциал агроландшафтов полупустынной зоны характеризуется низким биоклиматическим потенциалом примерно 50–60 баллов и низкой биологической продуктивностью зерновых культур в пределах 1,0–1,2 т/га при 1 % использовании ФАР.

Разнообразие почвенно-климатических условий Поволжского региона уникально отразилось в масштабах одной Саратовской области, территорию которой пересекают 4 крупные природные зоны: лесостепь, засушливая черноземная степь, сухая степь с темно-каштановыми и каштановыми почвами и полупустынная степь со светло-каштановыми почвами (рисунок 1.1) [690].

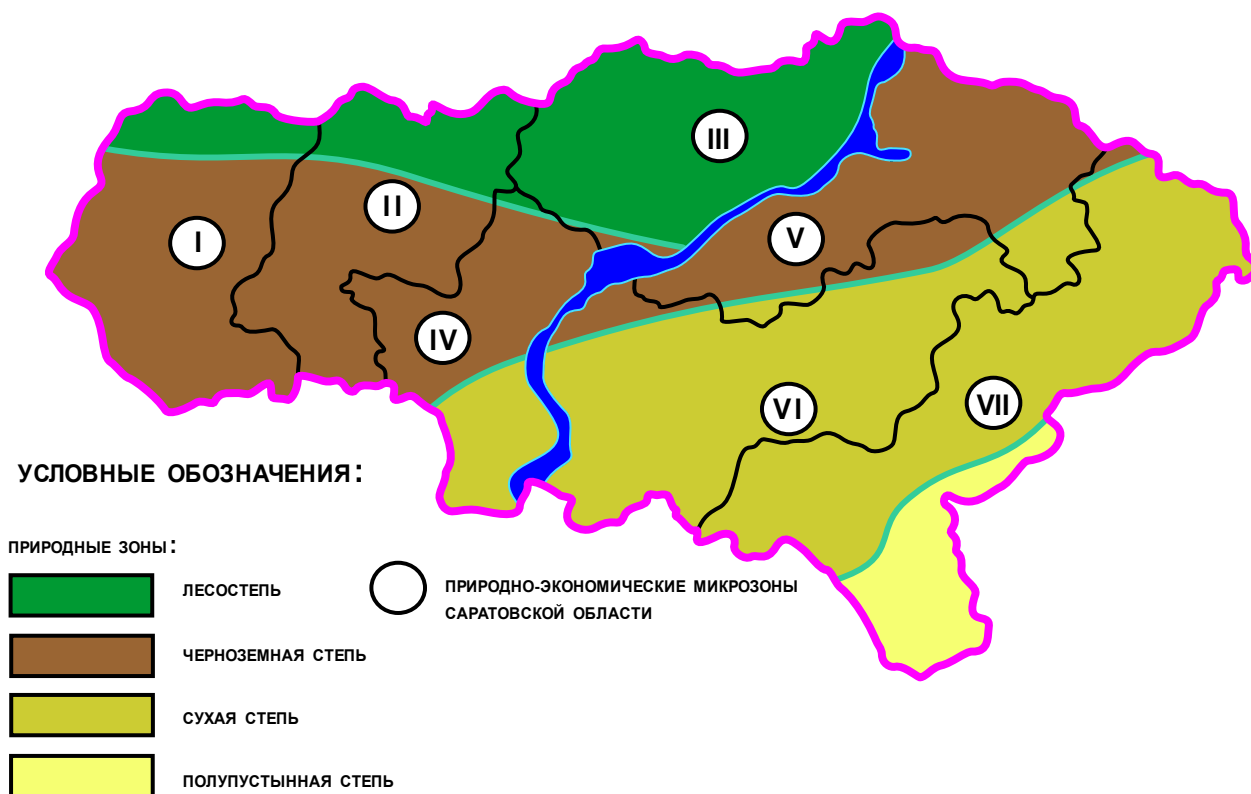


Рисунок 1.1 – Природные зоны и природно-экономические микрзоны Саратовской области

С учетом почвенно-климатических ресурсов и технико-экономического уровня на территории области выделено 7 природно-экономических микрзонон.

Саратовская область расположена на юго-востоке Европейской части, в Среднем Поволжье и относится к суббореальному (умеренно теплому) поясу. На территории области наблюдаются существенные различия почвенно-климатических условий и геоморфологическими условиями, особенно между Правобережными и Левобережными районами.

Река Волга разграничивает область на возвышенное Правобережье и низменное Левобережье – Заволжье.

Правобережье состоит из двух геоморфологических областей. Западная его часть (западнее реки Медведицы) относится к Донской равнине, сформированной под воздействием южного отрога рисского ледника. Покрывшие Донскую равнину глинистые ледниковые отложения сгладили ее рельеф, а в дальнейшем подверглись интенсивному размыву с образованием

оврагов, которые в настоящее время представляют собой густую сеть на поверхности равнины.

Почвенный покров Донской равнины представлен черноземами – выщелоченными, типичными, обыкновенными и южными, в основном глинистого гранулометрического состава.

Восточная часть Правобережья – междуречье Волги – Медведицы – относится к Приволжской возвышенности. Это наиболее сложная и разнообразная по рельефу, геологии и почвенному покрову территория Саратовской области, обязанная своему происхождению тектоническим поднятиям третичного периода, вынесшим к поверхности древние коренные породы пестрого литологического и химического состава.

Характерной особенностью рельефа Приволжской возвышенности является обособление у нее двух поверхностей – нижней (восточной), лежащей на высоте 100–180 м, и верхней (западной) с отметками высот до 250–320 м, разделенных крутым уступом высотой до 50–100 м.

Происхождение этих форм рельефа объясняется более возвышенным размывом восточной окраины Приволжской возвышенности водами, стекавшими в древнюю Волгу. Высокие островные массивы, расположенные на низкой поверхности (Хвалынские горы, Армейские горы и др.), имеющие высоты до 350–380 м, представляют собой остаток бывшего здесь возвышенного плато.

Характерной чертой почвенного покрова Приволжской возвышенности является широкое распространение черноземов с невыраженным подтипом на различных коренных породах – опоках, песчаниках, мергелях, щебенчатых и эродированных.

Волжская долина состоит из пойменной и ряда надпойменных террас. Пойменная терраса Волги в пределах Саратовской области в основном затапливается водами Волгоградского и Саратовского водохранилищ. Надпойменные террасы с преимущественным распространением террасовых каштановых почв и на севере – террасовых южных черноземов, простираются

на несколько километров на восток от Волги и почти неразвиты в возвышенном Правобережье.

Большая часть территории Саратовского Заволжья лежит в области Сыртовой равнины.

Характер современного рельефа Сыртовой равнины связан с покрывающими ее сыртовыми глинами. Эти глины, ровным слоем отложились в Заволжье, создали здесь выровненную поверхность с постепенным падением высот с севера на юг.

В Сыртовой равнине отчетливо выделяются два агропочвенных района: в северной ее части – севернее Большого Иргиза (высокая Сыртовая равнина) – распространены южные и обыкновенные черноземы;

южнее Большого Иргиза (низкая Сыртовая равнина) – темно-каштановые и каштановые почвы.

На крайнем востоке Саратовской области (Озинский и часть Перелюбского района) обосновалась Заволжская возвышенность, представляющая собой южный отрог Общего Сырта, идущий от Уральских гор. Здесь распространены темно-каштановые и каштановые почвы различного гранулометрического состава на коренных породах; значительное развитие получили солонцовые комплексные почвы.

Юго-Восточная часть Заволжья (Новоузенский район) лежит в Прикаспийской низменности, представляющей морскую аккумулятивную равнину, сложенную засоленными хвалынскими осадками. Эта равнина характерна распространением многочисленных замкнутых понижений – педин и лиманов, являющихся приемниками местного поверхностного стока. В почвенном покрове Прикаспийской низменности преобладают солонцовые комплексы, чередующиеся с лугово-каштановыми и лугово-лиманскими почвами педин и лиманов.

При формировании агроландшафтов одним из основных интегральных факторов является рельеф. С учетом рельефных особенностей в Поволжье выделяются шесть основных типов агроландшафта: плакорно-равнинный (крутизна склона до 1°); склоново-ложбинный почвозащитный (1–3°); склоново-овражный буферно-полосный

(3–5°); балочно-овражный контурно-мелиоративный (5–8°); крутосклонный лесолуговой (>8°); пойменно-водоохранный (долины рек, лиманы и суходолы) на которых регламентируется антропогенная нагрузка (уровень пашни) соответственно до 80, 70, 60, 50, 30, 20 % [608]:

К основным факторам продуктивности сельскохозяйственных культур в агроландшафтах области относятся:

- световой режим (интенсивность и продолжительность солнечной радиации, соотношение между световым и темновым периодами суток, качество света);

- температурный режим (среднегодовые и среднемесячные температуры воздуха, максимум и минимум температур, продолжительность периода максимальных и минимальных температур, амплитуда колебания температур, температура почвы);

- режим увлажнения (среднегодовое количество осадков, весенние запасы влаги в почве, осадки за вегетационный период, количество продуктивных осадков, равномерность выпадения осадков, продолжительность периода без осадков, запасы влаги в корнеобитаемом слое, влажность почвы от НВ в разные фазы развития растений);

- виды засух (ранне-весенняя, весенне-летняя, летняя, осенняя, почвенные и комбинированные засухи, число засушливых дней за вегетацию);

- режим влажности воздуха (средняя за вегетацию относительная влажность, граница минимальной влажности, число дней с минимальной влажностью, влажность во время заложения колосовых элементов зерновых культур, развития пыльцы, цветения, формирования и налива зерна);

- питательный режим почвы (содержание основных элементов минерального питания, количество доступной минеральной пищи, соотношение между содержанием усвояемых азота, фосфора, и калия, концентрация почвенного раствора, рН среды).

Подробно природные ресурсы микронзон Саратовской области (на основе данных [7, 455, 545, 540]) представлены в приложении Б.1.

По данным Н.И. Федорова [690] в Саратовской области приход фотосинтетически активной радиации (2,5 млрд. ккал/га) не ограничивает продуктивность одной из основных культур яровой пшеницы и вполне достаточен для создания 16 т/га сухой массы. По его мнению, неблагоприятный температурный режим, особенно в левобережных районах области, для роста и продуктивности яровой пшеницы складывается гораздо чаще, чем благоприятный. В большей степени температурный режим отражается на начальных и конечных фенофазах, в меньшей – в промежуточных.

Температура, как фактор продуктивности воздействует в сочетании с режимом увлажнения (рисунок 1.2) [690].



Рисунок 1.2 – Влаго- и теплообеспеченность агроландшафтов Саратовской области

В разных районах области выпадает в среднем от 200 до 500 мм осадков. В правобережье количество осадков составляет 400–550 мм, Левобережье – 300–350, на крайнем Юго-Востоке – 250 мм.

Для осадков теплого периода года характерна определенная изменчивость (таблица 1.2) [669].

Во влажные годы осадки превышают средние многолетние значения в лесостепной зоне в 1,3–1,6 раза; в степной зоне – в 1,3–1,5 раза; в сухостепной в 1,3–1,6 раза. В сухие и острозасушливые годы осадки меньше средних многолетних в лесостепи в 1,7–2,0 раза; в степной зоне – в 1,5–1,7 раз; в сухостепной зоне – в 1,2–1,3 раза [669].

Таблица 1.2 – Изменение среднемноголетних и вероятностных значений атмосферных осадков (P_0) за теплый период года ($>5^{\circ}\text{C}$) в Саратовской области

Средние многолетние P_0 , мм	Вероятностные атмосферные осадки P_v , мм					
	5 %	15 %	25 %	50 %	75 %	95 %
220	350	310	280	220	170	110
240	380	330	300	240	190	130
260	400	350	320	260	210	150
280	430	380	340	280	230	170
300	460	400	360	300	240	180
320	490	430	390	320	260	200

На создание 1 ц зерна злаки расходуют 8–10 мм влаги. Во время роста пшеницы выпадает примерно 30 % суммы годовых осадков. На долю запасов почвенной влаги приходится около 50 %. Поэтому по среднегодовому количеству осадков, на большей части территории Саратовской области у районированных сортов урожай может быть в пределах 1,8–2,0 т/га, в северо-западных районах (Турковский, Ртищевский, Аркадакский, Романовский) – 3,5 т/га, в восточных и юго-восточных районах (Дергачевский, Озинский, Новоузенский) – 1,4–1,6 т/га [690] (рисунок 1.3) [690].

Обеспеченность почвенно-климатическими ресурсами, свидетельствует о том, что на 2% уровне использования ФАР в области можно собирать урожай яровой пшеницы более 3,5 т/га [576].

Неравномерность осадков, засухи и эрозии почв часто сопровождают аграрное производство в Саратовской области. Каждый второй год в период вегетации растений

отмечаются засушливые явления в той или иной интенсивности. Вероятность засушливых лет возрастает с северо-запада на юго-восток области (таблица 1.3) [540].

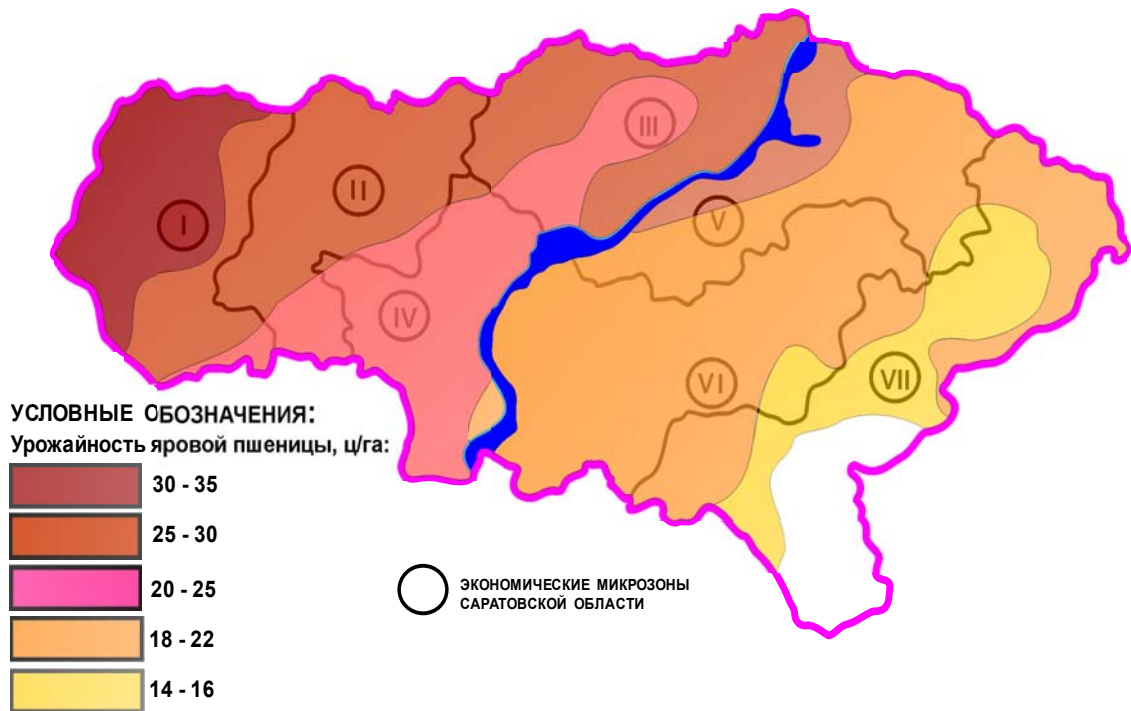


Рисунок 1.3 – Урожайность яровой пшеницы в разных почвенно-климатических зонах Саратовской области

Таблица 1.3 – Вероятность лет с различным типом погодных условий по периодам вегетации сельскохозяйственных культур

Микрозона	Повторяемость погодных условий, %					
	влажных		умеренно засушливых		сухих	
	месяцы вегетации					
	5-7	8-9	5-7	8-9	5-7	8-9
1. Западная	61	64	24	18	15	18
2. Центральная Правобережная	61	64	21	15	18	21
3. Северная Правобережная	61	48	18	40	21	12
4. Пригородная	48	45	12	28	40	27
5. Северная Левобережная	45	33	12	24	43	43
6. Центральная Левобережная	33	33	12	18	55	49
7. Юго-Восточная	33	33	9	6	58	61

Продуктивность пшениц снижается при недостатке воды во время засух в любые фазы вследствие подавления ростовых процессов. Особенно непоправимый вред засуха наносит в период формирования колоса.

В Саратовской области запасы продуктивной влаги в почве в пределах полевой влагоемкости бывают лишь в ранний весенний период.

За вегетацию зерновых культур содержание почвенной влаги быстро снижается, а к созреванию находится на уровне влажности завядания. Отсюда следует, что злаки в течение большей части вегетационного периода используют труднодоступную влагу, что препятствует проявлению потенциальной продуктивности, сдерживает ростовые и органообразовательные процессы в определенных рамках. Например, в районе Саратова в среднем за 54 года запас влаги составлял 131,7 мм [690].

Итак, все слагаемые водного режима в агроландшафтах области в той или иной степени ограничивают продуктивность культурных растений. Влага, как природный фактор, может быть поставлена на первое место по влиянию на урожай. По значению в продуктивности растений, слагаемые водного режима, располагаются в следующем порядке: годовая сумма осадков – запасы влаги перед посевом – осадки за вегетацию – глубина промачивания почвы – запасы доступной воды.

В условиях Саратовской области культуры вегетируют при сравнительно низкой относительной влажности воздуха. При недостатке воды это может стать основной причиной возникновения водного дефицита. Поэтому режим влажности воздуха также относится к категории природных факторов, неблагоприятных для проявления продуктивности сельскохозяйственных культур.

О почвенном плодородии природных зон и потенциальной продуктивности культурных злаков можно судить по естественной растительности. В травостоях разнотравно-злаковых степей господствуют ковыли, типчак, мятлик узколистный – наиболее мезофильные среднеувлажненных мест обитания представители злаков. В сухой степи преобладают ковылок, типчак сизый – типичные ксерофиты.

Эти злаки свидетельствуют о пригодности зон для возделывания яровой пшеницы и являются своего рода индикаторами их продуктивности [690].

В почвенном покрове области преобладают два основных типа почв: черноземы и каштановые (50,4 и 30,0 % от общей площади соответственно). Солонцовые комплексы занимают 11,5 %, аллювиальные почвы – 6,3 %; прочие – 1,8 %. Большая часть почвенного покрова области (86 %) имеет глинистый и тяжелосуглинистый гранулометрический состав.

Состояние почвенного покрова агроландшафтов области характеризуется высоким уровнем дегумификации, эрозии и других негативных процессов (таблицы 1.4, 1.5) [406, 540]. Площадь эрозионно опасных земель в области достигает 46,4 %, а дефляционно опасных – 71, 4 % [540].

Таблица 1.4 – Состояние земель Саратовской области

Микрозона	Общая площадь, га	Засоленные		Кислые		Подверженные водной и ветровой эрозии	
		всего, га	% к общей площади	всего, га	% к общей площади	всего, га	% к общей площади
1. Западная	2495178	12159	0,4	137371	5,5	980996	39,3
2. Центральная Правобережная	2846298	8169	0,2	502008	17,7	817783	28,7
3. Северная Правобережная	3071083	42695	1,3	1010210	32,8	541152	17,6
4. Пригородная	1957954	1957954	1,9	60	-	819253	41,8
5. Северная Левобережная	3455722	216942	6,2	-	-	885888	25,6
6. Центральная Левобережная	4638127	322358	6,9-	-	-	1425334	30,7
7. Юго-Восточная	5915806	661277	11,1	-	-	1722346	2,9

Значительные площади (более 60 %) агроландшафтов в Саратовской области расположены на склонах различной крутизны и экспозиции. В результате ежегодные потери почвы на типичных и обыкновенных черноземах составляют 8–10 т/га, южных черноземах – 5 т/га. На каштановых почвах (особенно в чистых парах) от ветровой эрозии теряется до 3–5 т/га.

Таблица 1.5 – Средневзвешенное содержание гумуса и степень подверженности эрозии почвенного покрова в разрезе микрорайонов

Микрорайон	Степень эродированности, %	Содержание гумуса в почвах, %		
		неэродированных	слабо эродированных	средне эродированных
1. Западная	51,1	5,06–6,00	4,07–5,11	3,04–3,78
2. Центральная Правобережная	60,1	4,30–5,16	4,07–4,59	3,00–3,40
3. Северная Правобережная	72,5	3,20–3,65	2,70–3,15	2,47–2,80
4. Пригородная	22,9	2,31–3,20	2,16–2,70	2,07–2,47
5. Северная Левобережная	34,8	3,65–5,16	3,15–4,39	2,30–3,40
6. Центральная Левобережная	42,2	2,30–3,20	2,16–2,70	2,07–2,47
7. Юго-Восточная	43,5	2,00–2,31	1,80–2,10	1,75–2,07

Ежегодные потери гумуса в сумме (эрозия, минерализация, вынос с урожаем) составляют 1,5–2,5 т/га [406].

Наряду с эрозионными процессами климатические изменения, выбросы промышленных предприятий усиливают трансформацию почвенного покрова агроландшафтов в худшую сторону. Обостряется проблема азотного питания на фоне потерь кальция. Около 500 тыс. га типичных и обыкновенных черноземов имеют повышенную кислотность и нуждаются в мелиоративных мероприятиях. Черноземы тучные и мощные с содержанием гумуса до 12–14 % перешли в среднегумусные типичные или обыкновенные с содержанием гумуса 6–8 %. Активная часть гумуса, влияющая на формирование урожая, сократилась с 60–65 до 35–45 %. В настоящее время агроландшафты области включают в себя почвы, содержащие следующие показатели гумуса: очень низкое и низкое – 57 %; среднее – 35 %; высокое – 8 % [406]. В таблице 5 представлено средневзвешенное содержание гумуса по различным типам, подтипам, разностям и разновидностям.

Почвы области существенно различаются по содержанию азота, фосфора, калия. Черноземы выщелоченные имеют острый дефицит фосфора, недостаточное количество азота, но богаты калием. Черноземы обыкновенные и южные, темно-

каштановые почвы бедны фосфором, имеют среднее содержание азота, в них много калия. Каштановые почвы дефицитны по азоту и фосфору, содержат много калия.

Необходимо подчеркнуть, что дефицит азота может повлиять на продуктивность большинства культур в большей степени, чем дефицит фосфора.

Объединяющими показателями для большинства почв области является высокая влагоемкость и связность.

На долю недоступной влаги на черноземах приходится около 50 %, на каштановых почвах – 60 % от максимальных запасов. Естественно, эти особенности почв являются природным фактором, ограничивающим потенциальную продуктивность возделываемых культур [535, 540, 545].

По этой причине земледелие, основанное на естественном увлажнении, в сухостепных районах Заволжья малорентабельно, а в полупустынных районах неэффективно. Гарантированное сельскохозяйственное производство продукции в этих районах возможно лишь на землях лиманного и регулярного орошения.

Лиманные земли в аридной зоне Поволжья – основной источник кормопроизводства и улучшения социально-экономических условий жизни населения.

Благодаря лиманам (и прудам) перехватывается нерегулируемый сток талых вод [21, 68, 199, 241, 302, 314, 652, 751, 783] улучшаются условия для почвообразовательного процесса (за счет минеральных, органоминеральных частиц обогащенных микрофлорой) [16, 136, 272, 273, 288, 315, 442, 515, 756, 759, 774].

Строительство инженерных лиманов доступно многим хозяйствам. А само лиманное орошения почти не требует затрат ручного труда, что важно для многоземельных и малонаселенных районов Заволжья [199, 300, 399, 757, 758].

Полив одного гектара лиманного орошения в 5–10 раз дешевле стоимости регулярного и отличается более быстрой окупаемостью капиталовложений [72, 74, 129, 182, 222, 342, 760]. Отечественный опыт эксплуатации лиманов доказывает их важную роль и экономическую эффективность [130, 235, 277, 374, 589, 618, 619, 648, 663, 664].

Отмечено, что на лиманах различной конструкции создаются благоприятные условия для развития и повышения урожайности многолетних трав [125, 147, 155,

335, 355, 398, 487, 504, 743]. Благодаря лиманному орошению естественный травостой повышает свою продуктивность более чем в 5 раз, а при подсевах трав, окультуривании сенокосов и применении удобрений почти в 20 раз [31, 71, 119, 181, 271, 334, 754]. На лиманах получают до 50 т/га силоса и до 3,0 т/га зерна кукурузы, до 2,0 т/га зернофуражных культур, до 5,0 т/га сена однолетних и до 6,0 т/га сена многолетних трав [22, 118, 130, 203, 241, 278, 310, 340, 407, 510, 590, 670, 722, 778].

Перечисленные достоинства лиманного орошения, создали широкую возможность для его развития. Так, к началу 21 века в Поволжье насчитывалось до 180–185 тыс. гектаров лиманных земель (63–65 % от всей их площади в России) [316].

В Саратовской области площадь инженерных лиманов составляет 25,7 тыс. га. При этом 6,5 тыс. га лиманов могут затапливаться местным стоком [668].

По классификации лиманы подразделяются на естественные (природно-замкнутые понижения степи при малых уклонах (0,0005) рельефа местности с луговой злаковой растительностью) и искусственные (одни ограждены земляными валами на пологих склонах степи и на речных поймах, другие подперты земляными плотинами в степных балках при уклоне местности 0,001–0,005).

Искусственные и естественные лиманы, расположенные на речных поймах, или в степных балках, по предложенной А.И. Шабаяевым [738] классификации агроландшафтов, относятся к пойменно-воодоохранным, а огражденные земляными валами на пологих склонах степи – к мелиоративно-ирригационным типам агроландшафта.

Лиманы подразделяются на мелководные (слой затопления 0,25–0,30 м), со средней глубиной затопления (0,3–0,5 м) и глубоководные (более 0,5 м).

Мелководные выровненные многоярусные лиманы (площадь яруса в пределах 60–100 га), благодаря быстрому затоплению (30–50 л/с на 1 га), высокой связи с автоматизацией водораспределения и нормированностью весеннего стока талых вод имеют высокую эффективность использования воды (коэффициент увлажнения = 0,8) для формирования урожая. При таком затоплении создается слой воды, соответствующей норме лиманного орошения и полностью используется (без сброса) на увлажнение почвы [55, 341, 402, 407, 441, 508, 509, 668].

Научные знания и опыт агропроизводства на лиманах сформировали различные точки зрения о повышении их продуктивности.

Ряд ученых [122, 408, 409, 668, 760] считают, что совершенствование систем лиманного орошения должно основываться на интенсификации производства связанной с оптимизацией структуры посевных площадей, подбором культур в севооборотах адаптированных к условиям затопления, почвенно-климатическим ресурсам и с совершенствованием агротехнологических элементов. Другие исследователи [120, 234, 357, 388, 389, 390, 516, 646] придерживаются мнения, что природные лиманы с хорошим злаковым травостоем, а так же с засоленными почвами и с близким расположением грунтовых вод нецелесообразно распахать. Сохранить плодородие и повысить урожайность на таких лиманах можно за счет поверхностного или коренного улучшения и использования оптимизированного режима затопления. При благоприятных эколого-мелиоративных и почвенно-гидрологических условиях допускается рациональное сочетание естественного и сеяного травостоя [407, 454, 504, 758]. Допустимым также считается введение в севообороты от 50 до 75 % многолетних трав (в том числе в выводных полях) [398, 488]. На мелководных лиманах с 10–12 суточным затоплением высевается широкий набор культур: кукуруза, сорго, подсолнечник, суданская трава, многолетние травы, бахчевые, зерновые и др. На лиманах со средним слоем затопления можно высевать кукурузу, просо, бахчевые, суданскую траву и многолетние травы. На глубоководных лиманах с 15–25 суточным затоплением возможно лишь выращивание многолетних трав устойчивых к затоплению (кострец безостый, пырей, лисохвост, бекманию и др.) [118, 122, 289, 374, 407, 573].

Лиманное орошение имеет свои особенности. При однократном затоплении лимана во второй половине вегетации растения развиваются в условиях недостаточной водообеспеченности, их корневая система вынуждена проникать в глубокие более влажные горизонты почвы. В результате, урожайность культур возделываемых на лиманах, по сравнению с регулярным орошением, оказывается в 1,7–3,5 раза ниже, а коэффициент водопотребления в 1,5–2,7 раза выше [763].

При определении нормы, сроков, глубины затопления и промачивания почв на лиманах учитывают мелиоративные свойства почвогрунтов талого и промерзшего слоя, исходную их влажность, глубину залегания грунтовых вод, погодные условия, состав и биологические особенности культур [23, 118, 229, 302, 391, 407, 443, 589].

В решении этих вопросов сложилось два подхода, расчетный и рекомендательный (основан на научно-производственном опыте и тестовых методах).

К расчетным методам относятся:

- метод А.Н. Костякова и В.Я. Поповой [305, 306, 536] (норма затопления находится расчетом влагонасыщения 1,5–2,0 м слоя почвы до НВ с учетом коэффициента неравномерности затопления и потерь воды ($K = 1,3-1,5$);

- метод И.А. Кузника, А.Г. Ларионова и В.А. Соловьева [355] (в дополнение который к методу А.Н. Костякова учитывает выпадающие осадки и потери влаги на испарение;

- метод Б.А. Шумакова и Б.Б. Шумакова [755, 756, 757, 764] (в расчетах используют биологические особенности и коэффициенты водопотребления культур).

В рекомендательном подходе при определении норм затопления ученые ориентируются на глубину проникновения корней [23, 130, 355, 435] или советуют применять для определенных культур конкретные нормы [355, 407, 515, 572, 618, 651, 653, 761]. В рекомендациях Саратовских ученых [571] нормы лиманного орошения дифференцируются в зависимости от засушливости осени и географического расположения лиманов по области. В «Инструкциях по проектированию лиманного орошения ВСН-11-24-75» [229] нормы лиманного для затопления лиманов с естественной и сеяной растительностью дифференцированы по агроклиматическим зонам, гранулометрическому составу и глубине залегания грунтовых вод.

Многие ученые [27, 118, 442, 505, 510, 515, 589] определяют режим затопления лиманов по скорости насыщения влагой корнеобитаемого слоя почвы. Часть авторов [27, 118, 284, 310, 340, 343, 355, 505, 510, 589] рекомендуют, в зависимости от условий промерзания почвы, выдерживать продолжительность затопления лиманов под возделываемые культуры и естественные травы от 4 до 20 суток.

При ранневесеннем затоплении лиманов применяется и другой способ контроля интенсивности оттаивания и влагонасыщения почвогрунтов –

по сумме положительных температур воздуха и воды. [118, 288, 392, 484, 515, 571, 589]. Например, Б.И. Туктаров [668] предлагает использовать дифференцированный подход в определении продолжительности затопления. В зависимости от биологических особенностей многолетних трав, времени подачи воды на лиман (при паводке или после паводка) определена продолжительность затопления (в сутках) с учетом суммы среднесуточных температур воздуха.

Как показал производственный опыт, нормы затопления не всегда выдерживаются. Они увеличиваются из-за повышенной водопроницаемости почвогрунтов, плохой планировки, малых расходах поливных струй, несвоевременного опорожнения лиманов и при наличии на территории замкнутых понижений [27, 74, 183, 302, 642, 696, 762]. В результате чего большие водные нагрузки приводят к ухудшению эколого-мелиоративного состояния [132, 302, 344, 345, 389, 393, 402, 437, 589, 642, 663].

Заболачивание и вторичное засоление земель происходит в результате нарушения критического уровня и гидрохимического режима грунтовых вод, динамика которых зависит от природных и хозяйственных факторов, глубины залегания и степени их минерализации; гранулометрического состава грунтов, пестроты почвенного покрова, скорости поднятия влаги; режима затопления, неравномерности впитывания, отсутствия дренированности и регулирующих сооружений и т. д. [27, 31, 39, 96, 132, 183, 248, 252, 273, 340, 345, 402, 444, 619, 651, 654, 663, 688, 696]. Заметное влияние оказывают, также особенности гидрологических и почвообразовательных условий [18, 301, 397, 686, 774]. Например, при длительном (90–100 суток) глубоком затоплении почвы подвергаются осолонцеванию [273, 274]. Грунтовые воды, содержащие двууглекислый кальций, при подъеме по капиллярам обогащают почву карбонатом. Затем под влиянием деятельности микроорганизмов на мелководье при прогреве воды идет процесс содообразования [274, 275].

Для улучшения эколого-мелиоративной обстановки на лиманах рекомендуются: применение небольших оросительных норм; переустройство глубоководных лиманов в многоярусные мелководные; строгое соблюдение

расчетного слоя, продолжительности затопления; контроль за УГВ и динамикой солевого режима, учет солеустойчивости, биологических особенностей водопотребления растений; планировка основной и обвалование переувлажненной части лимана; отвод вод по щелям и кротовинам или с помощью насосных станций; проведение промывок и химических мелиораций по окраинам с внесением органики; проведение планировки и др. [39, 55, 79, 145, 222, 272, 288, 315, 330, 355, 336, 342, 346, 357, 407, 444, 445, 448, 505, 572, 642, 653, 655, 681, 756].

В начальный период эксплуатации инженерных лиманов проводились научно-производственные испытания различных сроков, норм затопления и подпитывания в которых было определено, что подпитывание сенокосных угодий должно проводиться в период прохождения паводка [222]. Под полевые культуры, для сбалансированной подачи воды в течение года допускалось осеннее затопление мелких ярусов с тяжелыми по гранулометрическому составу почвами (до 50 % от всей площади). При этом оговаривалось, что нельзя проводить осеннее затопление на участках где планируется весеннее и наоборот [410, 446, 571, 572, 651]. Из влагозарядкового затопления под кукурузу предпочтение отдавалось осеннему, которое в меньшей степени, чем весеннее отодвигает сроки посевных работ [276, 661]. Отмечалось, что большая эффективность инженерных лиманов достигается при проведении не только весеннего (осеннего) затопления, но и летнего подпитывания небольшой нормой (до 1500–2000 м³/га) в период вегетации яровых культур [54, 136, 182, 272, 276, 315, 344, 436, 516, 559, 650, 661, 688, 742, 761]. При неблагоприятной мелиоративной обстановке на лиманах предлагалось ограничиться лишь летним подпитыванием [436]. Летнее подпитывание лиманов (глубина и продолжительность) корректировалось с учетом биологических особенностей культур [115, 422, 646]. Таким образом предпринимались попытки приблизить лиманное орошение к регулярному.

В настоящее время более чем 100-летний опыт эксплуатации земель лиманного орошения позволяет констатировать, что соблюдение режима затопления в условиях хорошей дренированности повышает плодородие почв, стабилизирует и улучшает мелиоративную обстановку на лиманах [16, 136, 182, 272, 273, 288, 302, 355, 374, 407, 442, 515, 652, 756, 759, 774]. В противном случае

при нарушении режима затопления неотвратимыми спутниками лиманного орошения являются: переувлажнение и недоувлажнение, заболачивание и вторичное засоление.

Основные причины ухудшения эколого-мелиоративного состояния многих лиманов кроются в начальном периоде экстенсивного развития лиманного орошения, когда были допущены ошибки в проектировании инженерных лиманов (отсутствовала оценка пригодности ландшафтов к этому виду мелиорации, проектировались крупные по размеру яруса [564]).

Наглядным примером указанных просчетов является Малоузенская система лиманного орошения – в Александрово-Гайском районе Саратовской области.

Как отмечает Б.И. Туктаров [668], в течение 20-ти лет на Малоузенской системе были обычные сопутствующие этому виду орошения негативные явления. Пониженные участки заболачивались, изредка затапливаемые – засолялись. Экономический кризис в конце 90-х в Российской Федерации негативно отразился на сельскохозяйственном производстве и в Александрово-Гайском районе. Снизилось поголовье скота, сократилась потребность в кормах. По экономическим причинам уменьшился объем воды подаваемый на лиманы. В результате хорошо развитые многолетние травы своей корневой системой сработали близко расположенный горизонт опресненных грунтовых вод, важное экологическое значение которого для возделываемых культур описывали многие ученые [13, 121, 130, 138, 253, 356, 467, 477, 568, 647, 790, 791]. Соленой рассол, длительное время сдерживаемый за пределами лимана (в условиях медленного оттока), устремился на место, занимаемое опресненной «водной подушкой». Это стало основной причиной ухудшения эколого-мелиоративного состояния Малоузенской системы лиманного орошения [209, 671, 673].

Как указывают Б.И. Туктаров и В.А. Нагорный, П.В. Тарасенко [669], при всей своей значимости проблема экологического нормирования мелиорации земель лиманного орошения в ее геофильтрационной и геохимической взаимосвязи с территорией окружающих ландшафтов не учитывалась и возможные последствия не прогнозировались.

Поэтому важным и экологически значимым направлениями в развитии лиманного орошения является анализ параметров (интервал естественного колебания, критические величины, состояние нормы) биогеоценоза орошаемых агроландшафтов и сопутствующий ему агроэкологический мониторинг [673]. Решение этих вопросов позволит регламентировать нормативы допустимой антропогенной нагрузки на лиманные агроландшафты.

В настоящее время предпринята попытка создания системы параметров биогеоценозов и ландшафтов как единого целого [65]. Например, для различных агроландшафтов и природно-географических зон уже разработаны гидромелиоративные критерии для регулярного орошения [263, 501, 765]. В них определены экологически допустимые нормативы водопользования (в зависимости от ирригационного питания грунтовых вод, инфильтрационных потерь, коэффициента дренированности территории, экологически допустимой глубины грунтовых вод). Отмечены показатели благоприятного экологического состояния почв и гидрохимической системы ландшафтов (степень засоления почв, экологически допустимый УГВ, содержание гумуса, пределы регулирования влажности корнеобитаемого слоя, рН, окислительно-восстановительный потенциал).

Несомненно, при реализации ландшафтно-экологического подхода для обоснования мелиоративных систем лиманного орошения необходимо будет учитывать зональные и аazonальные свойства почвы с позиций типологии, динамики, геохимии и экологии [551]; придерживаться определенных методологических принципов, а также решать вопросы физико-географического районирования [423, 431]. Основную отличительную особенность различных лиманных агроландшафтов, как сложнейших геохимических систем, определит, по всей видимости, характер миграции химических элементов. Это станет основой для регламентации объема и содержания мелиораций [16, 316, 502]. А так как процессы миграции химических элементов протекают в водных растворах, то их перераспределение внутри лиманных агроландшафтов будет принадлежать поверхностным и подземным стокам, нисходящим и восходящим движениям растворов в почвогрунтах. Поэтому

при оптимизации лиманного орошения необходимо учитывать основные тенденции и принципы, заложенные в природе [231].

В качестве примера моделирования природных процессов, при искусственном затоплении лиманов, можно привести работы Ф.В. Мамина [388, 389, 390, 391, 392, 393, 394, 395, 396, 397]. Согласно его классификации лиманов по водному режиму (5 типов, 9 подтипов) и группировки по геоморфологическим особенностям рекомендуется свой распорядок наиболее рационального водопользования. В зависимости от характера подстилающих пород (литологии, гранулометрического состава, коэффициента фильтрации и глубины залегания грунтовых вод) предлагается использовать нормы затопления в системе затопления в виде ротаций водооборота. При таком подходе экономия оросительной воды достигает 40 % [390].

Необходимо отметить, что длительный этап, связанный с накоплением базы данных о природе лиманов фактически завершился. Анализ причин и последствий неудавшихся мелиораций и деградации отдельных лиманов приводят к заключению, что в современных социально-экономических условиях экологически обоснованное использование лиманных агроландшафтов возможно лишь при экономии водных, энергетических ресурсов и максимальной отдаче от этого вида орошения. К сожалению, многообразие научных исследований по лиманному орошению и, особенно по режимам затопления не в состоянии дать полный ответ на вопросы экономии водных ресурсов при максимальной интенсификации кормопроизводства на лиманах. На наш взгляд, определенные природные и производственные резервы для раскрытия потенциала лиманных агроландшафтов, заложены в использовании почвенных разностей и грамотном подборе возделываемых культур. Раскрытие резервов почв лиманных агроландшафтов также возможно при оптимизации размеров каждого яруса и площадей под посевами культур. Исследования по агропроизводственной группировке лиманных почв, позволят определить наиболее благоприятную в эколого-мелиоративном отношении типологию лиманных земель, на которых можно будет ожидать наибольшую отдачу от ресурсосберегающего режима орошения [137, 207, 211, 291, 569, 615, 701, 702, 756].

Рассмотрев один из наиболее доступных способов активного увлажнения почвы в аридной зоне Нижнего Поволжья необходимо отметить, что в нашей стране более 80% сельхозугодий размещено в зоне рискованного земледелия с недостаточным и неустойчивым естественным увлажнением. Из них 35% посевных площадей (45 млн. га) находится в степных засушливых районах с общим количеством осадков от 250 до 400 мм, и систематически подвергаются засухе [172, 627]. Поэтому проблема влагообеспеченности и стабильности производства сельскохозяйственной продукции стоит очень остро.

Недостаток почвенной влаги связан не только с дефицитом атмосферной влаги, но и с нерациональным ее использованием. По данным академика ВАСХНИЛ В.Н. Виноградова [321], суммарные потери влаги с пашни на непродуктивное испарение составляют 230 км³, на сток – 70 и в виде снега – 30 км³. Нерациональное использование осадков снижает урожайность культур, разрушает почвенный покров, выносит элементы питания, загрязняет реки, увеличивает затраты энергии при обработке почвы. Проблема влагосбережения в агроландшафтах является многоплановой. Ее решение невозможно без разработки и внедрения научно обоснованных систем, в состав которых входят организационно-хозяйственные, гидротехнические, агротехнические, агролесомелиоративные мероприятия большинство из которых основано на механизированных технологиях [472].

Одним из важнейших приемов влагосбережения на агроландшафтах является снежная мелиорация. В зимний период в снеге накапливаются до 100 и более мм атмосферных осадков [15, 131, 187, 439, 553]. Снежный покров является наилучшей защитой почвы от промерзания [393].

В начале XXI века профессором Р.Э. Давидом [156, 157] была проведена большая исследовательская работа по оценке водных запасов в снеге, способам снегозадержания, характеру снеготаяния и впитывания талых вод, а так же степени отзывчивости полевых культур на этот мелиоративный прием. В дальнейшем, этому направлению всегда уделялось самое пристальное внимание.

Было установлено, что сдувание снега начинается при скорости ветра более 7 м/с [321]. Ветром на высоте 10–20 см переносится 90–95 % снега [285].

Путем несложных расчетов можно рассчитать потребность в высоте снежного покрова для различных культур в севообороте [14, 43, 44, 717].

Мероприятия по снегозадержанию необходимо проводить с учетом рельефа местности и гранулометрического состава почвы [14, 15].

В зависимости от условий возможного снегонакопления определяют характер и глубину обработки почв [730]. Известно, что при нулевой, щелевой или плоскорезной обработке почвы, оставшаяся стерня гасит ветровой поток и способствует сохранению от 20 до 50 мм зимних осадков [6, 93, 212, 286, 319, 321, 331, 489, 555, 604, 611, 657, 693, 732].

Увеличение высоты среза растений дополнительно накапливает 7–15 мм осадков. Этот прием успешно используют для создания стерневых кулис [49, 321, 513, 596, 734]. С этой целью Сибирский НИИСХ разработал жатку с дополнительным ножом и секционным мотовилом [321]. В этом же направлении имеются разработки Куйбышевского НИИСХ (авторское свидетельство № 753389) [734]. Имеется и другая разработка, в которой солома в виде валков накапливает снег, а предварительно подготовленные щели аккумулируют талые воды (патент РФ № 2010472) [612].

Отмечено, что разбрасывание измельченной соломы улучшает способность стерни задерживать снег [366]. Для снегозадержания с помощью стерни применяется безотвальное рыхление плугами рыхлителями, плоскорезными и чизельными орудиями, которые гарантированно повышают почвенные влагозапасы к началу посевной компании [67, 86, 208, 363, 429, 525, 526, 607, 766]. Так, плоскорезная обработка почвы в Саратовской области обеспечила наибольшее (в 1,4–1,6 раза) накопление влаги по сравнению с отвальной вспашкой и значительно уменьшила промерзание почвы. Прибавка урожая озимой пшеницы составила 11–13 %, ячменя – 11–23, проса 12–13 % [556].

В отличие от ровной поверхности, глыбистая поверхность поля задерживает снег на много лучше. С этой целью используют переоборудованные плуги, выполняющие комбинированную (отвальная и безотвальная) и гребнекулисную вспашку [201, 490].

Для снегозадержания в паровых полях и в посевах трав эффективны стебли подсолнечника (оставленные после уборки) и посевы кулис из плотных или высоких растений [58, 187, 227, 321, 324, 373, 376, 452, 470, 606]. Например, применение кулис из

кукурузы поперек склона через 24, 16, 8 м увеличивает запасы воды в снеге в 2,5; 3,0; 3,5 раза [606]. Однорядковые кулисы через 8 м из кукурузы, горчицы и стерни яровой пшеницы накапливали в 6,2; 4,8; 3,2 раза больше снега, чем обычная зябь (5 см) [58].

Щелевание озимых с кулисами на склонах обязательный агроприем, так как позволяет увеличить урожайность зерна на 3 ц/га, уменьшить на 22 мм смыв талых вод. В этом случае урожайность озимой пшеницы формируется на 70 % за счет снеговой воды [324]. Использование двух строчных посевов многолетних трав (например, Волоснеца ситникового) в качестве постоянных кулис через 12–15 м, контурно-буферное размещение трав, сохраняемых в виде кулис значительно (в 1,5–3 раза) увеличивает накопление снега и предотвращает сток на склонах. Недостатки этого приема (затруднение полевых работ, ухудшение фитосанитарного состояния и полноту использования участков), в дальнейшем, окупаются повышением урожайности и сохранности почвы [321, 747].

После задерживания первого снега вышеназванными приемами, появляется возможность его валкования снегопахами. Полосное уплотнение снега для снегозадержания – малоэффективно [43].

Значительная роль в снегозадержании принадлежит полезным лесным насаждениям [8, 38, 170, 210, 219, 220, 337, 338, 352, 449, 537, 539, 568]. В Среднем и Нижнем Поволжье при отсутствии лесных полос с полей сносится в овраги, балки и другие понижения до 50 % снега, а в ряде случаев до 75 %. Для Заволжья с сильными ветрами эти показатели еще выше [601]. На склоновых землях использование лесных полос (ЛП) является неотъемлемой частью землеустройства территории [543]. Специфический характер снегоотложения под воздействием ЛП распространяется на расстояние до 25 и более высот (Н) древесных насаждений. Протяженность зоны с повышенным урожаем с заветренной стороны у непродуваемых полос 8–12 Н, ажурных – 10–14 Н, продуваемых – 16–25 Н. С их наветренной стороны влияние лесных полос разной конструкции распространяется примерно на 5–7 Н. ВНИАЛМИ определена средняя прибавка урожайности зерновых культур для ЦЧП и Поволжья 2,8 ц/га [8].

При использовании снежных мелиораций очень важно учитывать весеннее снеготаяние на склоновых землях. Доля склоновых (1–8°) агроландшафтов в общей площади пашни достигает 70 %. При быстром возрастании положительных температур воздуха почти 80 % зимних осадков (30 % от общего количества) стекает по мерзлой земле за пределы поля, нанося непоправимый урон плодородному слою почвы [636, 647]. Сокращают потери талой воды на склонах приемы размораживания почвы и влагонакопления с помощью частичной расчистки склонов от снега весной и полосной вспашкой осенью [636] или полосное затемнение и полосное распахивание снега [635].

Из выше приведенной информации видно, что для почвы и окружающей среды поверхностный сток является наиболее пагубным видом потерь влаги.

Эффект весеннего влагонакопления на склонах (10–25 мм) повышается при использовании буферных полос, контурно-полосного размещения культур сплошного посева (размещение чистого пара и пропашных культур на склонах более 3° не рекомендуется) и контурной вспашки. Взмет пласта до дождей в июле и в первой половине августа лучше уничтожает сорняки и при последующих дождях увеличивает урожайность культур (особенно при почвоуглублении) на 41–45 % [157, 371, 461, 489, 577, 723, 733, 749]. Ежегодный влагосберегающий эффект от контурного земледелия достигает 50 мм [321].

Учитывая особенности склонового стока А.И. Шабаев [733] рекомендует почвозащитные мероприятия на водосборах проводить комплексно, ориентируясь на максимальное поглощение почвой осадков в местах их выпадения и одновременно на возможности в экстремальных условиях безопасно отвести потоки воды в географическую сеть. При этом почвозащитная система земледелия должна охватывать не только пахотные земли, но и леса, луга, защитные насаждения и гидротехнические устройства, которые размещают с учетом рельефа во взаимной увязке с противоэрозионными рубежами, проектируемыми на контурно-мелиоративной основе.

Важнейшее значение для снижения стоковых потерь влаги имеет уменьшение уплотнения и разуплотнения почвы. При ее низкой

водопроницаемости формируется поверхностный сток, попутно увеличивается дефицит почвенной влаги, кислорода и угнетается активность почвенной микрофлоры. Поэтому очень важно при применении движителей машин снижать давление на влажную почву до 80–180 кПа, на сухую – 100–210 кПа, а при использовании колесных тяжелых тракторов применять сдвоенные, или широкопрофильные шины [321, 786].

Водопроницаемость почвы на склонах и равнинных агроландшафтах ухудшается из-за уплотнения почвы и образования плужной подошвы (в результате замазывания дна борозды при подрезании переувлажненного пласта). Эти недостатки устраняются при периодическом (раз в 2–5 лет) глубоком рыхлении почвы плоскорезами-глубокорыхлителями, плоскорезами-щелевателями, плугами-рыхлителями с наклонными стойками, чизельными плугами, стойками СибиМЭ, щелерезами и другими орудиями [56, 57, 60, 107, 117, 143, 189, 240, 243, 260, 262, 290, 298, 307, 332, 359, 379, 380, 382, 404, 421, 491, 492, 493, 494, 495, 519, 523, 524, 527, 528, 529, 533, 548, 593, 602, 637, 662, 710, 725, 727, 728, 767, 768, 769, 770].

НИИ защиты почв от эрозии [57] установил, что сочетание плоскорезной обработки с щелеванием на склонах крутизной 5° увеличивает урожайность озимой пшеницы и ячменя на 1,3 и 1,6 ц/га. Культивация междурядий пропашных культур может успешно совмещаться с щелеванием междурядий [404].

Анализ результатов производственных опытов ВНИИ кукурузы [544] показал, что чизельная обработка эродированного чернозема на склоне до 4° значительно эффективнее вспашки. Здесь трудоемкость и себестоимость продукции ниже соответственно на 6,9 и 6,3 %, выше окупаемость производственных затрат на 10,1 %, меньше расход топлива на 7,9 кг/га. Испытания чизеля ГНЧ-0,6 в ЮжНИИГиМа разуплотнили 0,6 м слой и увеличили количество влагозапасов в подпахотном слое более в 2 раза [298]

Одним из недостатков чизельной обработки является образование при сухой осени крупных глыб, которые затрудняют весеннюю обработку почвы и пустот способствующих иссушению почвы. Для более качественной обработки почвы

необходимы другие технические средства. Например, комбинированный почвообрабатывающий агрегат Earthmaster 2500, в состав которого входят дискатор + чизель + пружинная борона. Технологическое решение поставленной задачи может быть совершенно иным (в зависимости условий рельефа, влажности почвы, гранулометрического состава, мощности гумусового горизонта, требования культуры и др.). Набор отечественной и зарубежной (Беларусь, Латвия, Канада, США, Бразилия, Италия, Польша, Германия, Китай) почвообрабатывающей техники [249] позволяет сделать необходимый выбор.

В районах с продолжительными зимними оттепелями эффективность щелевания снижается из-за образования льда в щелях. Это явление в основном устраняется при дополнении щелевания кротованием, или при вертикальном заполнении (мульчировании) щели соломой, торфом, песком (эффект сохраняется до 3–5 лет) [116, 195, 361, 404, 627, 726]. В США на склонах (14–20°) технология вертикального мульчирования почвы при нулевой обработке позволяет повысить урожайность зерна пшеницы на 13,4–20,2 ц/га, при одновременном снижении стока и смыва [195].

Наряду с разуплотнением и улучшением водопроницаемости почвы на склонах используют удержание воды при помощи: комбинированной обработки почвы; ступенчато-гребнистой вспашки (на заглубленных корпусах устанавливают укороченные валы); отвально-безотвальной, микрокулисной (при неполном обороте пласта), гребнекулисной вспашки (стерня со всей ширины захвата плуга смещается дисками и собранная в ленту укладывается в предварительно в прощелеванную борозду, над которой формируется гребень со стерневой кулисой), формирования микрорельефа (лункование зяби) [20, 83, 170, 191, 196, 212, 287, 321, 576, 733].

Достаточно эффективно защищает почву от смыва и значительно снижает испарение почвенной влаги мульчирующие обработки и горизонтальное мульчирование поверхности почвы растительными остатками [202, 246, 367, 449, 599, 718, 731]. Так, в опытах университета штата Северной Каролины (США) [718] было установлено, что при наличии на 1 га 0,62 т/га пшеничной соломы смыв почвы уменьшается в 2,5 раза; 2,48 т/га – в 8,5 раза, а поверхностный сток – соответственно на 15 и 39 %. В штате Кентукки [611] наличие на поверхности

растительных остатков при возделывании кукурузы снизило испарение влаги на фоне нулевой обработке почвы относительно традиционной вспашки – в 4,7 раза.

Для улучшения водопроницаемости (на тяжелых почвах), влагоемкости (на легких почвах) и других агрофизических свойств почвы рекомендуется вносить на поля навоз, солому, компост, торф, сидераты и другие органические удобрения [6, 10, 110, 247, 284, 321, 621, 704, 705, 731]. При поверхностном внесении или сохранении они формируют влагосберегающий мульчирующий покров [176, 364, 369, 381, 588, 705, 718, 719, 737].

На бесструктурных почвах улучшают водопроницаемость и уменьшают поверхностный сток и сохраняют водоудерживающую способность (от 1 до 6 лет) полимеры-структурообразователи, стабилизаторы агрегатов, щелочные силикаты и пенопласты с открытыми ячейками [37, 326, 695]. Полимеры-структурообразователи (гидрогели), поликомплексы, битумные эмульсии, латексы так же способны снизить высокую водопроницаемость и низкую водоудерживающую способность легких песчаных, супесчаных почв с малым содержанием гумуса [321, 326]. Так, 1 кг гидрогеля способен удержать от 30 до 3000 кг воды [37]. Их применение в мировом земледелии носит ограниченный, а в России – пока экспериментальный характер.

Непроизводительное испарение влаги с полей является преобладающим видом потерь водных ресурсов. Ускоренное применение послеуборочного, пожнивного рыхления и лущения направлено на сохранение остаточной влаги (до 30 мм [576]) после уборки возделываемых культур. Однако, эти методы не всегда эффективны [321]. Луцильники (серии ЛДГ) не обеспечивают за один проход глубины достаточной для предотвращения интенсивного высыхания пласта. Дисковые бороны (серии БД и БДТ) рыхлят глубже, но за счет снижения отражающей способности (альbedo уменьшается в 2–5 раз) почва сильнее нагревается и ее иссушение усиливается. Игольчатые бороны, сохраняя стерню, могут заглубляться лишь в рыхлую почву. Более эффективны культиваторы-плоскорезы (типа КПШ), а на уплотненных и засоренных полях – тяжелые культиваторы (КПЭ-3,8А и др.). Недостатком этих орудий является вынос влажной почвы на дневную поверхность, где она быстро высыхает [77, 197, 321]. Многочисленные культивации паров так же

иссушают почву, так как их обрабатывают на глубину превышающую optimum 5 см (по И.Е. Овсинскому [474]). В настоящее время имеются разработки влагосберегающих рабочих органов орудий культиваторов [562], позволяющих не выносить влажные слои почвы на поверхность.

В ранневесенний период и после ливней важнейшим влагосберегающим приемом является разрушение корки и капилляров верхнего слоя почвы с помощью боронования [215, 473]. Не менее важным приемом влагосбережения в жаркий и ветреный период является прикатывание. Этот агроприем позволяет уменьшить контакт почвы с атмосферой, ликвидировать крупные поры, через которые нижние слои пласта сообщаются с поверхностью. Применение гладких катков после посева рискованно, так как после выпадения дождей может привести к образованию почвенной корки. Поэтому используют коническо-кольчатые, кольчато-зубчатые и другие катки [473]. Решение бороновать или прикатывать зависит от содержания органических остатков в верхнем слое и агрофизических свойств почвы. Так, в исследованиях ОППХ ВНИИЗиЗПЭ [362] отмечено, что поверхность неборонованной зяби весной в солнечную погоду нагревается вдвое сильнее, чем воздух, а боронованной – еще больше. В то же время при мульчировании зяби пожнивными остатками этого не происходит и испарение резко уменьшается. От центра Нечерноземной зоны на восток и юго-восток при наличии разрыва между началом полевых работ и севом в 25...40 дней боронование зяби способствует повышению урожая возделываемых культур. С продвижением на юг и юго-запад зависимость урожая яровых от ранневесеннего боронования зяби (при хорошей ее выровненности) снижается и необходимость в нем может отпасть. Если в почве высокое содержание гумуса и плотность сложения после безотвальной обработке не превышает $0,88-1,10 \text{ г/см}^3$, то для сохранения влаги вместо боронования необходимо проводить прикатывание.

В течение вегетационного периода между культурными и сорными растениями ведется конкурентная борьба за использование природных ресурсов. Установлено, что потери урожая зерновых культур при средней засоренности могут достигать 40–50 %. Для уничтожения сорной растительности в арсенале

производственников имеется и комплекс разнообразных мероприятий, включающих механические, химические, огневые, биологические (в том числе севообороты) и комбинированные методы уничтожения и подавления [625].

Эффективность использования почвенной влаги увеличивается при сбалансированном использовании макро-, микроудобрений, биопрепаратов, антитранспирантов, ретардантов и насыщении севооборотов культурами, сортами с пониженной транспирацией [40, 80, 161, 152, 206, 216, 297, 321, 323, 403, 462, 485, 530, 549, 592, 613, 703, 772]. Недавние совместные исследования Университета г. Ланкастер (Великобритания) и ВНИИСХМ (РФ) [600] показали, что обработка растений специальными штаммами бактерий может поддержать рост и сохранить урожай при коротких воздействиях засухи. В опытах института биологических исследований КНР выявлено, что обработка яровой пшеницы 0,4 % раствором фульвокислоты в фазу выхода в трубку увеличивает урожайность зерна при засухе на 9–18 % (1,4–5,4 ц/га) [703].

Определенный потенциал сбережения природных ресурсов влаги заложен в использовании парообразных влагозапасов («сухой полив»).

В 1912–1913 гг. А.Ф. Лебедев экспериментально подтвердил, явление конденсации парообразной воды атмосферы в верхних горизонтах почвы. При благоприятных условиях размер этой конденсации достигает 0,3–0,5 мм (Одесса) и даже 2,6 мм (бассейн р. Волхова) влаги в сутки. Для условий Одессы среднегодовое количество конденсированной воды 60–100 мм (400 мм – годовое количество осадков) является значительным показателем [582]. Парообразную влагу можно использовать для растений даже в пустыни. Из-за перепадов температуры в 1 кубометре воздуха Сахары легко конденсируется 20–25 л воды [353].

Сто лет назад И.Е. Овсинский [474] доказал, что растения без дождя могут располагать достаточным количеством влаги, получаемой из атмосферных паров. В его экспериментальном земледелии тонкий, рыхлый и богатый перегноем верхний слой не только предохранял почву от чрезмерного нагревания, но и способствовал осаждению росы под его поверхностью.

В ТНВ «Пугачевское» Мокшанского района Пензенской области более 25 лет, по технологии агронома И.Е. Овсинского, в самые засушливые годы получают устойчивые урожаи зерновых культур [61, 258, 459, 714]. Явление конденсации влаги в почве было отмечено и другими учеными [699].

В настоящее время в учебных пособиях вопрос парообразного передвижения влаги в почве почти не рассматривается. В результате чего появляются рекомендации [459] в которых утверждается, что основную (зяблевую) обработку под зерновые культуры необходимо проводить летом и осенью (август – сентябрь), сразу же после уборки предшествующей культуры, когда в пахотном слое еще сохраняется остаточная влага. В других рекомендациях [455, 456] уточняется, что наилучшая зябь ранняя (июльско-августовская). Она накапливает весной в метровом слое почвы влаги на 45–60 мм больше, чем поздняя. По всей видимости, эти взгляды основаны на длительном эмпирическом опыте [157] утверждающем, что пахать лучше всего как можно раньше до дождей, чтобы пласты лежали глыбами (для сохранения талой воды). Однако, по данным Ставропольского НИИСХ [482] исключение механического рыхления почвы в зяблевой системе после уборки яровых зерновых культур при уничтожении сорняков гербицидами позволяет дополнительно накапливать в почве к концу осени до 26 мм влаги. Возникает вопрос: «Пахать или не пахать после уборки зерновых?». Отсутствие четкой теоретической основы по этому вопросу приводит к парадоксу. Все знают – поздняя зябь – это засоренность, потеря влаги и не эффективность в накоплении элементов питания растений. Но, не смотря на это, 70–90 % площадей пахут осенью [577].

Четкое объяснение необходимости использования для влагосбережения тех или иных способов и сроков обработки почвы после уборки предшественника дают две теории: «теория дифференциальной влажности» и «теория термопереноса почвенной влаги». Согласно «теории дифференциальной влажности» при увлажнении почвы выше константы «влажности разрыва капилляров» (ВРК) преобладает капиллярный механизм подтока влаги к испаряющей поверхности. При высыхании имеет место конвекторно-диффузный механизм. В первом случае для сокращения испарения требуется рыхление, во втором – уплотнение почвы. Теория термопереноса

почвенной влаги [482, 582] основана на том, что в почве часть воды переходит в форму пара (при всех степенях влажности почвы), который заполняет свободные поры. Упругость водяного пара в почвенном воздухе определена только температурой. Парообразная влага переносится всегда в холодную сторону, где конденсируется и может быть использована корнями для водопитания. Направление и величина термопереноса влаги определяется суточным и годовым циклом солнечной радиации. В течение суток вектор термопереноса меняет свое направление дважды: в ночное и утреннее время, когда верхние слои охлаждаются больше нижних, движение влаги под действием градиента температур направлено к поверхности, в дневные часы по мере прогревания почвы – вглубь.

Преобладание того или иного направления определяется временем года. Весной и летом, когда поглощение тепла превалирует над его излучением, длительность действия и величина положительных градиентов (когда температура верхних слоев выше нижних) в течение суток больше отрицательных. С конца лета и до начала весны – наоборот [482].

Так как в агроландшафтах сухостепной, а иногда и степной зоны от уборки зерновых культур и до наступления зимы степень увлажнения почв находится ниже значений константы ВРК. То для сельскохозяйственного производства большое значение имеет знание календарного срока смены преобладающего направления термоградиентного режима, или того времени с которого с которого среднесуточная температура верхних слоев становится меньше нижележащих. Все прекрасно помнят эффект предутренней росы, которая оседает на траве и в верхних слоях почвы. В исследованиях Ставропольского НИИСХ [482] нулевая обработка почвы в этот период позволила накопить в полуметровом слое 70 мм, против 42 мм влаги – на фоне лущения и мульчирования соломой. При нулевой обработке почвы среднесуточная температура почвы на глубине 10 см была на $1,4^{\circ}\text{C}$ выше, а при лущении и мульчировании соломой – на $0,8^{\circ}\text{C}$ ниже чем на поверхности. Приведенные данные противоречат устоявшимся упрощенным представлениям о взаимосвязи теплового и водного режима, согласно которых, чем ниже температура почвы и больше растительных остатков на поверхности, тем меньше испарение влаги.

Соглашаясь с мнением Ставропольцев о необходимости учета сезонного термопереноса влаги при определении срока и способа обработки почвы, мы считаем ошибочным, оставлять в зиму поле с нулевой обработкой без учета водно-физических свойств почвы. Несомненно, условия осеннего гидротермического режима почвы и наличие стерни на поверхности поля позволят накопить определенное количество конденсационной влаги и влагозапасов в виде снега. Однако весной эти влагозапасы будет сложно удержать. При плохих водно-физических характеристиках почвы они будут находиться вблизи от ее поверхности. Перенасыщенный влагой верхний слой почвы во время ее поспевания потеряет значительную часть влагозапасов в период испарения благодаря ускоренному продвижению воды по укороченным капиллярам.

Если почва пронизана сетью червеходов или хорошо оструктурена, то влага без помощи отвальной обработки почвы равномерно проникнет вниз на большую глубину. Это удлинит и замедлит ее приток к поверхности по капиллярам. В итоге – нарушение (в результате разрыва) капиллярного тока произойдет раньше и как следствие – влагозапасов в почве станет больше.

Для улавливания талой воды и ее «консервирования» в подпахотном горизонте на слабооструктуренных почвах необходимо проводить глубокое безотвальное рыхление почвы. Засуха 2009 и 2010 гг. подтвердили целесообразность перераспределения влаги из верхних горизонтов почвы в более глубокие нижние. Так, по данным Оренбургского НИИ сельского хозяйства [383] в 2009 году 25 метеостанций области зафиксировали на зяби в среднем 152 мм, на стерневом необработанном фоне 112 мм продуктивных влагозапасов. Урожайность яровой пшеницы по глубокой плоскорезной и минимальной обработке составила – 18,4 и 14,8 ц/га.

Рассмотрев резервы влагосбережения связанные со сроками и способами обработки почвы, необходимо отметить, что весомый потенциал повышения эффективности использования природных ресурсов заложен в современных агротехнологических комплексах. Это в первую очередь дистанционный и автоматизированный экспресс-контроль условий возделывания

сельскохозяйственных культур [333], методы математического моделирования и управления технологическими процессами возделывания сельскохозяйственных культур [678] и использование прецизионного земледелия, связанного с точными агротехнологиями [205, 268, 318].

В настоящее время прецизионное земледелие является высшей формой интенсификации адаптивно-ландшафтного земледелия. Использование аэро- или космических методов определения состояния посевов, влажности, гумусированности и других показателей плодородия почвы, во взаимодействии с проведением наземных экспресс-контролирующих методов позволяет существенно повысить эффективность использования природных ресурсов [78, 281, 478, 483, 591, 648, 779, 787]. Основу данного направления составляет электронная карта сельскохозяйственных земель. Учет границ этих земель осуществляется с помощью мобильной системы, состоящей из датчика GPS, или на основе обработки аэро- или космических изображений территории на которых расположены поля. Далее на электронную карту наносят информацию об агрофизических, водно-физических, агрохимических и других наиболее важных свойствах территории сельскохозяйственных угодий и точной засоренности, урожайности культур на каждом участке агроландшафта. Вся эта информация перерабатывается и затем поступает в виде технологической карты управления на бортовой компьютер самоходных сельхозмашин. В процессе движения бортовой компьютер выдает команды по подкормке, обработке гербицидами и т. п. Экономические преимущества прецизионных систем неоспоримы: точная стыковка загонов; недопущение необработанных полос; более высокая производительность; снижение утомляемости тракториста; экономия горючего; экономия рабочего времени; экономия минеральных удобрений, семян и средств защиты растений. Ежегодный экономический эффект от ее внедрения составляет до 1,5 евро/га [123, 318, 405, 643, 708].

По мере продвижения земледелия из полупустыни в сухостепные, степные и лесостепные районы увеличивается влагообеспеченность агроландшафтов, что снижает потребность растениеводства в водных ресурсах. Однако возникают другие серьезные проблемы, решение которых становится стратегической задачей.

По мнению ученых Ставропольского ГАУ [773], среди наиболее плодородных типов почв черноземы, занимающие влагообеспеченную часть территории, в большей степени подвержены деградации.

Деградация этих почв, из-за дегумификации, ухудшения физико-химических и агрофизических свойств, потери устойчивости к негативным воздействиям, становится одной из наиболее актуальных проблем агрономической науки.

На интенсивность ускорения или затормаживания деградационных процессов оказывают влияние удобрения, севообороты, агромелиоративные мероприятия, воздействия техногенного характера [3, 12, 76, 104, 218, 610, 644, 677, 721].

Снижение плодородия пахотных земель происходит в результате различных процессов: физических – эрозия; биологических – минерализация и недостаточное поступление органических остатков; физико-химических и минералогических – ухудшение кислотно-основных свойств почвы, разрушение и вымывание карбонатов кальция, гипса, гидрооксида железа и других структурообразователей. Однако основной причиной снижения плодородия черноземов является длительное применение глубокой вспашки, которая иссушает, усиливает процессы окисления и ускоряет темпы снижения содержания гумуса в почве. [91, 106, 127, 223, 270, 649, 666, 649, 687, 709, 713, 773].

В настоящее время 124 млн. га в РФ подвержены эрозии и дефляции, до 1,5 млн га выросла площадь оврагов, на 74 млн га происходит опустынивание в аридной зоне России, 16 млн га засолены [61].

Одним из важнейших показателей качества земель является содержание и запасы в почве органических веществ, и в первую очередь гумуса. Органическое вещество в значительной мере определяет емкость поглощения катионов. Большое значение имеет комплексообразующая способность органического вещества. С ним связано образование агрономически ценной структуры почвы, увеличение влагоемкости. Известно стимулирующее воздействие гумусовых веществ на рост и развитие растений [162, 270, 297, 530, 773].

Гумусовое состояние почв характеризуется содержанием гумуса в пахотном слое, запасами в слое 0–1,0 м, отношением С : N, обогащенностью азотом, отношением углерода гуминовых кислот к углероду фульвокислот [270].

Состояние гумуса в целинных почвах находится в равновесии с экологическими условиями, но при распашке почв и использовании их под посевы сельскохозяйственных культур эти условия в значительной мере изменяются. В пахотных почвах отмечается его систематическое снижение [76, 103, 283, 292, 384, 453, 614, 649, 667]. Например, по данным ГНИИ земельных ресурсов [687, 732] за последние 30–50 лет падение гумуса на пахотных землях в стране составило от 20 до 40 % исходного содержания. Максимальные его потери отмечены в черноземах субаридной зоны (таблица 1.6) [687].

Исследования ГИЗР [687] показали, что применяемые системы обработки почвы и севообороты не обеспечивают бездефицитного баланса органического вещества в почве. Сравнительно с другими системами они лишь сокращают интенсивность минерализации гумуса. В экспериментальном севообороте Шадринской опытной станции за 27 лет потери гумуса составили около 24 т/га, в среднем по 0,9 т ежегодно.

Таблица 1.6 – Потери гумуса в пахотном слое почв за 30–50 лет по основным зонам природно-хозяйственного районирования

Зона	Площадь пашни, млн га	Потери гумуса (%) на площади, млн га			
		до 20	20–30	30–40	40–50
Южнотаежно-лесная	36,5	14,3	14,5	6,5	1,1
Лесостепная	66,0	-	23,1	42,9	-
Степная	63,9	-	62,1	1,8	-
Сухостепная	27,8	3,0	24,8	-	-
Полупустынная	4,5	4,5	-	-	-
Пустынная	0,2	0,2	-	-	-

В севооборотах опытного хозяйства ВНИИЗХ ежегодные потери гумуса при урожаях 17 ц/га достигли 0,8–1,0 т/га. За 30 лет распашки целины потери гумуса, за счет минерализации составили до 30 т/га, или 8–10 % их запасов в целинной почве. Длительная вспашка усиливает минерализацию гумуса и способствует

исчезновению водопрочной зернистой структуры целинных почв [106, 270, 649, 687]. Вследствие потери гумуса и ухудшения структурного состава почвы, повышается плотность и уменьшаются запасы продуктивной влаги в ней [84, 687].

В последние десятилетия, в период политико-экономических изменений в стране, обострились проблемы связанные с снижением плодородия почв. Причина – в ухудшении основных факторов интенсификации агропроизводства, в изменении структуры посевных площадей и направленности агротехнологий.

Начатая реформа не продвинула решение главной задачи структурной перестройки народного хозяйства. Она привела АПК к кризисному состоянию. Произошел резкий спад производства, чрезвычайно возросли диспаритет цен на сельскохозяйственную продукцию, инфляция, дефицит бюджета, свертывание поставок техники, удобрений и других ресурсов для сельского хозяйства [270]. Резко ухудшились техническая оснащенность, что сказалось на агросроках, качестве производимых полевых работ и в итоге – на урожайности и валовых сборах сельскохозяйственных культур. Ситуацию обострили проблемы в системе семеноводства (недостаточный объем, низкое качество семенного материала). Упростились севообороты и технологии возделывания культур (иногда – бессменно). Стали применяться агротехнологии вызывающие деградацию почвы, но приносящие быстрый экономический эффект [91].

Можно перечислять многочисленные издержки экстенсивного земледелия, связанные с несовершенством структуры посевных площадей, нерациональным размещением с/х. культур в агроландшафтах, шаблонной организацией территории и севооборотов, технологической отсталостью, разрушающим воздействием на почвы тяжелой техники и т.д.. Однако, как считает В.И. Кирюшин [270], наиболее серьезные последствия такого хозяйствования – процессы деградации почв и ландшафтов нельзя остановить, или хотя бы замедлить без применения удобрений, мелиорантов, пестицидов, потому что без них невозможно освоить почвозащитные системы земледелия.

Отечественный и мировой опыт [61, 176, 244, 246, 247, 254, 266, 268, 270, 293, 382] показывает, что снижение техногенных нагрузок на почву и усиление

факторов биологизации позволяет не только стабилизировать эколого-мелиоративное состояние агроландшафтов, но и обеспечить дальнейший прогресс земледелия. Это возможно в системе мероприятий позволяющих на фоне разумного сочетания биологических и техногенно-химических операций найти компромисс между экономикой и экологией.

Адаптация земледелия к местным условиям – исторический процесс, который протекал веками. Научное его осмысление нашло отражение в работах В.В. Докучаева [184, 185], В.И. Вернадского [95], И. Овсинского [474].

По мнению В.И. Кирюшина [270] эйфория индустриализации, химизации, мелиорации задержала развитие ландшафтного подхода к земледелию и его экологизации. Разработка и освоение зональных систем земледелия, создание почвозащитной системы А.И. Бараева [46, 542], Т.С. Мальцева [387], а так же работами зональных НИИ [89, 101, 144, 205, 218, 226, 268, 325, 447, 520, 543, 547, 552, 557, 583, 720], усилило процесс развития адаптации земледелия к природным условиям.

Несостоятельность потребительского подхода к природопользованию была доказана еще В.В. Докучаевым [84]. Размышления В.В. Докучаева о единстве и взаимосвязи территорий трансформировались в учение о ландшафтах [36, 413, 424], их геохимии [128, 154], экологии [626], природно-сельскохозяйственном районировании [541], контурно-мелиоративном земледелии [9, 146, 226, 256, 547, 552, 720], адаптивно-ландшафтной интенсификации [204, 265, 293] и биологизации [61, 206] земледелия.

Исходя из этих учений повышение плодородия почв возможно не только за счет мелиоративных приемов, но и на основе законов ландшафтоведения [270].

Устойчивость агроландшафта – это способность сохранять структуру и свойства, выполняя определенные функции в условиях антропогенных воздействий (ГОСТ 17.8.1.01-80).

Для проектирования агроландшафтов существуют определенные методики [653, 742], согласно которым: главный инструмент формирования агроландшафта – адаптивно-ландшафтная система земледелия; и основной критерий оценки продуктивности агросистем (кроме прибыли) – экологическая устойчивость.

Предлагаемый подход приближает агроландшафты к природным и способствует повышению продуктивности [270, 382].

Перспективным направлением в развитии мелиорации является ее «биологизация» – как приоритетное направление для технологически «сильных» и «слабых» хозяйств, имеющих свои уникальные особенности, связанные с почвой, климатом, рельефом, ресурсами, специализацией и др. [266]

О пользе биологизации мелиораций говорят следующие прогнозы и факты: а) в РФ не планируется увеличение применения минеральных удобрений (из-за низкой покупательной способности); б) для повышения конкурентной способности сельскохозяйственной продукции с высоким качеством и низкой себестоимостью необходимы низкзатратные технологии; в) наиболее востребована экологически чистая с/х. продукция; г) запас техногенных ресурсов (запаса нефти, газа, фосфорных и калийных удобрений хватит лишь на 50–80 лет) [24, 61].

«Биологизация» мелиораций, по мнению ведущих ученых [61, 270], позволит найти компромисс между экономикой и экологией; постепенно заменит техногенно-химические операции, биологическими; обеспечит сбалансированное снижение техногенных и увеличение биогенных факторов влияния на почву и растения.

Необходимость снижения техногенных факторов получила широкое распространение в развитых странах через термин «экстенсификация», то есть уменьшение агрохимической нагрузки введено в ранг государственной политики [660].

Основными параметрами биологизации являются: а) устойчивость с/х. производства (колебание урожайности – до 25 %); б) продуктивность гектара – не менее 30–40 ГДж/га; в) норма рентабельности не менее 40 %, при затратах на 1 га – до 25 ГДж; г) положительный баланс гумуса и отсутствие эрозии.

В пределах этих параметров наступает гармония агропроизводства с окружающей средой и устойчивое функционирование в рыночных условиях [61].

Отличительной чертой биологизации агроландшафтов [61] является: а) оживление микробиологической активности почвы; б) создание необходимых запасов гумуса и азота (за счет углеродистого сырья и накопления

высокобелковой микробной массы); в) создание агроценозов с бобовыми азотонакопителями, максимально использующих солнечную энергию; г) обработка семян бактериями – азотофиксаторами симбиотической и ассоциативной форм; д) разработка и использование севооборотов с учетом типа почв и рельефа; е) подбор высокоадаптивных культур и сортов формирующих урожай при естественном уровне плодородия; ж) использование послеуборочных, корневых и пожнивных остатков, сидеральных посевов, промежуточных культур, смешанных посевов, навоза, торфа и компостов.

На фоне указанных принципов, такие факторы как выпаханность, водная и ветровая эрозия устраняются применением необходимого набора и чередования культур, многолетних трав, исключением вспашки и заменой её на поверхностную обработку, выделением однотипных участков под группу культур и длительные выводные поля на эрозионно-опасных участках и т.д. Благодаря чередованию азотопотребителей и азотонакопителей в зерновых и кормовых севооборотах с оставлением соломы в поле, возделывание бобово-капустных сидератов после озимых, делает решаемой положительную динамику гумуса, водопрочной структуры [61].

Важнейшим приемом биомелиорации является улучшение биогенности почв, за счет постоянного обеспечения почвенной микрофлоры и зоофауны сырьём. В качестве углеродосодержащего сырья наиболее доступна солома. Её выход – более чем в 1,2 раза [6] превышает массу собранного зерна.

Вопросы по использованию соломы в качестве биологической основы повышения продуктивности культур и воспроизводства почвенного плодородия достаточно изучены [6, 11, 25, 30, 34, 41, 49, 50, 61, 63, 76, 113, 114, 142, 158, 162, 179, 193, 221, 224, 225, 228, 232, 236, 247, 261, 280, 284, 295, 296, 327, 360, 364, 367, 385, 440, 449, 468, 471, 481, 497, 499, 503, 531, 557, 561, 586, 602, 607, 620, 622, 623, 624, 632, 633, 649, 659, 679, 693, 697, 700, 705, 707, 718, 731, 738, 753, 773, 777].

Анализ литературных источников позволяет оценить организационную, экономическую и эколого-мелиорирующую роль этого агроприема.

Что очень важно, использование соломы в качестве удобрения сокращает производственные затраты на ее уборку и транспортировку с полей [366, 753].

Для засушливых районов перспективно длительное или кратковременное покрытие поверхности почвы измельченным слоем соломы [49, 151, 200, 202, 230, 246, 479, 524, 538, 570, 586, 599, 622, 777].

Для влажных районов этот способ не подходит, так как в годы с обилием осенних осадков ухудшается аэрация в самой соломе и в верхней части пахотного слоя, что отрицательно влияет на деятельность микроорганизмов и на разложение соломы [784, 785]. В этих условиях, и особенно на тяжелых почвах, приемлема поверхностная заделка соломы (мульчирующая обработка) [753].

Покрытие почвы соломой или мульчирующая заделка ее в почву позволяет снизить испарение и сохранить влагозапасы. Во время ливня – предотвратить смыв почвы. Уменьшить колебания температуры почвы и глубину ее промерзания. Улучшить условия жизнедеятельности дождевых червей и увеличить их численность. Усилить жизнедеятельность почвенных микроорганизмов. Подавить всходы широколиственных и однолетних сорняков [246].

Поверхностное распределение солоmistых остатков, за счет улучшения водного режима почвы, способствует повышению урожайности культур. Так, в ОПХ СибНИИСХ «Ново-Уральское» при выращивании яровой пшеницы на черноземе обыкновенном тяжелосуглинистом применение соломенной мульчи в дозах 10, 30, 50 и 100 ц/га обеспечило прибавку урожайности соответственно на 0,7; 1,1; 1,7 и 2,3 ц/га [49].

Применяются и другие способы заделки соломы связанные с её локализацией или равномерным распределением в почве. Например, при гребнекулисной обработке, солома, перемешиваясь с почвой, образует валки-кулисы способствующие достижению влагосберегающего эффекта на склоновых землях [29, 146, 517, 694, 737]. При вертикальном мульчировании почвы локализация соломы в щелях предотвращает их заиливание и увеличивает срок работы щелей на склонах [382, 404, 426, 627, 724].

Запашка соломы в глубокие слои почвы уступает по эффективности поверхностным способам заделки [6, 202, 244, 745]. Так, при безотвальной обработке почвы коэффициент гумификации на 23–25 % выше, чем при вспашке

с оборотом пласта [481]. По данным И.С. Вострова [124] глубокая запашка соломы заметно снижает воспроизводство гумуса в почве. По результатам его опытов на каждую единицу гумуса, образовавшегося при глубокой (0,14–0,20 м) заделке растительных остатков и навоза, образовалось 24 единицы гумуса при поверхностном (0–0,06 м) их перемешивании с почвой.

В настоящее время среди ученых и практиков сложились разное мнение об обработках почвы и их значения в повышении урожайности культур, снижении засоренности, изменении водно-физических свойств и плодородия почвы.

Было отмечено, что при безотвальной или поверхностной обработке происходит дифференциация пахотного слоя по почвенному плодородию [109, 149, 283, 570, 680, 684, 724, 748]. Этот факт вызвал дискуссии.

Часть исследователей были уверены – отвальная обработка почвы полезна для почвенного плодородия [720]. При перемещении верхней части пахотного слоя на место нижней культуры, наиболее интенсивно используют элементы плодородия, накопленные в слое, помещенного обработкой на дно борозды, а нижняя часть пахотного слоя, извлеченная обработкой наверх, течение вегетационного периода восстанавливает плодородие. М.И. Сидоров [608] считает, что при дифференциации корнеобитаемого слоя и увеличения плодородия в верхней его части культурные растения формируют основную массу корневой системы в верхних слоях. Это приводит при дефиците влаги к снижению уровня и устойчивости урожая в целом. По мнению С.С. Сдобникова [597] наиболее целесообразно строение пахотного слоя гетерогенное, с преимуществом факторов плодородия в нижней части.

Данная точка зрения соответствует представлениям В.Р. Вильямса [97] о гумусообразовании из органических остатков в анаэробных условиях.

Сторонники другой точки зрения считают, что в процессе обязательной дифференциации корнеобитаемого слоя наиболее высокое плодородие образуется в верхнем (10 см) слое почвы [259, 433, 469, 608]. По мнению Н.И. Картамьшева [109, 457], дифференциация корнеобитаемого слоя по плодородию, не что иное, как естественный процесс почвообразования, который не следует затормаживать вспашкой,

необходимо стимулировать мелкой обработкой без оборота пласта. Несоблюдение закона формирования плодородия почвы приводит к падению почвенного плодородия и обрекает земледелие на низкую продуктивность. Такого мнения придерживались И.Е. Овсинский [474] и его последователи Е.Ф. Фолкнер, Т.С. Мальцев (приводится по [531]), Н.М. Тулайков, А.И. Бараев (приводится по [610]), Н.К. Шикун [103, 744, 745] и др.

Мировая тенденция к минимализации обработки почвы обусловлена не только стремлением уменьшить затраты на обработку, сколько возможностью управления культурным почвообразовательным процессом и выхода на расширенное воспроизводство почвенного плодородия, которое невозможно при отвальной вспашке [258, 266, 270, 271].

Наглядные результаты (урожайность зерновых – 30 ц/га, себестоимость зерна – 0,8 руб./кг (при традиционной технологии – 2,3–2,6 руб./кг), рентабельность производства – 300 %, положительная динамика в гумусообразовании) длительных (26 лет) мульчирующих обработок почвы на фоне биомелиорации можно наблюдать на полях ТНВ «Пугачевское» Мокшанского района Пензенской области [61, 258, 459, 714].

Исследованиями ученых [61, 114, 173, 225, 228, 233, 261, 295, 296, 385, 449, 499, 605, 707, 776] также доказана эффективность сидеральных удобрений для воспроизводства плодородия почвы. Сидеральные (зеленые) удобрения, положительно влияют на биологическое состояние почвы [173, 370], являясь ресурсосберегающими (не требуют затрат на транспортировку, хранение), могут использоваться для борьбы с микробиологическим почвоутомлением в зерновых севооборотах [106] и для оздоровления почвы [62, 111, 112, 358, 466]. Для воспроизводства плодородия почвы особенно эффективно совместное применение сидератов и соломы [61, 124, 173, 295]. Отмечено, что сидеральные пары облегчают борьбу с сорняками [469]. Бобовые сидераты частично заменяют азот минеральных удобрений биологическим азотом [192, 550].

Рассмотрев различные способы и приемы биомелиорации, необходимо отметить, что использование соломы в качестве удобрения и мелиоранта имеет определенные особенности, которые необходимо учитывать.

После заделки в почву, измельченная солома не сразу влияет на почвенное плодородие. Процесс ее разложения различается во времени [481, 561, 676], в зависимости от условий внешней среды, типа почвы, климата, влажности, температуры, рН, содержания кислорода, питательных веществ, степени измельчения, состава органических веществ [6, 30, 224, 284, 368, 481, 486, 497, 584, 598, 691, 718].

При разложении соломы в почве преобладают два процесса трансформации органического вещества: минерализация и гумификация. Минерализация переводит в доступное состояние закрепленные в органическом веществе элементы питания. При гумификации органического вещества формируются агрономические свойства почвы: структура, водопроницаемость, влагоемкость и т. д. В среднем, из свежего органического вещества 80–90 % минерализуется, и лишь 10–12 % участвуют в синтезе гумусовых веществ [9, 481].

При внесении соломы в почву в течение 1,5–2 месяцев разлагаются простые углеводы, гемицеллюлозы, белковые соединения при участии сапрофитных аммонифицирующих бактерий, грибов, актиномицетов и неспорных бактерий. Затем разлагается целлюлоза и лигнин целлюлозоразрушающей микрофлорой (грибы, актиномицеты, бактерии) продуцирующей фермент целлюлазу [139, 140, 434]. Скорость разложения клетчатки (связана с лигнином, смолами и восками) невелика. При ее разложении формируются низкомолекулярные кислоты, спирты и резорцины, в дальнейшем принимающие активное участие в построении гумусовых соединений [6, 284, 481].

В соломе и продуктах ее распада имеются производные фенола, токсически действующих на растения. Продукты разложения соломы – ванилиновая, кумаровая, дегидростеариновая, салициловая и бензойная кислоты и их соединения ингибируют рост растений. Замедляется рост корней (особенно первичных), нарушается обмен веществ, отмечается хлороз и подавление дыхательного процесса [270, 480, 481].

Насыщение севооборотов однотипными зерновыми культурами (с трудноразлагаемыми остатками) может снизить биологическую активность почвы (размножаются фитопатогенные грибы, изменяется состав микробных комплексов с преобладанием микроорганизмов со слабой ферментной

активностью), вызвать «микробиологическое почвоутомление» и снизить урожай [64, 114, 358, 420, 561]. Поэтому чередование культур и использование сидератов устраняет «почвоутомление» [418, 471, 561, 598].

Внесение азота снижает отрицательное влияние разлагающейся соломы на растения [6, 224, 284, 328]. Высокие его дозы уменьшают депрессирующее влияние вытяжки из соломы [481]. Минеральный азот ускоряет разложение соломы и стимулирует развитие почвенной микрофлоры [6, 284].

Отмечено, что в аэробных условиях фитотоксические соединения, при разложении соломы, быстрее инактивируются и нейтрализуются [433, 481, 675]. В анаэробных условиях токсические вещества сохраняются более длительное время (особенно при низких температурах и недостатке азота) [284].

Однако, при сокращении сроков разложения растительных остатков в аэробных условиях (поверхностная обработка почвы), при внесении азотных удобрений или запашке бобовых остатков, отмечается кратковременное усиление их токсичности [418].

Тормозящий эффект органических остатков и соломы на растения носит временный характер. Максимум токсичности (при общей длительности 1–2 месяца) наблюдается через 3 недели после заделки соломы в почву. Через 6 месяцев возможная токсичность постепенно исчезает [6, 434].

Солома повышает содержания в почве органического вещества [221, 236, 295, 327, 361, 481, 607, 753]. Ее запашка смещает соотношение микробиологических процессов мобилизации и иммобилизации азота в сторону преобладания последнего, в результате чего большая часть внесенного азота закрепляется в почве в органической форме [5, 108, 224, 295, 481, 691]. Внесение соломы в почву влияет не только на ее состав, но что очень важно, на структурообразование и улучшение их водно-физических показателей [73, 158, 159, 224, 295, 481, 554, 598, 607, 623, 705].

По данным Сибирского отделения ВАСХНИЛ [481], на обыкновенном черноземе солома в количестве 2,4 и 6,0 т/га повысила запасы продуктивной влаги в метровом слое – на 9,5 и 53,9 мм.

Солома – один из важнейших факторов регулирования воздушного режима почв. Применение соломы и других растительных остатков снижает плотность почв, увеличивает ее некапиллярную скважность [6, 295, 322, 598, 679].

Солома, улучшая свойства почвы, повышая ее плодородие, положительно влияет на продуктивность культурных растений [6, 225, 481, 598, 679].

Сама по себе солома как удобрение особого значения не имеет. Она содержит мало азота и зольных элементов. Однако, для микробов (сапрофитов) – почвенных санитаров, это ценнейший материал [773].

Сапрофитные микроорганизмы подразделяются на две группы – симбиотические (живут в союзе с растениями) и деструкторы отмершей органики [750]. Симбиотические эндобионты живут в корневой клетке, а эктобионты – на поверхности корней и в ризосферной зоне. Работа сапрофитов – деструкторов сводится к санитарным функциям – минерализации органических остатков и очищению почвы от болезнетворных начал. Для земледелия большое значение имеет общая биомасса сапрофитов – деструкторов, так как это основной источник биологического азота, фосфора, серы и других элементов, которые переходят в минеральные формы и становятся доступными для питания растений [750, 773].

Полезное действие микроорганизмов на растения проявляется в результате фиксации атмосферного азота, оптимизации фосфорного питания, стимуляции ростовых процессов, подавлении фитопатогенов, повышение стрессовой устойчивости растений к неблагоприятным условиям [206, 600].

Способность к фиксации азота воздуха имеют бактерии, принадлежащие к симбиотическим и ассоциативным группам. Симбиоты могут покрывать до 80 % потребности растений в азоте, фиксируя его до 200 кг на гектар. У ассоциативных бактерий азотофиксация меньше – до 50 кг/га [61].

Использование бактериальных биопрепаратов, при инокуляции семян позволяет повышать урожайность культур в таких же размерах, как внесение минерального азота в дозе 30–45 кг/га действующего вещества [206].

Подводя итог необходимо отметить, что почвенно-климатические условия Среднего Поволжья и Центрального Черноземья обеспечивают биоклиматический потенциал территории, позволяющий получать до 3,5 т/га зерна. Рост урожайности сдерживаются недостатком влаги и потерей почвенного плодородия. По этой причине земледелие в сухостепных районах Заволжья малорентабельно, а в полупустынных районах неэффективно. Повысить устойчивость производства продукции в агроландшафтах возможно лишь при использовании системы влагосберегающих почвозащитных мелиораций.

Наиболее дешевый способ активного увлажнения почв в полупустыне – лиманное орошение. Однако развитие оттого вида орошения в современных условиях не возможно без определения допустимого уровня ирригационной нагрузки, разработки водосберегающих режимов затопления, приемов восстановления и сохранения продуктивности инженерных лиманов.

В агроландшафтах аридной зоны, несмотря на актуальность, мелиоративные приемы пассивного увлажнения почвы (приложение Б.24) [321], применяются не достаточно полно. Практически не ведется работа по накоплению и повышению эффективности использования осадков зимнего периода.

Снижение влагообеспеченности почв связано также: с потерей гумуса из-за минерализации и недостаточного поступления органических остатков; с ухудшением физико-химических, минералогических (разрушение и вымывание карбонатов кальция, гипса, гидрооксида железа и других структурообразователей) свойств почвы и с несовершенством технологий производства.

Восстановить и улучшить водный режим и качество почв можно при комплексном использовании био-, фитомелиораций, ассоциативных и симбиотических бактерий и приемов уменьшающих антропогенное влияние на агроландшафт.

2 ОБЪЕКТЫ, УСЛОВИЯ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1 Объекты и гидролого-почвенные условия

Основная часть экспериментальных исследований проводилась в полупустынной, сухостепной, степной и лесостепной зоне.

В полупустынной зоне ресурсо-, водосбережение при возделывании полевых культур изучалось на девяти ярусном лимане «Бурдинский» (общая площадь 2615 га) в СПК «Центральный» Александрово-Гайского района Саратовской области. Площади ярусов существенно различались. Самая большая площадь – 625 га была на 6-го ярусе, наименьшая – 68 га – на 5-м. Водоподача на лиман осуществлялась из р. М. Узень по подводящему каналу через выпускные устройства, которые распределяли воду по ярусам. Из реки поливная вода закачивалась электрическими насосными станциями (ОВП-2000) в объеме 17000–18000 м³/час,

Закладка полевого опыта производилась на 5-м ярусе.

На лимане «Бурдинский» почвы встречаются в виде комплексов (лугово-лиманных, лугово-каштановых, светло-каштановых почв и солонцов), морфология которых тесно связана с рельефом, почвообразующими породами и гидрологическими особенностями территории.

Рассматриваемые почвы сформировались на плакорно-равнинном ландшафте Прикаспийской низменности в северной ее части. Мощность почвообразующих пород (отложения Хвалынского яруса) составляет 10–16 м.

Отличительной особенностью Хвалынских отложений, имеющих морское происхождение и солонцовый тип, является: пониженная водопроницаемость (из-за их уплотненности), слабая водопроницаемость, большое содержание солей.

Перед строительством инженерного лимана Бурдинский уровень грунтовых вод (УГВ) находился на глубине от 5 до 7 м. После начала эксплуатации системы лиманного орошения произошел подъем и стабилизация УГВ осенью в пределах от 2 до 3,5 м (приложения Б.2, Б.3) весной – до 0,5 м.

По нашим определениям инфильтрационная способность почвогрунтов, полученных методом наблюдений восстановления УГВ в скважинах после их откачки, в среднем, составляет 0,13–0,16 м в сутки.

Минерализация грунтовых вод (ГВ) строго дифференцирована по элементам рельефа. Отмечено, что в низинах происходит выщелачивание солей, из-за повышенного инфильтрационного режима, в результате чего минерализация ГВ редко превышает 4 г/л. На высоких не затапливаемых территориях лимана, происходит формирование солонцов, минерализация ГВ в которых достигает 50 г/л.

В основном на Бурдинской системе лиманного орошения (БСЛО) минерализации ГВ находится в пределах от 9 до 20 г/л. Эти показатели сдерживают их водопотребление основной группой возделываемых культур. При отсутствии всасывания корневой системой минерализованных грунтовых вод УГВ находится в пределах капиллярного поднятия до корнеобитаемого слоя, где происходит их физическое испарение и отложение солей.

Почвы лимана по гранулометрическому составу в основном тяжелые или средне суглинистые (таблица 2.1).

Таблица 2.1 – Гранулометрический состав почвогрунтов на лимане [564]

Глубина отбора проб, м	Количество частиц, %						Сумма фракций <0,01
	1–0,25	0,25–0,05	0,05–0,01	0,01–0,005	0,005–0,001	<0,01	
0–0,2	–	25,0	32,9	9,07	15,2	17,6	41,8
0,2–0,4	–	22,4	22,6	8,9	13,2	32,8	54,9
0,9–1,0	–	26,4	31,3	5,4	11,6	25,2	43,3
1,0–1,9	–	19,6	32,1	6,2	14,7	27,4	48,3

Основная особенность этих почв – наличие мелкого песка.

Верхний (0–0,3 м) горизонт пылеватый или песчанно-пылеватый. Он способен относительно быстро и фильтровать оросительную воду.

Иллювиальный горизонт, расположенный на глубине от 0,2 до 0,4 м характеризуется – как пылевато-иловатый. В этом горизонте отмечено

максимальное до 33 %, количество илистых частиц ($<0,001$ мм) и как следствие – максимальное (до 55 %) увеличение физической глины. Отрицательное влияние этого горизонта проявляется при затоплении лимана, когда интенсивность фильтрации сильно снижается.

Отсутствие агрономически ценных почвенных агрегатов (0,25–10 мм) ухудшает условия для протекания микробиологических процессов в почве, что отрицательно отражается на питательном режиме.

Эти почвы имеют низкую обеспеченность азотом (приложение Б.6), средние запасы доступного фосфора (приложение Б.5) и достаточно высокое наличие обменного калия (приложение Б.4). Поэтому азотные и фосфорные удобрения позволяют получать на лиманах высокие урожаи кормовых культур.

Наиболее плодородными являются лугово-каштановые почвы. В этих почвах количество гумуса достигает до 3,9 %. Остальные почвы менее плодородны и менее гумусированы (1,1–2,8 %) (таблица 2.2, приложение Б.7).

Таблица 2.2 – Содержание гумуса и поглощенных оснований в лугово-каштановой почве БСЛЮ [564]

Глубина, м	Гумус, %	Состав ППК, мг-экв. на 100 г почвы			
		Сумма поглощенных оснований	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺
0–0,25	3,92	20,47	14,8	5,34	0,32
0,25–0,50	2,48	20,92	14,2	6,33	0,45

Различие лиманных почв в гумусированности приводит к различиям по оструктуренности, по уплотненности и по водно-физическим характеристикам, что в свою очередь существенно влияет на основные элементы режима затопления каждого яруса (длительность наполнения, стояния и впитывания воды, коэффициент неравномерности увлажнения и т.д.). Учет этих особенностей позволит использовать дополнительные резервы при разработке ресурсосберегающих технологий лиманного орошения.

Почвы на БСЛЮ имеют ёмкость от 17 до 43 мг-экв. на 100 г почвы (таблица 2.3).

Таблица 2.3 – Содержание поглощенных оснований в светло-каштановой почве на лимане «Бурдинский» [564]

Глубина, м	Мг-экв. на 100 г			сумма мг-экв. на 100 г	% от суммы		
	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺		Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺
0–0,20	18,0	7,5	1,25	26,75	67,3	28,0	4,7
0,2–0,4	14,0	10,0	2,30	26,30	53,2	38,0	8,8
0,4–0,6	8,8	13,70	5,37	27,87	31,6	49,2	19,2
0,6–0,8	13,3	10,00	3,55	24,85	45,5	40,2	14,3
0,8–1,0	6,8	12,50	5,30	24,60	27,6	50,8	21,6
1,0–1,2	15,1	9,37	5,20	29,64	50,9	31,6	17,5
1,2–1,4	16,5	8,80	5,25	30,55	54,0	28,8	17,2
1,4–1,6	25,0	12,50	5,95	43,45	57,5	28,8	13,7

Среди поглощенных оснований основное количество приходится на кальций. Его содержание в 0–0,4 м слое достигает 53–67 %. Это, в свою очередь, ведёт к подщелачиванию (Mg также способствует) почвенного раствора (рН = 7,2–8,7).

Натрий частично вымывается с оросительной водой из поверхностных (0–0,4 м) горизонтов почвы вниз, сокращая при этом своё содержание в них до 4–9 %. При этом, зоне капиллярной каймы от УГВ (0,4–1,0) его количество возрастает до 19–22 %.

Кроме солей натрия в почвогрунтах присутствуют и другие соли. Основной тип засоления сульфатно-хлоридный и хлоридно-сульфатный. По глубине залегания солей эти почвы можно отнести к солончаковым (приложение Б.8).

Гранулометрический состав и структурность почвогрунтов напрямую влияют на водно-физические свойства почв инженерного лимана (приложение Б.9).

Закономерным является увеличение плотности сложения почвы, которая по мере продвижения от поверхностных к нижележащим постепенно возрастает.

Тяжелый гранулометрический состав почв обуславливает высокие показатели максимальной гигроскопичности (МГ): у каштановых солонцов 44–46 % НВ, у светло-каштановых – 40–44 % НВ, у лугово-лиманских осолоделых – 30–35 % НВ.

Влажность завядания растений для метрового слоя почвы у солонцов составляет 61 % НВ, у светло-каштановых почв – 58 % НВ, у лугово-лиманских почв 39 % НВ.

Для светло-каштановых почв и солонцов показатели наименьшей влагоемкости (НВ) верхнего полуметрового слоя соответствует 28 % от

абсолютно сухой почвы. У лугово-лиманских почв НВ достигает 32 %. Во втором полуметре, из-за повышения плотности профиля рассматриваемых почв, этот показатель снижается до 23–27 %. Запас общей влаги в метровом слое составляет: у солонцов 3497 м³/га, у светло-каштановых – 3510 м³/га, у лугово-лиманских – 3908 м³/га.

Для данных почв характерна низкая водопроницаемость (приложение Б.10, Б.11). Начальное впитывание в течение первого часа – 0,5 мм/мин. За первые сутки впитывается до 78 мм оросительной воды. С глубины полуметровой глубины фильтрация воды снижается до 13,7 мм в сутки.

При затоплении лимана фильтрационные свойства почвы определяет второй полуметровый слой почвогрунтов, который затормаживает просачивание воды.

Расчеты показывают, что для насыщения двухметровой толщи до НВ, при предполивной влажности 60–65 %, необходимо подать 2650 м³ воды на 1 га. С учетом испарения за 11 суток впитывается 2900 м³/га оросительной воды.

Полевые опыты по разработке влагосберегающей технологии возделывания яровой пшеницы в сухостепной зоне проходили в ЗАО «Дружба» Новоузенского района на светло-каштановой тяжелосуглинистой солонцеватой почве, с содержанием гумуса: в горизонте *A* – до 2,6 %, в горизонте *B* – до 1,0 % (таблица 2.4).

Таблица 2.4 – Обеспеченность светло-каштановой почвы ЗАО «Дружба» гумусом и питательными элементами

Глубина, м	Гумус, %	Содержание в мг на 1 кг почвы		
		NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O
0–0,10	2,64	29,1	42,2	634
0,10–0,20	1,79	17,2	30,1	486
0,20–0,30	0,93	11,1	26,4	389

Слабая гумусированность почв снижает их структурность.

Отличительная особенность этих почв – низкая обеспеченность азотом и фосфором. Локальное внесение в почву этих элементов питания положительно влияет на продуктивность возделываемых культур.

Состав микроэлементов в светло-каштановых почвах во многом зависит от почвообразовательного процесса, характерного для данной зоны. Полученные данные (приложение Б.12) подтверждают научное обоснование [535] в них низкой концентрации цинка, меди, молибдена, кобальта и повышенной концентрации бора.

Исследования дополнительных приемов влагосбережения в степной зоне проводились на территории Агроцентра ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ имени Н.И. Вавилова» на черноземе южном неполно развитом среднемощном малогумусированном тяжелосуглинистом среднешебенчатом.

Южные черноземы занимают по основным свойствам промежуточное положение между черноземами обыкновенными и темно-каштановыми почвами (таблица 2.5).

Таблица 2.5 – Морфологические признаки и основные свойства чернозема южного [540].

Морфологические признаки		Физико-химические свойства			
Показатели	Значение	Показатели		Значение	
Мощность горизонта, м	A	0,24	Гумус, %		4,7
	B_1	0,28	$P_2O_5^*$, мг на 100 г		2,3
			K_2O^{**} , мг на 100 г		19,0
	B_2	0,32	Сумма оснований, мг-экв на 100 г		34
	B_k	0,43	Поглощенные основания, %	Ca^{2+}	74,1
Mg^{2+}				24,0	
Na^+				1,9	
Физ. глина (<0,01 мм)	45,9	ЕКО, мг-экв на 100 г		30–35	
		рН		7,0	

*по Чирикову, **по Масловой

Мощность гумусового горизонта ($A+B_1$) – 0,52 м. Физической глины (частиц менее 0,01 мм) содержится 45,9 %, с преобладание крупной пыли (24,8 %) и ила (20,5 %), что позволяет отнести их к тяжелосуглинистым почвам. Это свидетельствует о хорошей водоудерживающей способности, но низкой водопроницаемости. Содержание гумуса в горизонте A – 4,7 %. Обеспеченность подвижным фосфором (2,3 мг на 100 г почвы) – средняя, обменным калием (19 мг на 100 г почвы) – повышенная.

Сумма поглощенных оснований в гумусовом горизонте составляет 34 мг.-экв на 100 г почвы. Емкость катионного обмена (ЕКО) – 30–35 мг.-экв на 100 г

почвы. В составе обменных оснований (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+) преобладает катион кальция. На его долю приходится 74 %, а на долю магния – 24 %. Такой состав характеризует отсутствие солонцеватости почв. Почвы не засолены ($\text{pH} = 7,0$).

Экспериментальная работа по разработке ресурсосберегающей технологии возделывания полевых культур в лесостепной зоне выполнялась в ООО «Агрохимальянс» в Кирсановском районе Тамбовской области.

Геологическая основа – древнейшие породы мелового и третичного периода. Почвообразующие породы – ледниковые пылевато-глинистые отложения.

Почвы ООО «Агрохимальянс» представлены черноземом выщелоченным, реже типичным. Эти почвы сформировались на пологих ассиметричных поднятиях Донской равнины на высоте 220–262 м над уровнем моря.

Благодаря тяжелому гранулометрическому составу они менее выщелочены и имеют относительно меньшую мощность, чем более легкие почвы.

Мощность почвенного профиля 1,30 м; горизонт А1 достигает 0–0,35 м, А2 – 0,35–0,69 м, В1 – 0,69–0,89 м, В2 – 0,89–1,15 м и С – с 1,15 м; вскипает с 1,06 м, мицелевидное выделение карбонатов с 1,12 м (приложение Б.13).

По классификации Н.А. Качинского [126], чернозем выщелоченный относится к легкоглинистым пылевато-иловатым почвам (таблица 2.6).

Таблица 2.6 – Гранулометрический состав чернозема выщелоченного [401]

В % от массы сухой почвы

Глубина, м	Диаметр частиц, мм						Потеря от обработки
	1–0,25	0,25– 0,05	0,05– 0,01	0,01– 0,005	0,005– 0,001	менее 0,001	
0–0,10	5,88	13,88	20,64	10,96	15,06	29,84	3,74
0,15–0,24	6,07	11,45	21,92	12,00	13,84	30,04	4,68
0,32–0,39	6,26	8,86	21,88	10,08	14,20	34,72	3,60
0,51–0,59	5,54	11,58	21,00	10,32	10,96	38,72	1,88
0,78–0,84	7,69	9,45	18,86	8,72	12,10	40,48	2,70
1,00–1,15	10,01	11,23	21,96	12,08	8,72	30,50	5,50
1,45–1,55	5,00	10,04	23,44	10,48	11,52	32,07	7,45

Содержание ила в этой почве увеличивается в горизонте *B*, что связано с явлениями оподзоливания.

Водно-физические свойства чернозема выщелоченного зависят от гранулометрического состава и структурности почвогрунтов (приложение Б.14).

Плотность почвы возрастает постепенно с поверхности к нижним горизонтам.

Влажность завядания растений для верхнего полуметрового слоя почвы достигает 12 % от массы абсолютно сухой почвы (36 % от НВ). Во втором полуметре она составляет 13,0 % от массы сухой почвы, или 43,8 % от НВ. В 0–0,5 м слое влажность НВ достигает 33 % от массы абсолютно сухой почвы. Во втором полуметре НВ уменьшается до 30 %. Максимальный запас общей влаги в 0–1,0 м слое составляет 400 мм, из которого доступно для растений – 240 мм.

Состав водорастворимых веществ, содержание гумуса, CO₂ – карбонатов, SO₄ – гипса и показатели максимальной гигроскопичности приведены в таблицах 2.7; 2.8.

Таблица 2.7 – Состав водорастворимых веществ в черноземе выщелоченном [401]

В % от сухой почвы

Глубина, м	pH	Плотн. остаток.	CO ₃	HCO ₃	SiO ₂	R ₂ O ₃	Ca	Mg	Na	Cl	SO ₄
0–0,10	6,7	0,063	нет	0,016	0,007	0,008	0,006	следы	нет	0,002	нет
0,15–0,24	6,7	0,061	нет	0,016	0,009	0,015	0,010	0,002	нет	0,002	нет
0,32–0,39	6,7	0,064	нет	0,017	0,006	0,008	0,010	следы	нет	0,004	нет
0,51–0,59	7,0	0,066	нет	0,020	0,005	0,015	0,006	следы	нет	0,004	нет
0,78–0,84	7,1	0,048	нет	0,027	0,009	0,015	0,007	следы	нет	0,003	след.
1,00–1,15	7,1	0,052	нет	0,025	0,002	0,008	0,006	следы	нет	0,004	след.
1,45–1,55	7,4	0,084	нет	0,056	0,005	0,009	0,013	следы	нет	0,010	след.

Как видно из таблиц чернозем промыт на всю глубину разрезов.

Относительно повышенное содержание полуторных окислов в горизонте *B* объясняется повышенной подвижностью их в кислой среде; до глубины 0,5–0,6 м реакция слабокислая, ниже – нейтральная и слабощелочная; общая щелочность

невысокая, но она резко поднимается в горизонтах, содержащих карбонат кальция. СаСО₃ содержится ниже, 1,0 м, а гипс на глубине до 1,5 м измеряется сотыми долями.

Таблица 2.8 – Содержание гумуса, СО₂-карбонатов, SO₄-гипса и максимальная гигроскопичность чернозема выщелоченного [401]

В % от сухой почвы

Глубина, м	Гумус, %	СО ₂ – карбонатов	SO ₄ – гипса	Максимальная гигроскопичность
0–0,10	9,76	нет	нет	10,92
0,15–0,24	9,02	нет	нет	12,08
0,32–0,39	8,44	нет	нет	12,56
0,51–0,59	5,94	нет	нет	9,46
0,78–0,84	1,60	0,04	0,04	10,10
1,00–1,15	0,49	0,64	0,04	10,48
1,45–1,55	-	2,04	0,03	11,24

В почвах хозяйства [401] средний уровень содержания гумуса для черноземов типичных составляет 7,1–8,0 %, выщелоченных – 6,1–7,0 % (приложение Б.15). Выщелоченные черноземы сильно обеднены как углекислым кальцием (и магнием), так и гипсом. Это положение и является причиной ослабленной устойчивости коллоидного комплекса. Емкость поглощения значительная. В зависимости от содержания гумуса и гранулометрического состава в горизонте А₁ она колеблется от 40 до 69 мг.-экв. на 100 г почвы.

В составе поглощенных оснований преобладает кальций, но одновременно с кальцием и магнием имеется водород, содержание которого в горизонтах А и В колеблется от 3 до 7 % емкости поглощения. Содержание обменного магния равномерно распределяется по профилю почв, но в силу уменьшения с глубиной кальция относительная величина магния в этом направлении возрастает. Одновременное присутствие в составе обменных оснований иона водорода является причиной расшатанности коллоидного комплекса и непрочной структуры этих почв.

Большое влияние на развитие почвенных микроорганизмов и растений, скорость и направленность биохимических, химических процессов оказывает реакция почвы. Анализ реакции почвенной среды [401] на многих (1787 га, или 86,5

% пашни) полях хозяйства свидетельствует о необходимости внесения известковых минералов. Средневзвешенное значение рН по хозяйству составляет 5,4.

Для черноземов выщелоченных характерна высокая обеспеченность доступными формами питательных элементов (таблица 2.9).

Таблица 2.9 – Содержание в выщелоченном черноземе азота, фосфора и калия [401]

В мг на 100 почвы

Глубина, м	Азот		Фосфор		Калий	
	общий	гидролиз.	общий	гидролиз.	общий	гидролиз.
0–0,10	480	4,5	175	4,0	463	8,0
0,15–0,22	412	6,0	193	4,6	527	12,0
0,31–0,37	396	4,0	177	3,0	556	6,0
0,52–0,58	246	4,0	183	1,5	437	6,0
0,79–0,85	208	3,5	111	следы	437	4,8
1,00–1,10	130	-	109	следы	515	-

Результаты агрохимического обследования 2003 года [401] показали, что в среднем по хозяйству содержание подвижного фосфора составляет 102,0, обменного калия – 117,4 мг/кг почвы

При проведении исследований значения снежной мелиорации в повышении урожайности озимой пшеницы в сухостепной, степной и южной лесостепной зоне нами использовались агрохимические и водно-физические характеристики основных типов и подтипов почв на территории семи микрорайонов Саратовской области (приложение Б.16).

2.2 Метеорологические условия в годы исследований

Исследования влагосберегающих почвозащитных технологических элементов мелиоративного земледелия в аридных, субаридных зонах Поволжья и ЦЧ сопровождались различными погодными условиями (приложение Б.22).

Анализировались метеорологические показатели лишь тех месяцев, которые выпадали на период вегетации исследуемых культур.

Погодные условия, сопровождаемые исследования на БСЛЮ в полупустыне в периоды 1999–2001 и 2009–2010 гг. имели свои характерные особенности.

2010 год характеризовался как острозасушливый, 1999 г. – засушливый, 2001 гг. – как среднеувлажненный. Они были более благоприятны для многолетних трав, и менее – для кукурузы. Общее количество атмосферных осадков с апреля по август составило: в 2010 году 62 мм, в 1999 – 98 мм, в 2001 году – 110 мм, что на 52, 16 и 4 мм ниже нормы. В период интенсивного водопотребления кукурузы в июле и августе их выпало в суммарно 18 (2010 г), 43 (в 1999 г.) и 33 мм (2001 г).

Указанное количество влаги не обеспечивало устойчивый рост и развитие этой культуры. Кроме того жесткие климатические условия этих месяцев усугублялись повышенной (на 2° С) температурой воздуха. 2000 и 2009 года по сумме осадков за весенне-летний период можно отнести к влажным. Ранняя весна отличилась более высокими (на 6–7° С) температурами воздуха в апреле. Небольшое понижение температуры (на 6–8° С) в 1 и 2 декаде мая в 2000 году (холоднее на 5–8° С) не оказало влияние на сроки сева и развитие культур в дальнейший период. Летом (июнь, июль) прошли благоприятные для растений дожди (более 100 мм осадков).

По сравнению с 2000 годом в 2010 году в эти летние месяцы количество выпавших осадков уменьшилось в 1,9 раза. Однако небольшое (до 20 %) повышение относительной влажности воздуха смягчило отрицательное влияние засухи.

Исследования влагосберегающих агроприемов, проводимые в сухостепной зоне на границе с полупустыней, незначительно отличались от погодных условий полупустыни. Сумма среднемноголетних осадков за период с апреля по август в сухой степи была лишь на 22 мм (на 19 %) выше, чем в полупустыне. Однако водный режим почвы для растений на богаре в сухой степи был значительно хуже, чем при лиманном орошении. В этих условиях основное влияние на урожайность зерновых культур оказывали осадки осенне-зимнего периода, позволяющие создать необходимые почвенные влагозапасы.

В 2002 году сложились весьма неблагоприятные условия для зерновых злаков. Общее количество выпавших осадков в течение апреля, мая и июня месяцев составило 48 мм, что на 30 мм было меньше среднемноголетних показателей. Этого

количества влаги было недостаточно для нормального роста и развития яровой пшеницы. Более влажный июль месяц, когда выпало 41 мм осадков, сохранил посевы от гибели и способствовал формированию небольшого урожая зерна.

Наиболее благоприятные условия для зерновых сформировались в 2003 году. Общее количество осадков за период с апреля по август месяц достигло 190 мм, что на 54 мм было выше среднеголетних показателей. А в самые жаркие месяцы – июнь, июль их объём (123 мм) превысил среднеголетние показатели в 3,7 раза.

Перед посевом 2004 года почвогрунты были насыщены значительными влагозапасами от осадков, которые в феврале, марте и апреле на 55 мм (на 96%) превысили сумму среднеголетних показателей этих месяцев.

Наличие достаточного количества почвенных запасов влаги позволило зерновым культурам выдержать засушливые месяцы май (22 мм) и особенно июнь месяц, в течение которого выпало всего 5 мм осадков (16 % от среднеголетней величины). Благодаря влажному июлю месяцу, в течение которого выпало 18 % осадков от среднеголетней нормы (22 мм), растения сформировали урожай. Август месяц был крайне засушливым. Выпало всего 4 мм осадков.

Погодные условия 2005 года характеризовались как более засушливые и менее благоприятные для растений, чем условия предыдущего года. В 2005 году почвогрунты впитали влаги от выпадающих осадков холодного периода (январь-апрель) на 59 мм меньше, чем в 2004 году. Поэтому влагозапасы аккумулировались в близких к поверхности горизонтах и весьма быстро расходовались на непродуктивное испарение. Выпавшие в июне осадки (84 мм), на 53 мм превышающие среднеголетние показатели, не могли попасть в глубокие горизонты почвы. Они оказали положительное влияние на рост и развитие зерновых культур, однако в условиях засушливого климата их количества было явно недостаточно для формирования полноценного урожая. В период налива зерна – в июле выпало всего лишь 11 мм осадков, что на 21 мм меньше среднеголетних показателей. Отсутствие полноценных осадков в этот критический период развития зерновых культур оказало самое неблагоприятное влияние на формирование урожайности зерновых.

Ухудшению условий налива зерна в июле способствовали так же высокая среднесуточная температура – 23°С и низкая относительная влажность воздуха – 59 %.

2006 год по сумме осенне-зимних и вегетационных осадков (309 мм) был более близок к 2004 году (348 мм), чем к засушливому 2005 году (257 мм). В течение мая – августа в 2006 году выпало 102 мм осадков, что на 15 мм больше, чем в 2004 и на 30 мм меньше, чем в 2005 году.

Эффективность вегетационных осадков определилась их наибольшим количеством по срокам выпадения. В 2004 году максимальное количество осадков (56 мм) выпало в июле (в период налива зерна), в 2005 году (84 мм) – в июне (в период закладки продуктивных органов пшеницы), в 2006 году (56 мм) – в период закладки продуктивных органов.

Основное влияние на урожайность яровой пшеницы оказали влагозапасы в 0–1,0 м слое почвогрунтов. Несомненно, что осенне-зимние осадки, сроки и агротехника возделывания зерновых колосовых культур влияли на их сбережение.

За пятилетний период вегетации яровой пшеницы в сухостепной зоне температурный режим воздуха был близок к средним многолетним показателям. Относительная влажность воздуха в апреле была на 2–5 % ниже, а в остальные месяцы вегетации на 3–14 % выше средних многолетних показателей.

Метеорологические условия степной зоной зоны отличались от сухостепных повышенной обеспеченностью (на 76 мм, или на 56 %) среднемноголетними осадками в период с апреля по август, уменьшением среднемесячной температуры воздуха на 2–3°С и более высокой (на 2–9%) влажностью воздуха в летний период.

По условиям вегетации 2003 и 2008 года можно отнести к увлажненным, так как с апреля по август выпало – 256 и 273 мм осадков, что на 44 и 61 мм (на 21 и 29 % выше среднемноголетних показателей). Максимальное количество осадков выпало в июне, июле. Сумма осадков за эти месяцы составила в 2003 году 169 мм, в 2008 году – 185 мм, что в 1,8 и 1,9 раза выше среднемноголетних значений. Это обстоятельство благоприятно отразилось на формировании урожая кукурузы и яровой пшеницы.

2007 год был средnezасушливым. Уменьшенное количество осадков отмечалось в мае (<на 7 мм, на 16 %) и в августе (<на 14 мм, на 32 %). Температура и относительная влажность воздуха были в пределах нормы.

Самые неблагоприятные погодные условия для возделываемых культур сложились в засушливом 2009 и остроzасушливом 2010 году. С апреля по август в эти годы выпало на 56 и 128 мм (на 26 и 60 %) осадков меньше среднемноголетних показателей. Если в 2009 году температура воздуха в июне и июле превышала среднемноголетнюю температуру на 3°С, то в 2010 году она была выше уже на 5–7°С. Если в 2009 году относительная влажность воздуха была ниже среднемноголетних показателей в июне и июле на 2–7 %, то в 2010 году в эти месяцы и в августе она понизилась на 14–20 %.

В условиях жесточайшей засухи в 2010 году на опытном участке одна повторность посевов яровой пшеницы не сформировала урожая зерна. В остальных 3-х повторностях урожайность зерна не превышала 100–130 г/м².

Благоприятные условия увлажнения агроландшафтов отмечались в лесостепной зоне. В отличие от степной зоны в лесостепи суммарное количество осадков, за период с апреля по август, было больше на 36 мм (на 17 %), среднемесячная температура воздуха ниже на 1°С, относительная влажность выше на 3–8 %.

Период (2003–2005 гг.) подготовки опытного участка к проведению научных исследований (введение и освоение звеньев севооборота с чистым и сидеральным паром) по увлажнению и температурному режиму был приемлемым для жизнедеятельности почвенной микрофлоры, фауны, для процессов разложения растительных остатков в почве и гумусообразования. При проведении научных исследований (2006–2008 гг.) погодные условия складывались следующим образом.

2007 год по сравнению со среднемноголетними показателями характеризовался как менее увлажненный, 2006 и 2008 – как более увлажненные. Однако, по распределению осадков в вегетационный период, рассматриваемые годы имели отличия, которые складывалось более или менее благоприятно для возделываемых культур.

Первый 2006 год опыта был средневлажным и благоприятным для зерновых культур. Общее количество выпавших атмосферных осадков за период с апреля по

сентябрь составило 321 мм, что на 32 мм выше нормы. В апреле, мае, июне и августе выпало больше среднемноголетних осадков, соответственно на 40, 6 и 9 мм, а в июле и в сентябре меньше – на 4 и 27 мм. Среднемесячная температура воздуха и относительная влажность воздуха были близки к среднемноголетним показателям.

2007 год по общему количеству осадков (265 мм) в течение вегетации был более засушлив по сравнению со среднемноголетними показателями (289 мм). Превышение количества осадков отмечалось в мае (+14 мм), июле (+3 мм) и в сентябре (+37 мм). То есть максимум атмосферной влаги пришелся в периоды наименьшей потребности в них растений. Недостаточное выпадение осадков было в апреле (–4 мм), июне (–29 мм) и в августе (–45 мм). Именно в эти летние месяцы большинство культурных растений испытывали повышенную потребность в оптимизации водного режима. В летние месяцы было так же зафиксировано повышение среднесуточных температур воздуха и снижение относительной влажности воздуха.

В 2008 году, начиная с апреля и до конца сентября, выпало 305 мм осадков, что на 16 мм выше среднемноголетних показателей. В июне количество осадков соответствовало среднемноголетним показателям. А в апреле, мае и июле количество выпавшей влаги превысило норму соответственно на 9, 20 и 40 мм. В сентябре количество осадков (17 мм) было меньше нормы на 24 мм. Таким образом, в 2008 году условия для роста и развития сельскохозяйственных культур, были наиболее комфортными и способствующими формированию максимальной урожайности.

2.3 Схемы и методика проведения исследований

Научно-производственной целью исследований было создание системы влагосберегающих, почвозащитных агротехнологий мелиоративного земледелия аридных, субаридных зон Поволжья и Центрального Черноземья.

В задачу исследований входило разработать и теоретически обосновать концепцию зонального их применения.

Структура экспериментальных работ представлена в приложении Б.23.

Научно-производственные исследования в полупустынной зоне.

Научно-производственной задачей исследований было разработать для инженерных лиманов полупустыни водосберегающую технологию орошения кукурузы и многолетних трав, гарантирующую производство качественных кормов при благоприятном эколого-мелиоративном состоянии почвы.

Полевой опыт проводился в течение 1999–2001, 2009–2010 гг. на Бурдинской системе лиманного орошения на участках с выровненным рельефом и однородным почвенным покровом. Схема полевого опыта представлена в таблице 2.10.

Таблица 2.10 – Схема полевого опыта в полупустынной зоне [672]

Культура	Фактор А Срок затопления	Фактор Б	
		Оросительная норма, м ³ /га	Глубина увлажнения, м
Кукуруза	Осенний	2000	1,4
		2500	1,8
		3000	2,2
		3500	2,6
		4000	3,0
	Весенний	2000	1,4
		2500	1,8
		3000	2,2
		3500	2,6
		4000	3,0
Многолетние травы	Осенний	2000	1,4
		2500	1,8
		3000	2,2
		3500	2,6
		4000	3,0
	Весенний	2000	1,4
		2500	1,8
		3000	2,2
		3500	2,6
		4000	3,0

Закладку опыта осуществляли методом расщепленных делянок.

Площадь делянки первого порядка (фактор А) составила 3750 м², второго порядка (фактор Б) – 750 м² (15×50 м). Повторность четырехкратная.

По фактору *A* оценивались сроки затопления. По фактору *B* сравнивались оросительные нормы.

Расчет нормы затопления лимана проводился по формуле [306]:

$$m = 100 \times H \times b(R - r) \times K, \quad (2.1)$$

где: *H* – глубина влагонасыщения почвы, м; *b* – плотность сложения, т/м³; *R* – НВ, % от сухой массы; *r* – влажность почвы перед началом затопления, % от сухой массы; *K* – коэффициент учитывающий неравномерность затопления (=1,3).

Научно-производственные исследования в сухостепной зоне.

В богарных условиях сухой степи, основной задачей исследований было:

- изучение способа влагосбережения зимних осадков в посевах яровой пшеницы с помощью разуплотнения подпахотного слоя почвы щелерезом «Кивонь»;

- сравнение биопрепарата Бисолби-Сана с N30;

- анализ экономической и биоэнергетической эффективности агротехнологии.

Опыт закладывался в 2002–2006 гг. в посевах яровой пшеницы на участке с выровненным рельефом и однородным почвенном покровом в четырехкратной повторности методом расщепленных делянок по схеме, представленной в таблице 2.11.

Таблица 2.11 – Схема полевого опыта в сухостепной зоне

Культура	Обработка почвы (Фактор <i>A</i>)	Удобрение (Фактор <i>B</i>)
Яровая пшеница	Вспашка	Контроль
		N30
		Бисолби-Сан
	Глубокое безотвальное рыхление	Контроль
		N30
		Бисолби-Сан

Площадь делянок первого порядка (фактор *A*) – 315 м², второго порядка (фактор *B*) – 105 м² (7×15 м).

По фактору *A* определялся способ обработки почвы наиболее эффективно сохраняющий осадки осенне-зимнего периода.

По фактору *B* проводились сравнение эффективности азотных удобрений (N30) и биопрепарата Бисолби-Сан состоящего из штаммов бактерий продуцентов – фиксирующих атмосферный азот (более 30 кг.д.в./га [206]), стимулирующих рост растений и подавляющих патогенную микрофлору на зерновых злаках.

Бисолби-Сан применялся путем инокуляции семян в норме 1 л/т (200 мл на гектарную норму высева семян) и с расходом рабочего раствора – 10 л/т семян.

Научно-производственные исследования в лесостепной зоне.

Основной задачей исследований в лесостепной зоне, при разработке комплекса био-, фитомелиоративных влагосберегающих почвозащитных агроприемов и технических средств, улучшающих эколого-мелиоративное состояние субаридных почв и снижающих антропогенную нагрузку, было:

- оценить влияние звеньев севооборота с чистым и сидеральным паром (клевер красный) на поступление органического вещества в почву и баланс гумуса;
- определить изменение агрофизических свойств чернозема под воздействием многолетних бобовых трав и способов заделки в почву соломы и сидератов;
- изучить влияние приемов биологизации земледелия на водный режим почвы и мелиоративное состояние чернозема выщелоченного;
- выявить динамику почвенной биоты в зависимости от количества и способов заделки в почву растительных остатков в звеньях севооборота с чистым и сидеральным паром;
- оценить влияние звеньев севооборота с чистым и сидеральным паром, поверхностной (мульчирующей) и глубокой отвальной обработки почвы, соломенного и бессоломенного фона, биопрепарата Бисолби-Сана и азотных удобрений на изменение продуктивности яровой пшеницы;
- определение экономической и биоэнергетической эффективности приемов биологизации земледелия.

Схема трехфакторного полевого опыта (таблица 2.12) включала в себя исследование влияния двух освоенных звеньев севооборота (Фактор А) на почвенное плодородие и урожайность зерновых культур.

Таблица 2.12 – Схема полевого опыта в лесостепной зоне

Звено севооборота (Фактор А)	Обработка почвы (Фактор В)	Удобрение (Фактор С)
С чистым паром (пар – озимая пшеница – яровая пшеница)	Вспашка	Контроль (б/у) Солома Солома + N30+30 Солома + N30+ Бисолби-Сан
	Мульчирующая обработка	Контроль (б/у) Солома Солома + N30+30 Солома + N30+ Бисолби-Сан
С сидеральным паром (сидеральный пар – озимая пшеница – яровая пшеница с подсевом клевера)	Вспашка	Контроль (б/у) Солома Солома + N30+30 Солома + N30+ Бисолби-Сан
	Мульчирующая обработка	Контроль (б/у) Солома Солома + N30+30 Солома + N30+ Бисолби-Сан

В опыте изучались звенья с чистым паром (чистый пар – озимая пшеница – яровая пшеница) и сидеральным паром (сидеральный (клевер красный) пар – озимая пшеница – яровая пшеница с подсевом клевера).

На фоне двух звеньев севооборота испытывались отвальная вспашка и мульчирующая (поверхностная) обработка почвы (Фактор В). На каждом фоне обработки почвы определялась реакция яровой пшеницы на заделку в почву соломы и сидератов от предшествующих культур, отдельно или совместно с минеральными и бактериальными удобрениями (Фактор С).

Испытывалось четыре варианта: 1. Контроль (без удобрений); 2. Солома (фон); 3. Фон + N30+30; 4. Фон + N30+ Бисолби-Сан.

Эффективность азотных удобрений в сочетании с соломой сравнивалась с эффективностью биопрепарата Бисолби-Сан.

Биопрепарат применяли два раза: – при проведении инокуляции семян яровой пшеницы нормой 1 л/т (200 мл на гектарную норму высева семян) с расходом рабочего раствора – 10 л/т семян и – во время внекорневой обработки посевов нормой 1,5 л/га с расходом рабочей жидкости 300 л/га.

Данный эксперимент осуществлялся в течение 2003–2008 гг. Период 2003–2005 гг. был подготовительным – осваивались звенья севооборота. Затем на освоенных звеньях в течение 2006–2008 гг. велась научно-исследовательская работа.

Полевой опыт проводился в четырехкратной повторности по методу расщепленной делянки. Площадь делянок первого порядка (звенья севооборота) составила 960 м², второго порядка (обработка почвы) – 480 м², третьего порядка (удобрение) – 120 м² (10×12 м). Расположение делянок – систематическое.

Массовые (географические) исследования эффективности приемов влагосбережения летних осадков и биопрепарата Бисолби-Сан в посевах яровой пшеницы и кукурузы. В качестве приемов влагосбережения использовали: вертикальное мульчирование (ВМ) щелей соломой на глубину 0,15–0,16 м, соломенное покрытие (СП) почвы слоем 2–3 см и водопоглощающий полимер (ВВП), который вносился на дно щелей в количестве 70 г на 1 погонный метр.

В задачу исследований входило:

- рассмотрение перспектив применения дополнительных приемов влагосбережения (ВМ, СП, ВМ+СП, ВПП) и Бисолби-Сана в различных почвенно-климатических зонах и разработка технических средств для их осуществления;

- изучение причин изменения их эффективности по мере продвижения посевов яровой пшеницы и кукурузы из аридной в субаридную зону.

Повторность в опыте – четырехкратная. Площадь делянки – 15–21 м². Расположение делянок – рендоминизированное.

При проведении исследований с яровой пшеницей в сухостепной и лесостепной зоне делянки с однофакторными опытами (ВМ, СП, ВМ+СП) встраивались в схему многофакторного опыта путем расщепления делянки с N30 и N60.

В схему опытов с кукурузой были внесены изменения. Способ влагосбережения с помощью соломенного покрытия (СП) в сухой степи, в дальнейшем в черноземно-степной и лесостепной зоне был заменен на способ сохранения влаги в прикорневой зоне с помощью водопоглощающего полимера (ВПП).

Схема однофакторных полевых опытов представлена в таблице 2.13.

Таблица 2.13 – Схема географических полевых опытов эффективности Бисолби-Сана и дополнительных приемов влагосбережения в посевах яровой пшеницы и кукурузы

Почвенно-климатическая зона	№ п/п	Варианты опыта	
		Яровая пшеница	Кукуруза
Сухая степь	1	Контроль	Контроль
	2	N30	N30
	3	Бисолби-Сан	Бисолби-Сан
	4	BM + N30	BM+ N30
	5	СП + N30	BM+ СП+ N30
	6	BM + СП + N30	-
Черноземная степь	1	Контроль	Контроль
	2	N10+30	N10+30
	3	N10 + Бисолби-Сан	N10 + Бисолби-Сан
	4	BM + N40	BM + N40
	5	СП + N40	BM+ ВПП+ N40
	6	BM+СП+ N40	-
Лесостепь	1	Контроль	Контроль
	2	N30+30	N30+30
	3	N30 + Бисолби-Сан	N30 + Бисолби-Сан
	4	BM + N60	BM + N60
	5	СП + N60	BM + ВПП+ N60
	6	BM+СП+ N60	-

В связи с изменением почвенно-климатических условий эксперимента, а так же из-за повышения в почве количества корневых, стерневых и солоmistых остатков, норма азотных удобрений (в расчете на иммобилизацию азота почвы почвенной микрофлорой) увеличивалась в степной зоне до N10+30, в лесостепи – до N30+30. Таким образом, сохранялись первоначальные условия, при которых биопрепарат Бисолби-Сан сравнивался по эффективности с азотными удобрениями в норме N30.

Массовые биотестовые исследования эффективности снегозадержания.

В задачу исследования эффективности снегозадержания входило определение взаимосвязи мощности снежного покрова с зональной продуктивностью озимой пшеницы и установление оптимальных параметров снегоотложения.

Достижение этой задачи путем традиционной закладки опытов в сухостепных, черноземно-степных и лесостепных районах не представлялось возможным по двум причинам: во-первых – из-за их массовости и географической

разбросанности; во-вторых – из-за отсутствия технических средств позволяющих влиять (в необходимых пределах) на изменение мощности снегового покрова. Использование стерни, стерневых или высеваемых кулис не гарантировало равномерность наращивания снежного слоя на опытных участках.

Наиболее подходящие условия для проведения такого рода исследований складывались в производственных посевах озимой пшеницы возделываемой в зоне влияния полевых защитных лесных полос (ПЗЛП), с заветренной стороны которых всегда образуется снежный шлейф, имеющий необходимые для исследований параметры мощности снежного покрова.

Снегораспределительная способность лесных полос зависит от их конструкции (рисунок 2.1), высоты и ширины [8].

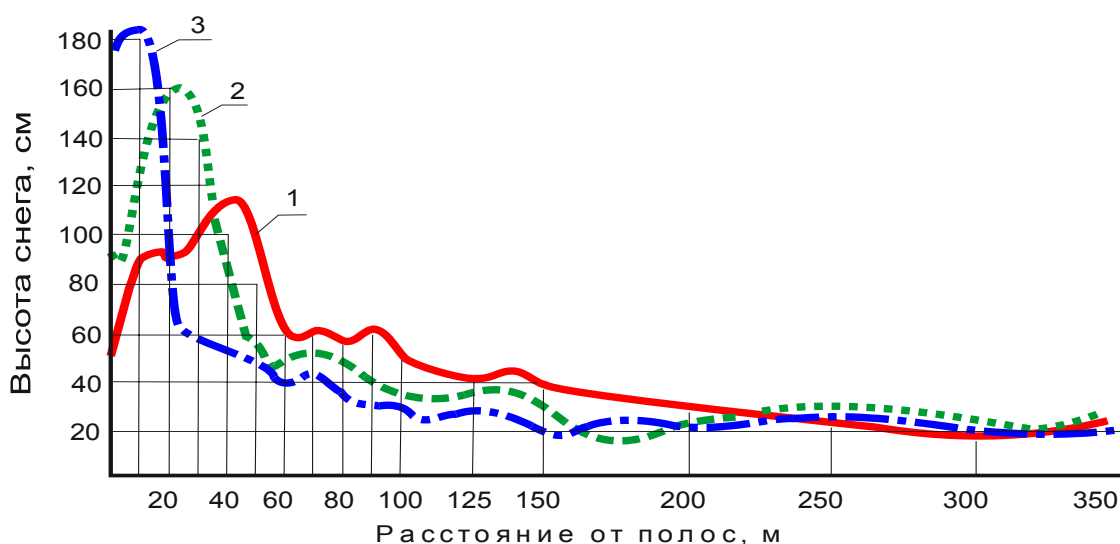


Рисунок 2.1 – Снегоотложение у полос различной конструкции [352]:

1 – продуваемой; 2 – ажурной; 3 – плотной.

Плотные и широкие лесные полосы, резко снижая скорость ветра внутри полосы и на ее подветренной стороне, обуславливают отложение снега в виде сугробов. Лесные полосы ажурной конструкции ослабляют скорость ветра на большем расстоянии, чем плотные, и лучше распределяют снег на полях. Продуваемые лесные полосы более равномерно задерживают снег в межполосном пространстве.

Поэтому знание особенностей снегоотложения снежного шлейфа в зоне влияния лесных полос различной конструкции позволяет: - изучать взаимосвязь мощности снежного покрова с продуктивностью озимой пшеницы в агроландшафтах сухостепной, степной и лесостепной зоны; - определять оптимальные параметры снежного покрова для формирования максимальной урожайности озимой пшеницы в различных почвенно-климатических зонах.

Для методического осуществления поставленных задач лучше всего подходило фитометрическое тестирование территории, сопровождаемое отбором и тщательным анализом растительных и почвенных образцов.

По мнению академика РАСХН Л.Н. Петровой [512] биологическое тестирование агроландшафтов перспективно вследствие доступности, экспрессивности и надежности полученных результатов.

При уборке озимой пшеницы надежными индикаторами почвенных условий в зоне дополнительного снегоотложения (ДСО) от лесных полос являются фитометрические показатели растений (высота, масса) и структура урожая (количество продуктивных стеблей, масса зерна с 1 колоса, количество колосков в колосе, масса 1000 зерен, масса зерна с 1 м²).

На основании собственных замеров (рисунок 2.2) и данных А.И. Разаренова [565] были определены закономерности снегоотложения в шлейфовой зоне ПЗЛП различной ветропроницаемости в виде уравнений регрессии (таблица 2.14).



Рисунок 2.2 – Определение высоты снежного покрова при исследовании эффективности снежной мелиорации

Таблица 2.14 – Взаимосвязь снегоотложения в межполосном пространстве лесных полос различной конструкции с удаленностью от ПЗЛП

Конструкция ПЗЛП	Уравнение	R^2	t_η	t_m
Плотная	$y = 60,056x^{-0,2391}$ (2.2)	0,86	7,88	2,56
Ажурная	$y = 103,86x^{-0,3755}$ (2.3)	0,70	4,66	2,57
Продуваемая	$y = 91,267x^{-0,295}$ (2.4)	0,67	3,76	2,57

где: y – снегоотложение, см; x – расстояние от ПЗЛП, в высотах.

Полученные результаты легли в основу разработки схемы для биотестирования шлейфовой зоны снегоотложения от ПЗЛП в различных почвенно-климатических зонах (таблица 2.15).

Таблица 2.15 – Схема отбора почвенных и растительных образцов при биотестировании шлейфовой зоны снегоотложения от ПЗЛП

Варианты дополнительного снегоотложения (ДСО), % относительно естественного фона	Расстояние от ПЗЛП различной конструкции, Н*		
	Плотная	Ажурная	Продуваемая
1. Контроль (естественный фон)	25	33	42
2. Фон + 30% ДСО	8	16	29
3. Фон + 60% ДСО	4	9	16
4. Фон + 100% ДСО	2	5	7

Н- проектная высота лесной полосы

Согласно схемы биотестирование параметров снежной мелиорации проводилось с заветренной северной стороны лесных полос различной конструкции по 4 вариантам: 1. Контроль (естественный фон); 2. Фон + 30% ДСО относительно фона; 3. Фон + 60% ДСО; 4. Фон + 100% ДСО.

Места отбора почвенных образцов и снопов озимой пшеницы были ограничены агроландшафтной (плакорно-равнинный) и почвенной типологией (подтип). При определении мощности снегового покрова в районах Саратовской области и за её пределами наряду с собственными данными использовались

данные ФГУ «Саратовский областной центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды».

Плотность снегового покрова определялась во 2–3 декаде февраля в 2005 г. в Ново-Бурасском, Саратовском и Советском районах, в последующие годы (из-за не выявленных закономерностей) – в Саратовском районе.

Весной (II–III декада апреля) на плакорно-равнинных агроландшафтах и тяжёлых по гранулометрическому составу почвах проводилась рекогносцировка посевов озимой пшеницы, фиксация и разбивка опытных участков.

В сухостепной зоне в Питерском районе, в черноземно-степной зоне в Саратовском районе, в лесостепной зоне в Ново-Бурасском районе Саратовской области и в Кирсановском районе Тамбовской области определялась влажность почвы весной в начальный период роста и вовремя уборки урожая озимой пшеницы. Почвенные образцы отбирались в 3-х кратной повторности на глубину до 1,0 м.

Биотестирование озимой пшеницы, произрастающей на фоне различного снегоотложения, осуществлялось в период с 2005 по 2009 гг. в Питерском, Советском, Марксовском, Саратовском, Аткарском, Ново-Бурасском и Ртищевском районах Саратовской области, в Кирсановском районе Тамбовской области и в Мокшанском, Нижне-Ломовском районах Пензенской области

Для биотестирования зон снегоотложения с вариантов ($2 \times 5 \text{ м} \times 4 \text{ повт.} = 40 \text{ м}^2$), расположенных параллельно ПЗЛП, рендоминизировано отбиралось по 16 снопов озимой пшеницы с площадок $0,25 \text{ м}^2$. Эти снопы рендоминизировано распределялись на 4 группы. Основная часть ($3/4$) обмолачивалась в поле, оставшаяся часть ($1/4$) подвергалась анализу в лабораторных условиях. Полученные данные в каждой группе суммировались и затем подвергались математической обработке.

Лабораторные исследования изменения водно-физических свойств почвы в зависимости от количества и способов заделки в почву соломы.

С целью изучения изменений водно-физических свойств почвы от количества и способов заделки соломы с декабря 2007 и по июль 2008 года в лабораторных условиях проводился эксперимент № 1.

Задачей исследований была оценка взаимосвязи количества и способов заделки в почву солоmistых остатков с изменением параметров водно-физических свойств почвы таких как: плотность сложения, влагоемкость, испаряемость, водный режим.

В опыте использовалась измельчённая солома, которая в расчётных количествах смешивалась (в 5 литровых ёмкостях, в 3-х кратной повторности) с почвой (чернозёмом выщелоченным), или применялась в качестве мульчи.

В схеме опыта применялись варианты: 1. Контроль (без соломы); 2. Солома 7 г / ёмкость; 3. Солома 16 г / ёмкость; 4. Вертикальное (на 0,10 м) мульчирование почвы соломой (ВМ); 5. Локализация влаги на глубине более 0,12 м (ЛВ); 6. Соломенное покрытие (СП) почвы слоем 13 мм; 7. СП слоем 25 мм; 8. ЛВ + СП слоем 25 мм.

В течение эксперимента моделировались различные условия весенней температуры (13–14° и 20–23° С), влажности почвы и ветрового режима (от вентилятора).

Влагоёмкость почвы и влагосберегающий эффект оценивался по общему испарению, по интенсивности испарения влаги (ежедневно, за период) и по массе воды сохранённой в почве.

Лабораторные исследования влияния месторасположения солоmistых остатков отдельно и в сочетании с азотными удобрениями, биопрепаратами на рост, развитие яровой пшеницы.

Основной задачей эксперимента № 2 было:

- изучение влияния соломы отдельно или в сочетании с азотными удобрениями и биопрепаратами на рост и развитие яровой пшеницы;
- определение степени влияния азотных удобрений и биопрепаратов на интенсивность разложения соломы в почве;
- оценка влияния соломы отдельно или в сочетании с азотными удобрениями и биопрепаратами на микробиологическую активность почвы.

Опыт состоял из следующих вариантов: 1. Контроль (без соломы); 2. Солома 7 г / ёмкость (5 л); 3. Солома 14 г / ёмкость (5л); 4. Солома 21 г / ёмкость (5 л); 5. Солома 7 г + аммиачная селитра 2 г / ёмкость (5 л); 6. Солома 14 г + аммиачная

селитра 6 г / ёмкость (5 л); 7. Солома 21 г + аммиачная селитра 8 г / ёмкость (5 л); 8. Солома 7 г + Бисолби-Сан 10 мл / ёмкость (5 л); 9. Солома 21 г + Бисолби-Сан 10 мл / ёмкость (5 л); 10. Солома 7 г + Байкал ЭМ 10 мл / ёмкость (5 л); 11. Солома 21 г + Байкал ЭМ 10 мл / на 5 л ёмкость; 12. Солома 7 г + соломенное покрытие (13 мм) / ёмкость (5 л); 13. Солома 7 г + соломенное покрытие (25 мм) / ёмкость (5 л); 14. Вертикальное мульчирование + соломенное покрытие (25 мм) / ёмкость (10 л).

Лабораторные исследования взаимосвязи повышения всхожести и жизнеспособности семян яровой пшеницы и подсолнечника в результате применения биопрепаратов и активированной воды.

В задачу лабораторного опыта № 3 входило:

- определение влияния биопрепаратов на всхожесть, скорость и дружность прорастания семян, интенсивность роста молодых растений;
- оценка способности активированной воды из католитного раствора (АВ) оказывать влияние на семена и активность биопрепаратов.

В схеме опыта были следующие варианты: 1. Контроль (вода); 2. Активированная вода (АВ); 3. Вытяжка из проростков пшеницы (ВП); 4. Гумат + Йод; 5. Бисолби-Сан; 6. Байкал ЭМ; 7. Мизорин; 8. Ризоагрин; 9. Экспериментальный биопрепарат из группы экстразолов (17-1); 10. ВП + АВ; 11. Бисолби-Сан + АВ; 12. Байкал ЭМ + АВ.

Перед посевом семена замачивались в изучаемых растворах (10 мл препарата растворяли в 1000 мл воды) и суспензиях (10 г препарата взбалтывали с 1000 мл воды) в течение 12 часов. Проведение опыта соответствовало методике ГОСТа 12038-84.

Методика проведения исследований.

Все исследования соответствовали методикам полевых опытов [188, 415, 416].

При изучении водного режима почвы суммарное водопотребление зерновых колосовых и кормовых культур использовался метод водного баланса [375].

Определение влажности почвы проводилось термовесовым методом в трехкратной повторности (согласно А.А. Роде [581]).

При определении наименьшей влагоемкости (НВ) применялся метод заливки площадок и метод насыщения в цилиндрах. Максимальная гигроскопичность (МГ) определялась по А.В. Николаеву. Гранулометрический

состав определялся по Н.А. Качинскому. Влажность устойчивого завядания растений (ВУЗ) соответствовала 1,5 МГ.

Наблюдения за уровнем грунтовых вод проводили через каждые 10 дней.

При определении количества потребляемой воды растениями кукурузы в течении вегетации использовали рекомендации Н.И. Гойса, Р.Н. Олейником, А.Д. Рогаченко, Н.Г. Шелудько [138, 476, 477]. Для определения расхода ГВ многолетними травами использовали формулу С.И. Харченко [706].

Солевой режимом почвы контролировался путём отбора почвенных образцов на глубину до 2 м с дальнейшим анализом водной вытяжки. Концентрацию солей в грунтовых водах и наличие в них нитратов определили осенью во время контрольного замера УГВ. Засоление почвогрунтов изучали по методике [126].

Плотность сложения определяли методом режущих колец буром Н.А. Качинского, путём отбора проб почвы в трехкратной повторности на глубину до 1,5 м [126]. Строение пахотного слоя изучали методом насыщения в цилиндрах (Корчагин А.А. [299]).

Лизиметрические исследования (лизиметры конструкции Е.И. Шиловой) проводили на глубину до 0,5 м.

Агрегатный анализ почвы проводился по методу Н.И. Савинова [126].

Расчет баланса гумуса проводился по методу, предложенному И.В. Тюриным и доработанному А.М. Лыковым и Ф.И. Левиным (приводится по [481]).

Почвенные образцы обрабатывались по следующим методикам. Гумус определялся по методу Тюрина (ГОСТ 26213-91). Щелочногидролизуемый азот – по методу Корнфилда (ГОСТ 26204-91). В полупустыне: нитратный азот определяли с помощью реактива Лунге-Грисса (дисульфифеноловым методом), подвижный фосфор – по методу Мачигина в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26205-84), обменный калий – углекислоаммонийной вытяжкой на плазменном фотометре по Масловой. В лесостепи: подвижный фосфор и обменный калий исследовали по методу Чирикова (ГОСТ 26204-91), рН (солевое) – потенциалометрически (ГОСТ

26483), гидролитическую кислотность (ГОСТ 26212-91) и сумму поглощенных оснований (ГОСТ 27821-88) – по методу Каппена.

При анализе почвенных образцов определяли следующие группы микроорганизмов: общее количество мезофильных аэробов и факультативных анаэробов (среда МАФАиМ), азотобактер (среда Эшби), грибы (среда САБУРО), споры (среда МПА).

Урожай учитывали при сплошной уборке делянок. Данные обрабатывались методами дисперсионного, корреляционного и регрессионного анализов по Б.А. Доспехову [188] 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.

Экономическая эффективность определялась расчетно-нормативным методом по технологическим картам.

Агроэнергетическая оценка эффективности приемов биологизации земледелия проводилась по методу [411].

Дистанционный анализ ярусов Бурдинской системы лиманного орошения проводился с использованием аэрофотоснимков с и последующей обработкой в программном комплексе «PhotoMod».

Рисунки выполнялись с помощью программы «Corel Draw X3/X4».

2.4 Агротехника проведения исследований

При возделывании кукурузы на лимане применялась общепринятая агротехника, направленная на сбережение почвенной влаги.

В сентябре проводилась вспашка на глубину 0,25–0,27 м. Весной после поспевания почвы её два раза бороновали, культивировали на глубину 0,10–0,12 м. Сеяли кукурузу сеялкой СПЧ-6 МФ. Затем посеы прикатывали.

Для снижения засоренности и для уничтожения почвенной корки через неделю после посева проводили довсходовое боронование. В фазу 3–4 листьев посевы бороновали вторично. Последующий уход за посевами заключался в проведении двух культиваций междурядий на глубину 0,08–0,10 м, 0,06–0,08 м.

Расчетная норма удобрений вносилась дробно. Под предпосевную культивацию во влажный слой почвы с помощью сеялки СЗС-2,1 попадала основная часть азота и фосфора. Во время сева фосфорные удобрения в норме P_{15} локализовались с помощью сеялки СПЧ-6 МФ непосредственно под корневой системой кукурузы. При первой культивации междурядий растения обеспечивались N_{30} .

Кукурузу на силос убирали в конце молочно-восковой спелости зерна.

При возделывании многолетних трав использовали агротехнику, соответствующую рекомендациям по использованию лиманных земель [515].

Весной после впитывания оросительной воды или после схода снега (осеннее затопление) по влажной почве вносилась аммиачная селитра (N_{60}).

Осенью для улучшения аэрации верхнего слоя почвы, насыщенного корневищами злаковых трав, проводили боронование игольчатыми боронами БИГ-3.

В начале цветения костреца безостого начиналось сенокошение (МТЗ-80 + косилка КТП-6,0), сгребание и подбор сена подборщиком ПК-1,6А.

Агротехника возделывания яровой пшеницы в сухостепной и степной зоне была общепринятой для этих условий. В сухой степи после уборки озимой пшеницы половина опытного поля пахалась плугом на глубину 0,20–0,22 м, остальная часть обрабатывалась щелерезом «Кивонь» на глубину 0,35–0,38 м.

Весной после поспевания почвы и боронования в два следа проводили посев яровой пшеницы, внесение удобрений сеялкой СЗС-2,1 и затем – прикатывание.

Закладка опытов по изучению дополнительных приемов влагосбережения (ВМ, СП, ВМ+СП, ВМ+ВПП) проводилась вручную. Щели формировались через 0,7 м на глубину 0,15–0,16 м с заполнением их соломой.

Агротехника возделывания озимой и яровой пшеницы в лесостепи была общепринятой. На вариантах со вспашкой в паровом звене севооборота (чистый пар

– озимая пшеница – яровая пшеница) обработка почвы состояла из 3-х кратного дискового лущения стерни, отвальной вспашки на глубину 0,25–0,27 м. Уход за паровым полем заключался в проведении боронования и 4-х культиваций по мере появления сорняков. Высевалась озимая пшеница в оптимальные сроки с 10 августа по 10 сентября. Основная обработка почвы состояла из дискового лущения стерни и вспашки на глубину 0,22–0,24 м. Весной после необходимой подготовки почвы – боронования и предпосевной культивации зяби, высевалась яровая пшеница.

В звене севооборота с сидеральным паром (сидеральный пар – озимая пшеница – яровая пшеница с подсевом клевера) основная обработка почвы под озимую пшеницу имела отличительные особенности. Она проводилась во 2 декаду июня и заключалась в прикатывании и 3-х кратном дисковом лущении зеленой массы клевера с дальнейшей её запашкой на глубину 0,25–0,27 м. После вспашки без отрыва во времени поверхность почвы выравнивалась и прикатывалась.

Мульчирующая обработка почвы отличалась использованием тяжелых дисковых орудий (БДМК-6×4П) для заделки в почву измельченной соломы, сидератов на глубину до 0,15 м и последующим применением культиваторов.

Для борьбы с сорной растительностью в фазу кушения зерновых культур вносился гербицид Линтур (170 г/га).

Урожай зерна учитывали методом прямого комбайнирования комбайном ДОН 1500 (на вариантах без использования соломы) и ДОН 1500 Б (на вариантах биомелиорируемых измельченной соломой) с взвешиванием зерна с каждой делянки.

КОНЦЕПТУАЛЬНО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ СИСТЕМЫ ВЛАГОСБЕРЕГАЮЩИХ ПОЧВОЗАЩИТНЫХ МЕЛИОРАЦИЙ

3.1 Методология и концептуальные основы влаго-, почвосбережения

Методология и методы исследования концептуально-методологических основ, принципов и способов организации теоретической и практической деятельности по разработке системы влагосберегающих почвозащитных мелиораций базировались на законах Российской Федерации, связанных с объектами мелиорации, эколого-мелиоративными вопросами, методиками проведения экспериментов и ГОСТами.

В исследованиях были использованы: системный подход анализа и синтеза; классификация; аналитическое моделирование и испытания (мелкоделяночные, лабораторные и вегетационные почвенные опыты); методы обобщения; интерполяция, наблюдения, сравнения, индукция и дедукция; описания; математическая статистика (с применением пакетов прикладных программ Agros, Microsoft Exel, PhotoMod); расчетно-конструктивный; экономико-математический; картографический.

Проведенный анализ современного состояния Среднего Поволжья и Центрального Черноземья показал, что на фоне климатических изменений, снижения плодородия почв, деградации почвенного покрова и рыночных отношений использование влагосберегающих почвозащитных мелиораций в указанных регионах наиболее актуально.

Разнообразие почвенно-климатических условий (полупустыня, сухая степь, черноземная степь, лесостепь) и потребность в улучшении плодородия агроландшафтов на указанной территории с протяженностью более 500 км легли в основу разработки системы мелиораций (рисунок 3.1), объединенных общей целью (влаго-, почвосбережение); взаимосвязанными *принципами* (снижение энергозатрат;

уменьшение антропогенной нагрузки; повышение эффективности использования природных ресурсов; усиление биологических факторов), *этапами* достижения результата (анализ и синтез факторов ограничивающих рост и развитие культур, выбор приоритетного способа мелиорации, аналитическое моделирование и практическое испытание технологических элементов).



Рисунок 3.1 – Концептуальные основы системы влагосберегающих почвозащитных мелиораций

Разработка комплекса мелиораций в различных почвенно-климатических зонах базировалась на совершенствовании активных и пассивных *способов* увлажнения почвы: в полупустыне активный способ мелиорации основывался на лиманном орошении с оптимизацией площадей отдельных ярусов, направленных на водосбережение и повышение продуктивности кормовых культур; в сухостепной,

степной и лесостепной зоне использовалось пассивное увлажнение почвы и улучшение почвенного плодородия с помощью отдельных технологических элементов (приложение Б.24): снижающих потери влаги при переносе снега (высокая стерня, стерневые кулисы); сокращающих сток и повышающих сохранность зимних осадков (вертикальное и горизонтальное мульчирование почвы, щелевание, глубокое рыхление); уменьшающих инфильтрацию (обогащение почвы органикой), испарение (минимализация обработки почвы, мульчирование почвы) и транспирацию (оптимизация минерального питания, использование биопрепаратов).

3.2 Теоретическое обоснование водо- и почвосбережения на лиманах

Продуктивность лиманов Заволжья зависит от ежегодного затопления и интенсивности использования орошаемых земель.

Строительство новых систем лиманного орошения, подключение лиманов к механической подаче воды из водохранилищ и степных рек, а также доставка волжской воды по оросительным и обводнительным каналам не только весной, но и в осенний период позволяло гарантированно снабжать лиманы водой. Однако ненормированное ежегодное затопление значительных массивов (рисунок 3.2) в условиях слабой дренированности грунтовых вод привело к ирригационному подтоплению и ухудшению эколого-, и гидрогеолого-мелиоративного состояния лиманных агроландшафтов.

Сравнение эколого-мелиоративного состояния Бурдинской (БСЛО) и Малоузенской (МСЛО) систем лиманного орошения в Александрово-Гайском районе Саратовской области показывает, что существенные изменения в геохимии лиманного агроландшафта и прилегающей территории обусловлены функционированием оросительной системы, построенной без учета направленности, интенсивности, масштабов геохимических процессов и месторасположения в ландшафтах Прикаспийской низменности.



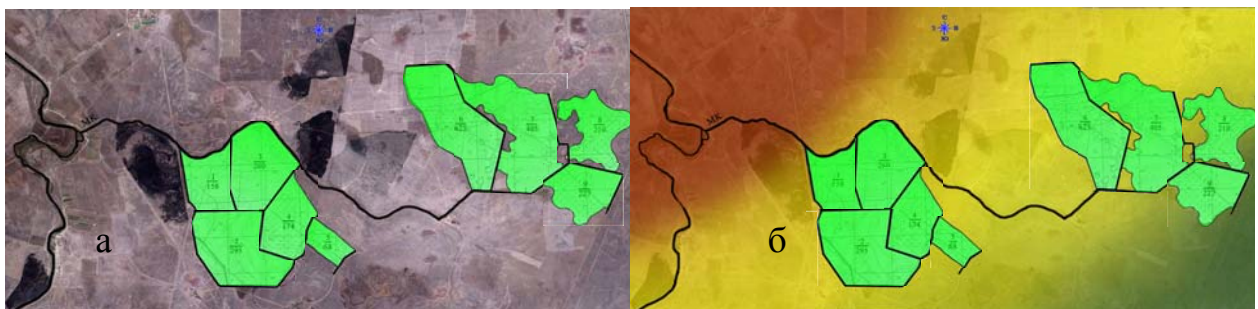
Начало затопления



Полное заполнение яруса лимана

Рисунок 3.2 – Весеннее затопление VI яруса лимана Бурдинский общей площадью 642 га
(Фото Н.А. Шило)

Благоприятное расположение БСЛО на ирригационно-мелиоративном агроландшафте и небольшие её размеры (2615 га) обеспечивают разгрузку грунтового потока по направлению уклона местности – с северо-западного направления на юго-восточное (рисунок 3.3). На более крупной (11049 га) МСЛО, находящейся на пойменно-водоохранном агроландшафте с отличающимся гидрохимическим режимом грунтовых вод, повышенная ирригационная нагрузка в значительной степени ухудшила эколого-мелиоративное состояние лиманного агроландшафта. По данным Р.Б. Туктарова [673] из-за засоления и заболачивания на МСЛО 25 % земель были выведены из сельскохозяйственного оборота (рисунок 3.4).



Обозначение: теплый цвет – возвышенность, холодный цвет – понижение

Рисунок 3.3 – Расположение БСЛО на полупустынном ландшафте (а) и мезорельефные особенности территории (б)

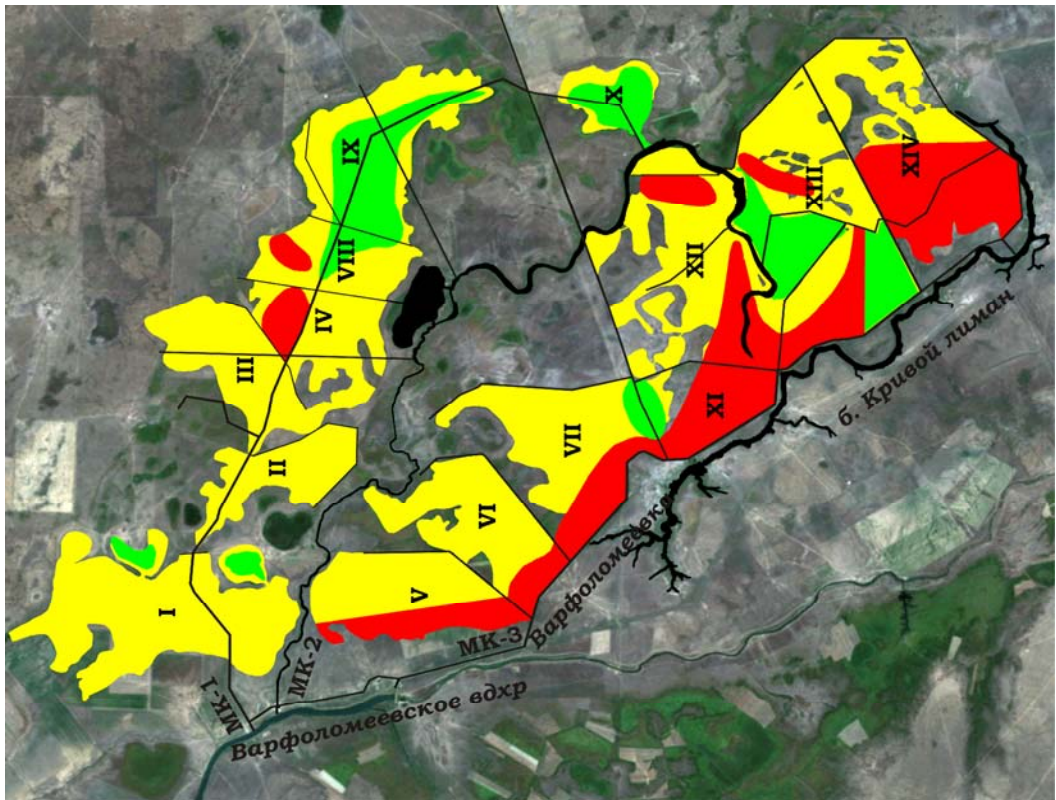


Рисунок 3.4 – Картограмма проявления процессов деградации почв на Малоузенской системе лиманного орошения [669]

Возросшее техногенное давление на агроэкосистемы требует более гибкого подхода к оценке объектов по их деградации. Необходима разработка системы показателей, характеризующих направленность, интенсивность и масштабы геохимических процессов в лиманных агроландшафтах. Такие динамические характеристики могут быть получены только на основе идентификации геохимических потоков и структурно-функциональных связей в ландшафтах.

С экологической и экономической точки зрения актуальным вопросом в развитии лиманного орошения является оптимизация размеров инженерных систем лиманного орошения и их ярусов.

Анализ объема годового стока (данные гидропоста г. Новоузенск – рисунок 3.5) показал, что при создании соответствующих водоподпорных гидротехнических сооружений можно полностью отказаться от дорогих водных ресурсов, перебрасываемых через каскад насосных станций по Алексеевскому оросительному

каналу из реки Волга в Большой Узень, и полностью перевести инженерные лиманы на весенний сток.

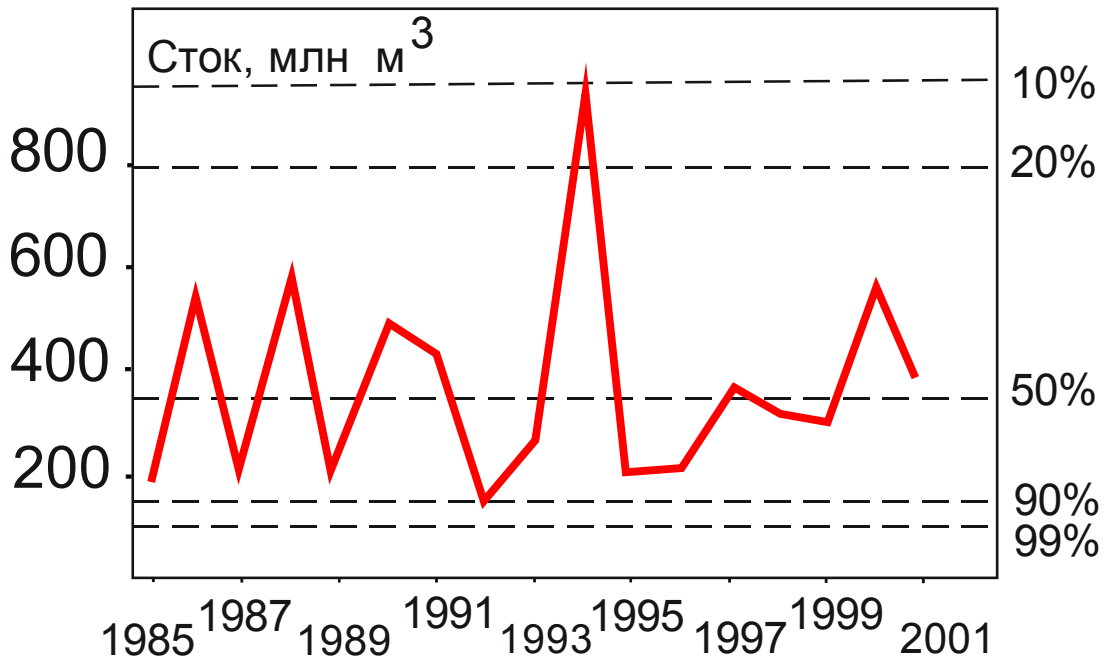


Рисунок 3.5 – Объем и обеспеченность годового стока реки Б.Узень

Среднегодовой объем стока, при 50 % обеспеченности, составляет 352 млн. куб. м. Безопасный водозабор стока (10 % от его объема) из реки Большой Узень позволяет затоплять согласно рекомендуемой [236] максимальной норме 5000 м³/га 7 тыс. га лиманных земель. Повысить эффективность использования паводковой воды при производстве кормовой продукции на фоне снижения инфильтрационных потерь, улучшения эколого-мелиоративного состояния лиманных агроландшафтов и прилегающих территорий, можно лишь 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 до 50–100 га [642] и повысить равномерность их затопления.

Моделирование реконструкции, площади и слоя затопления (рисунок 3.6) и расчеты эффективности проведенных мероприятий (рисунок 3.7) показывают, что снижение среднего размера ярусов с 191 до 64 га позволяет увеличить затопляемую площадь на 10 %, снизить норму затопления на 38 %. При этом на фоне снижения затрат оросительной воды при производстве 1 тонны сена на 37% и 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.

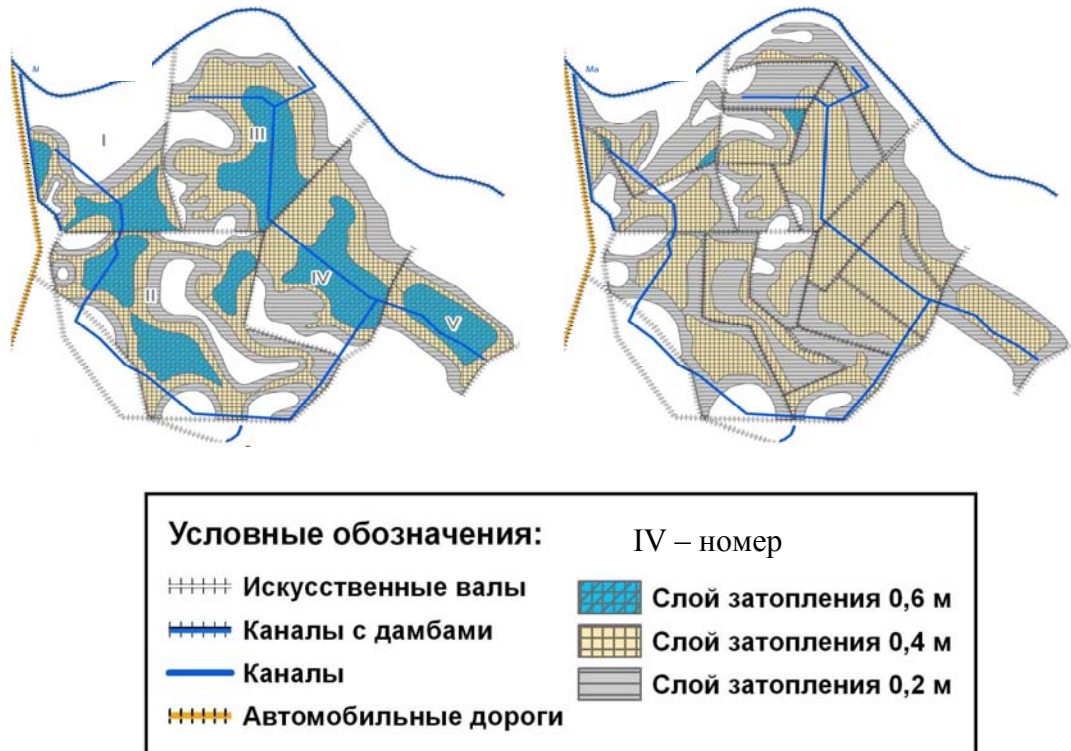
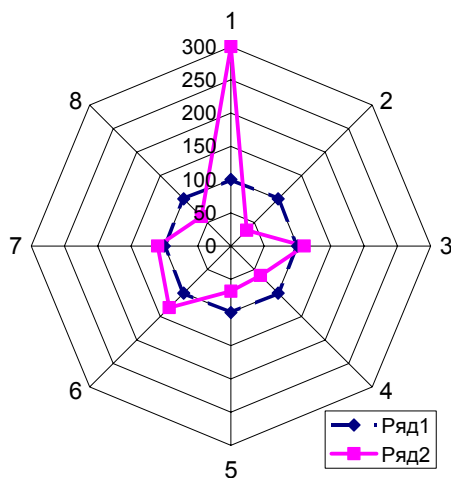


Рисунок 3.6 – Влияние уменьшения размера 1–5 ярусов лимана Бурдинский на глубину и площадь затопления



Условные обозначения: Ряд 1 – до реконструкции; Ряд 2 – после реконструкции; 1 – количество ярусов лимана (увеличилось с 5 до 15); 2 – средний размер яруса (уменьшился 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/га); 6 – водосберегающий эффект (составил 1033 тыс. м³/га); 7 – урожай сена (увеличился с 2284 до 2518 тонн); 8 – затраты воды на производство 1 т сена (уменьшились с 1,45 до 0,91 м³/т).

Рисунок 3.7 – Ожидаемый эффект от проведения реконструкции и уменьшения 1–5 ярусов БСЛО до 50–80 га, %

Реконструкция систем лиманного орошения с целью их переустройства и сокращения площади ярусов включает в себя проведение их инвентаризации и эколого-хозяйственной оценки. Эти мероприятия позволяют: а) найти резервы повышения эффективности использования лиманных земель за счет определения наиболее оптимального сочетания почвенных разностей, отличающихся между собой по плодородию и водно-физическим свойствам; б) принять экономически обоснованное решение о реконструкции того или иного яруса.

3.3 Теоретическое обоснование сбережения влаги с учетом ее сезонного термопереноса

У И.А. Стебута (цитата из [577]), имеется мудрое высказывание: «чем меньше мы обрабатываем почву, тем меньше ее иссушаем, а чем глубже рыхлим, тем на большую глубину улучшаем пахотный слой» и хороший совет: «улучшайте пахотный слой, но только не в тот период, когда это может повредить почвенной влаге»

Размышления И.А. Стебута, использование теории «дифференциальной влажности», «термопереноса почвенной влаги», анализ литературных источников и проведенные исследования (глава 5.2–5.3) позволили нам теоретически обосновать для засушливых условий рациональные влагосберегающие сроки и приемы мелиоративной обработки почвы (рисунок 3.8).

На данной схеме видно, что менее всего можно повредить влагозапасам на полях, где культуры максимально используют водные ресурсы в середине лета. В этот период самый большой расход влаги в пахотном слое отмечается у озимых и многолетних трав. Поэтому глубокое разуплотнение почвы после этих культур, не вредит запасам влаги и позволяет нанести непоправимый урон сорным растениям (ослабленным под покровом озимых и многолетних трав). Если после дождей эти поля будут боронованы, то запасы влаги гарантированно увеличатся.

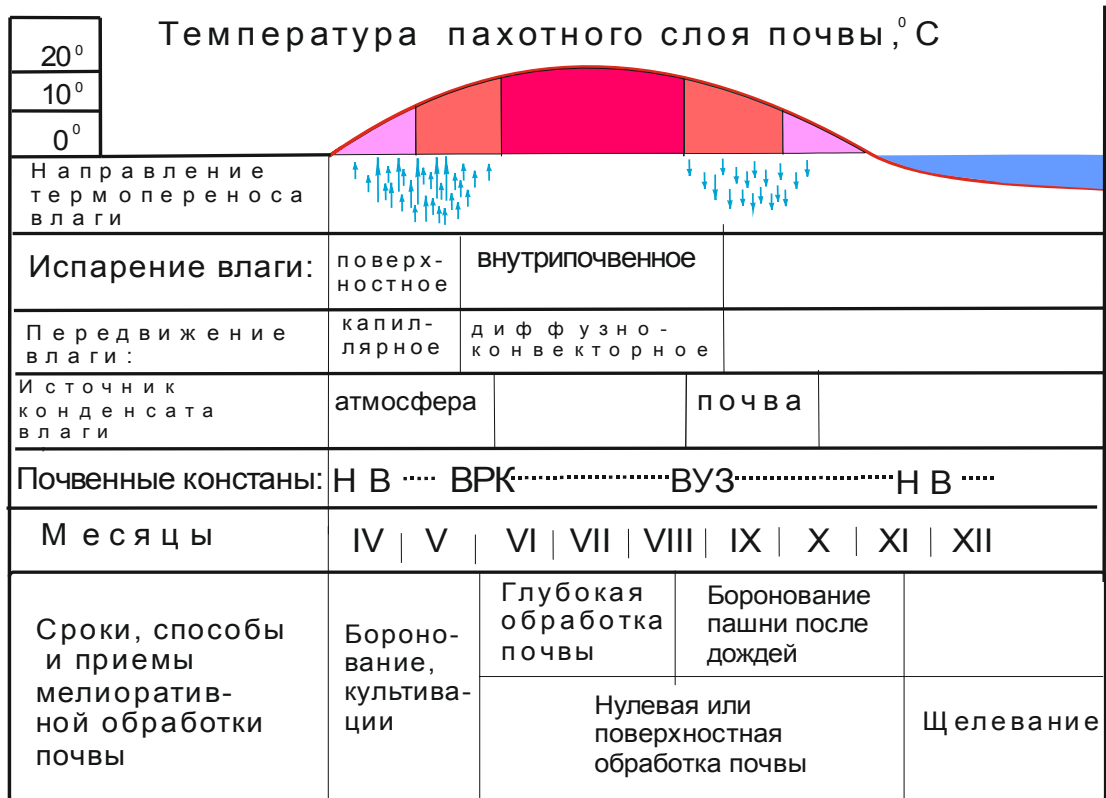


Рисунок 3.8 – Оптимизация сроков, способов и приемов мелиоративной обработки почвы в зависимости от сезонного термопереноса влаги в сухой степи

В конце лета и в осенний период, когда начинает выпадать утренняя роса, вспашка нецелесообразна. Глыбистая поверхность не способствует конденсации влаги («сухому поливу»). А если вспашка проводится после дождя, то, по мнению Р. Э. Давида [157] она так же не ценится. Рыхлую пашню считают «заклекшей». По ее гладкой поверхности талые воды свободно скатываются в овраги. В этот период целесообразна нулевая обработка почвы (при использовании гербицидов) или поверхностная (мульчирующая) обработка почвы (с оставлением промежуточных стерневых кулис). Проведенное после первых заморозков щелевание или рыхление подпахотного слоя, позволяет сохранить весной талые воды.

Необходимо помнить, что представленная схема дает лишь общее представление об учете взаимосвязи термопереноса почвенной влаги с влагосберегающими сроками и приемами обработки почвы. Для каждой почвенно-климатической зоны (приложение А.1 [178]), микрозоны и отдельного

участка агроландшафта существуют свои индивидуальные характеристики температурного режима почвенного покрова.

Известно, что начало выпадения росы по календарным датам может отличаться на одной и той же территории в зависимости от особенностей рельефа. Следовательно, оптимальные сроки обработки почвы должны быть разными.

Наличие необходимой информации и разработанных рекомендаций по этому вопросу повысят эффективность использования природных ресурсов влаги и увеличат устойчивость производства растениеводческой продукции.

3.4 Теоретическое обоснование полосной мелиорации агроландшафтов

Основой для сбережения летних осадков послужила информация, опубликованная в 1938 г. П. Фагелером [685], о потерях воды из различных слоев почвы и представленные В.Р. Вильямсом [97] в 1949 г. сведения о роли мульчи в сохранении почвенных влагозапасов. Вышеуказанная информация нами использована при разработке теории полосной мелиорации (рисунок 3.9).

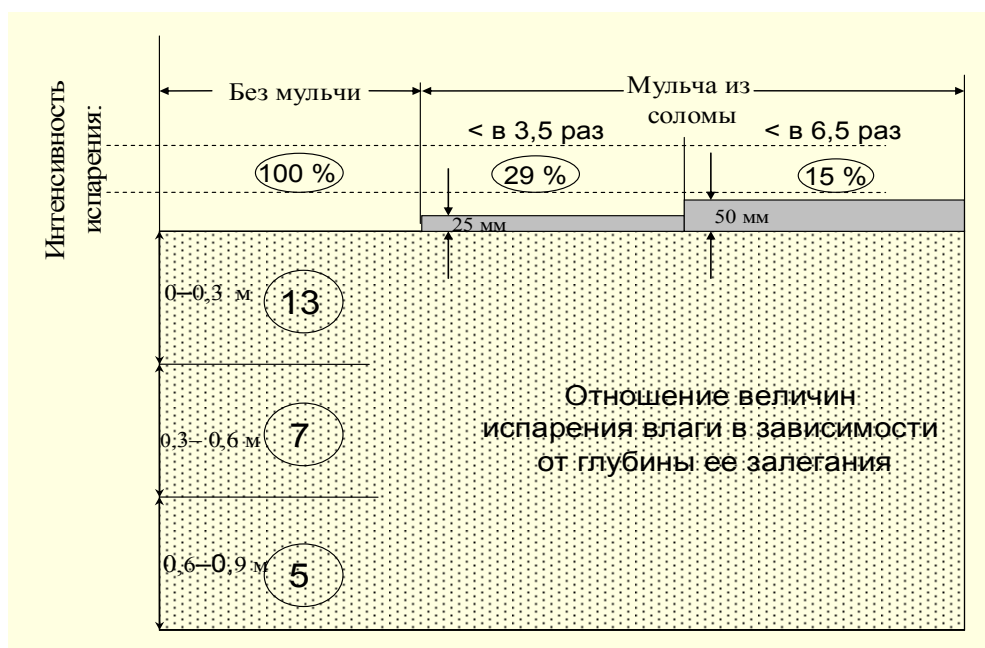


Рисунок 3.9 – Зависимость испарения влаги от глубины ее залегания и от слоя мульчи на поверхности почвы

Согласно этой теории, перевод влаги из пахотного в подпахотный слой почвы снижает ее испарение почти в 2 раза. А наличие соломы на поверхности почвы слоем 25 и 50 мм уменьшает интенсивность испарения влаги в 3,5 и 6,5 раза, подчиняясь при этом математической зависимости, показанной на рисунке 3.10.

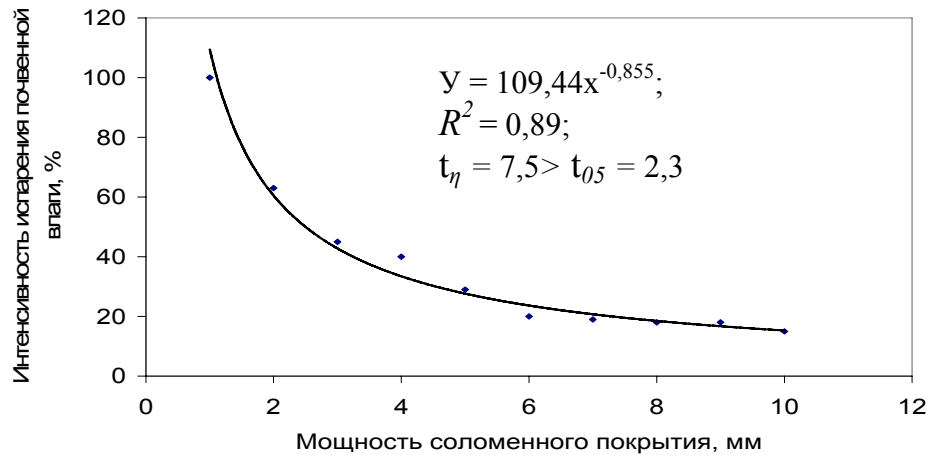


Рисунок 3.10 – Взаимосвязь мощности СП с интенсивностью испарения почвенной влаги

Доза соломы для СП почвы рассчитывается по формуле:

$$C_{СП} = 10000 \times p_c \times h_c \quad (3.1)$$

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

Наблюдение влагосберегающего эффекта от применения щелевания подтолкнуло нас к мысли использовать этот способ для перевода летних осадков из верхних горизонтов в нижние корнеобитаемые слои почвы. Для определения дозы измельченной соломы заполняющей вертикально мульчируемые щели используется формула:

$$C_{вм} = 10000 \times p_c \times g_h \times t_h / R_{вмщ} \quad (3.2)$$

где: $C_{вм}$ – доза соломы для ВМ, т/га; 10000 – коэффициент перевода на 1 га; p_c – плотность слоя соломы, т/м³; g_h – глубина щели, м; t_h – толщина щели, м; $R_{вмщ}$ – расстояние между щелями, м.

При небольших уклонах местности (до 0–1,5 °) расстояние между вертикально мульчируемыми щелями рассчитывается по следующей зависимости:

$$R_{\text{щели}} = \frac{G \times P}{U_i}, \quad (3.3)$$

где: $R_{\text{щели}}$ – расстояние между щелями, м; G – коэффициент учитывающий гранулометрический состав почвы ($2,5 \leq G \leq 3,5$); $G = 2,5$ глинистые; $G = 3,0$ тяжелосуглинистые; $G = 3,5$ суглинистые; U – коэффициент учитывающий влияние уклона местности ($0 \leq U \leq 1,5^\circ$); $U (i=0,01) = 1,0$; $U (i = 0,025) = 1,25$; P – коэффициент учитывающий роль растительности, ($P = 0,7$ при проективном покрытии ≤ 60 %, $P = 1,0$ при проективном покрытии > 60).

Теория сбережения осадков холодного и теплого периодов года в аридной зоне Среднего Поволжья дополняется расчетами влагонакопления при комплексном применении глубокой (до 0,4 м) мелиоративной обработки почвы щелерезом «Кивонь», вертикального и горизонтального мульчирования почвы измельченной соломой (рисунок 3.11).

Исследования, проведенные в сухой степи, подтвердили теоретические расчеты влагосбережения зимних и летних осадков с помощью глубокого рыхления и вертикального, горизонтального мульчирования почвы соломой. Однако при использовании ВМ и СП в более влагообеспеченных зонах Среднего Поволжья и Центрального Черноземья основным ограничивающим фактором эффективного применения ВМ и СП стало отрицательное влияние продуктов разложения мульчи из свежей соломы на урожайность возделываемых культур.

Расчеты показали, что после внесения в вертикально мульчируемые щели 9–11 т/га соломистых остатков от злаковых, бобовых и других культур вдоль щелевого пространства почвы повышается содержание органического вещества на 7–9 т/га, азота – на 14–50 кг/га, фосфора – на 7–11 кг/га, калия – на 49–150 кг/га, кальция – на 20–100 кг/га, магния – на 5–19 кг/га.

Способы распределения и сбережения осадков в почве:

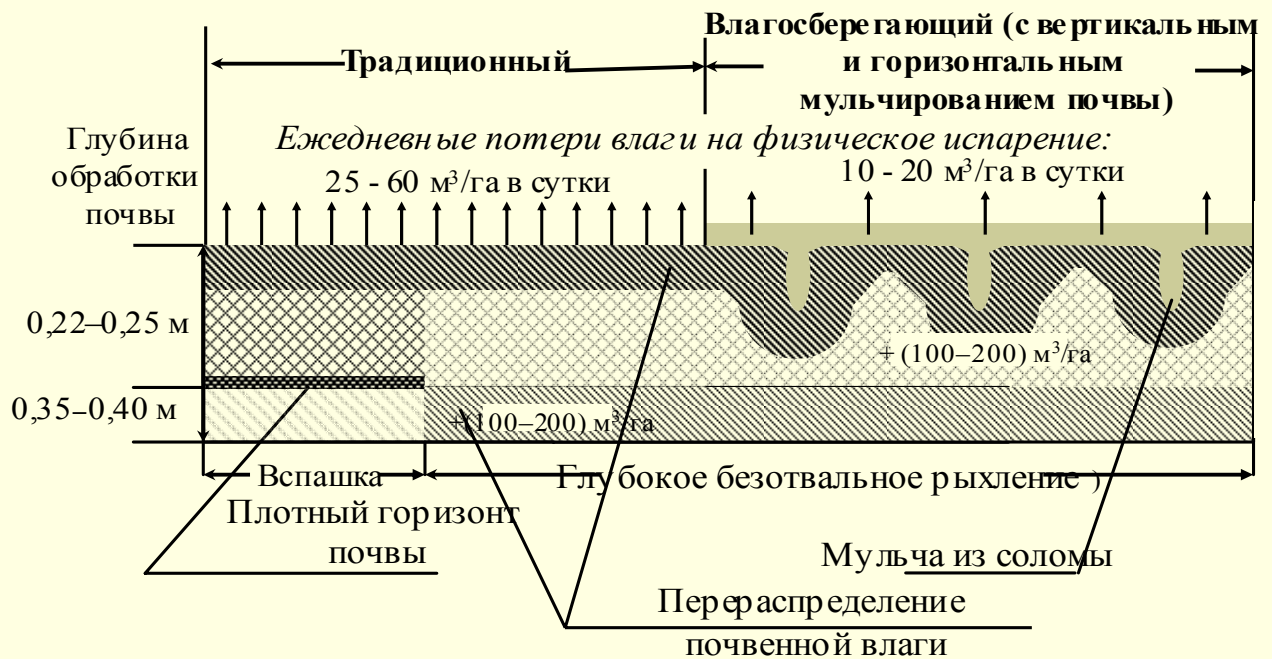


Рисунок 3.11 – Влияние агротехнических приемов в сухой степи на влагосбережение осадков холодного и теплого периода года

После перегнивания растительных остатков утрачивается их токсичность. А на месте вертикального мульчирования образуется полоса повышенного плодородия почвы (приложение Б.50), которая теряется при традиционной вспашке.

Потребность сохранить это свойство почвы привело к заключениям:

- о целесообразности формирования на территории поля постоянных (фиксируемых в пространстве), равноудаленных друг от друга участков почвы, где будут: локализоваться, терять токсичность, разлагаться и обогащать почву гумусом растительные остатки; где будет сохранять длительное время свою работоспособность водопроводящая щель; будут аккумулироваться минеральные удобрения, и будут в дальнейшем высеваться пропашные культуры;

- о необходимости создания приспособлений, подбирающих и заполняющих соломой щели, которые позволят не только перераспределять и сохранять осенне-зимние осадки, но и стать основой для формирования мелиорируемых полос.

Мелиорируемые полосы – это постоянные в пространстве, искусственно созданные участки почвы, вертикально насыщенные органическими остатками, расположенные равноудалено на территории агроландшафта, обладающие повышенным плодородием и оптимальными водно-физическими свойствами.

Современные навигационные системы и аналитическая электроника (см. раздел 6) гарантирует проведение повторных работ по восстановлению щелей и при необходимости – дополнительному внесению в них растительных остатков, что дает возможность дифференцировать почвы по плодородию. Полосы, имеющие ширину и глубину до 0,10–0,20 м будут насыщены (удобрены) органикой из разложившихся растительных остатков. Они приобретут улучшенные водно-физические, химические и физико-химические свойства и станут безопасными для возделываемых культур. Под этими полосами будет находиться армированная корневой системой щель, обеспечивающая аэрацию и улучшенное поступление атмосферной влаги под корневую систему.

Формирование мелиорируемых полос позволит:

- стабилизировать баланс между экологией и экономикой;
- улучшить водный режим почвы и сохранность почвенных ресурсов в посевах возделываемых культур за счет перераспределения влаги и почвенного плодородия;
- повысить уровень организации агроценозов с различными культурами и производительность агроландшафтов за счет их внутренних ресурсов;
- возделывать пропашные культуры на фоне повышенного плодородия почвы и при минимальных производственных затратах;
- снизить отрицательное влияние сельскохозяйственной техники и почвообрабатывающих орудий на почвенную структуру, за счет их движения по строго фиксированной технологической колее;
- определить новое направление в развитии мелиорации и точного земледелия (рисунок 3.12).

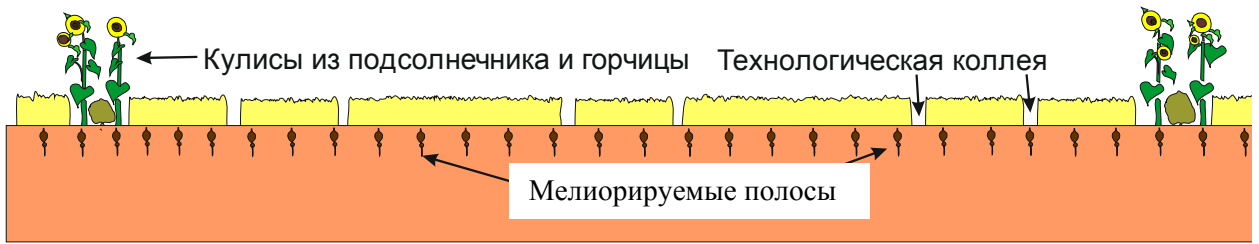


Рисунок 3.12 – Полосная мелиорация

Дальнейшее прогрессивное развитие полосной мелиорации мы видим на фоне использования бинарных посевов. Например, озимая пшеница + озимая вика, подсолнечник + донник (или озимая вика) и др. [4, 150, 213, 214]. Предполагается, что бобовый компонент будет располагаться на полосах насыщенных соломенными и другими растительными остатками (рисунок 3.13, 3.14).



Рисунок 3.13 – Бинарные посевы подсолнечника с донником и с озимой викой
(Фото Ю. Трофимова)



Рисунок 3.14 – Бинарные посевы озимой пшеницы с люцерной и озимой ржи с озимой викой
(Фото Ю. Трофимова)

Уменьшение количества азота в месте скопления солоmistых остатков и улучшенное влагообеспечение будет стимулировать развитие клубеньковых бактерий у бобовых культур, что благоприятно отразится на плодородии почвы.

На полосно-мелиорируемых агроландшафтах, где почвообрабатывающая техника, техника по уходу за посевами и затем уборочная техника будут передвигаться по технологической колее, с минимальным выездом за ее пределы, на наш взгляд, целесообразно создать фиксированные в пространстве снегозадерживающие препятствия.

Об этом писал еще Р.Э. Давид в своей брошюре «Снегозадержание на полях» [157] об использовании подсолнечных и кукурузных стеблей в качестве щитов.

Например, посев между рядами высоких (щитовых) растений горчицы повысит устойчивость и эффективность снегозадерживающих кулис в зимний период.

Создание мелиорируемых полос, на фоне улучшенного влагообеспечения, снижение антропогенной нагрузки на почву движителями сельскохозяйственной техники и отказ от оборота пласта позволят в черноземной степи создать условия для размножения дождевых червей, которые, в свою очередь улучшат водно-физические свойства почвы и повысят ее плодородие.

Несомненно, главными препятствиями для выхода технологии на высокий уровень биопроизводства станут засоренность (имеющаяся или увеличенная из-за улучшения водного режима) и наличие истощенных полей.

Если поле засорено злостными сорняками, то в выводном поле период от их очистки и создание мелиорируемых полос – по схеме: чистый пар, озимые займет не менее 4 лет. Если почва выпажана или обладает низким плодородием, то прежде чем начать создавать мелиорируемые полосы, поле необходимо капитально отремонтировать. То есть, засеять многолетними бобовыми травами, добиться ожидаемого эффекта и в последнем году их выращивания, перевести поле в разряд сидерального. В дальнейшем, возделывание зерновых колосовых культур на данной территории и наличие после их уборки измельченной соломы на поле позволит начать процесс формирования мелиорируемых полос.

4 РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ В ПОЛУПУСТЫНЕ

4.1 Оптимизация водного режима почвы на инженерных лиманах при возделывании кормовых культур

4.1.1 Режим влажности почвы и водопотребление кукурузы на силос в зависимости от норм осеннего и весеннего затопления лимана

Для лиманных агроландшафтов актуальны нормированные режимы затопления, оптимизирующие потребности культур во влагообеспечении и учитывающие эколого-экономические требования к этому виду орошения.

Предшествующие (1985–1988 гг. [638, 668]) исследования влияния осеннего, весеннего затопления (3,0 тыс. м³/га) и летнего подпитывания лимана (2,0 тыс. м³/га) на продуктивность кукурузы (рисунок 4.1) показали возможность водного снабжения из нижних переувлажненных, но труднодоступных для корневой системы горизонтов.



Рисунок 4.1 – Возделывание зерновой кукурузы при весеннем затоплении
и летнем подпитывании лимана Бурдинский

Эти же исследования подтвердили, что одним из основных тестовых показателей эколого-мелиоративного состояния лиманных агроландшафтов является солевой режим и динамика изменения уровня грунтовых вод (УГВ). Известно, что наличие пресноводной «подушки» улучшает влагообеспечение растений, а минерализованные (более 3 г/л) близко расположенные к поверхности грунтовые воды нарушают экологическое равновесие лиманных агроландшафтов.

По нашим данным, динамика УГВ на лимане зависела не только от величины оросительной нормы, но также и от срока затопления лимана (рисунок 4.2).

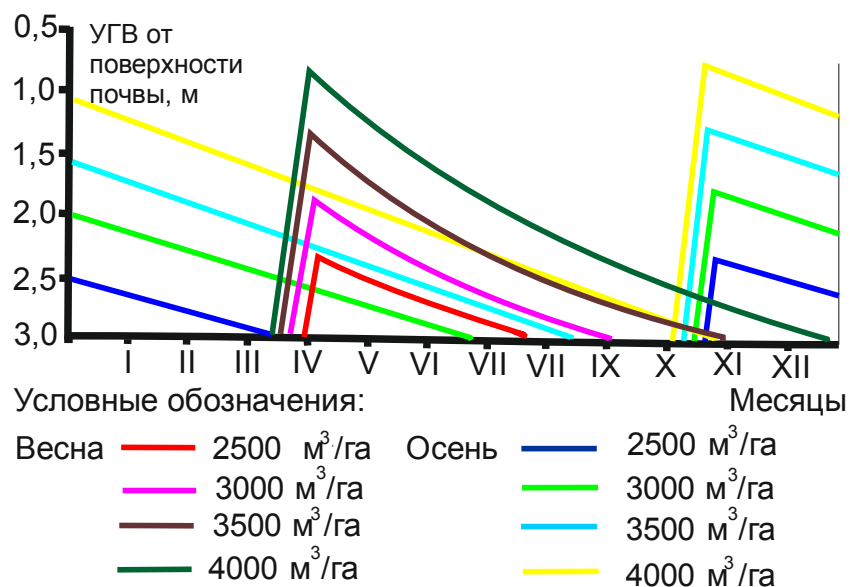


Рисунок 4.2 – Влияние сроков и норм затопления на изменение уровня грунтовых вод

Основываясь на замерах уровня грунтовых вод в период вегетации, мы определили их динамику в зависимости от норм затопления, что позволило выразить полученные закономерности в виде уравнений регрессии (таблица 4.1).

При близком залегании грунтовых вод (до 3 м от поверхности почвы), повышение норм затопления приводит к подъему УГВ соответствующему инфильтрационным потерям поливной воды. Осенний срок затопления увеличивает глубину УГВ за осенне-зимний период со скоростью растекания «бугра» и оттока

подземных вод за пределы лимана. Поэтому весенний срок затопления предпочтительней осеннего, так как позволяет при одинаковых оросительных нормах использовать ресурсы влаги из опреснённой «водной подушки» грунтовых вод.

Таблица 4.1 – Взаимосвязь динамики УГВ на лимане от норм и сроков затопления

Период затопления	Норма затопления, м ³ /га	Уравнение	R ²	t _ф	t _{ос}
Весенний	2000	$y = 0,0068x + 2,51$ (4.1)	0,99	19	2,57
	2500	$y = 0,0069x + 2,31$ (4.2)	0,99	17	2,57
	3000	$y = 0,0102x + 1,75$ (4.3)	0,97	11	2,57
	3500	$y = 0,0105x + 1,23$ (4.4)	0,99	25	2,57
	4000	$y = 0,0115x + 0,78$ (4.5)	0,98	19	2,57
Осенний	2500	$y = 0,00643x + 2,24$ (4.6)	0,99	17	2,57
	3000	$y = 0,0044x + 1,79$ (4.7)	0,99	26	2,57
	3500	$y = 0,0053x + 1,29$ (4.8)	0,99	28	2,57
	4000	$y = 0,0056x + 0,84$ (4.9)	0,99	30	2,57

Примечание: y – глубина залегания УГВ, см; x – количество дней после сброса воды.

На лимане «Бурдинский» УГВ чаще всего стабилизируются на глубине 2,8–3,1 м от поверхности почвы.

Оросительные нормы 2,0, 3,0, 4,0 тыс. м³/га приближают грунтовые воды к поверхности почвы соответственно до 2,5–2,9; 1,67–1,72; 0,74–0,81 м.

При одинаковой норме затопления (2,5 тыс. м³/га) по сравнению с весенним сроком (2,43 м), на фоне осеннего, за счет оттока, УГВ опускался на 0,7 м.

На вариантах, где использовались небольшие нормы затопления от 2,0 до 2,5 тыс. м³/га, УГВ конце вегетации опускался до первоначальных значений.

При использовании максимальной нормы осеннего затопления лимана (4,0 тыс. м³/га) УГВ был выше на 0,14 м, на фоне весеннего затопления – на 0,77 м.

Осеннее затопление лимана нормой 2,0 тыс. м³/га, обеспечивало весеннее влагонасыщение 1,6 м толщи почвогрунтов до 5020–5220 м³/га (рисунок 4.3).

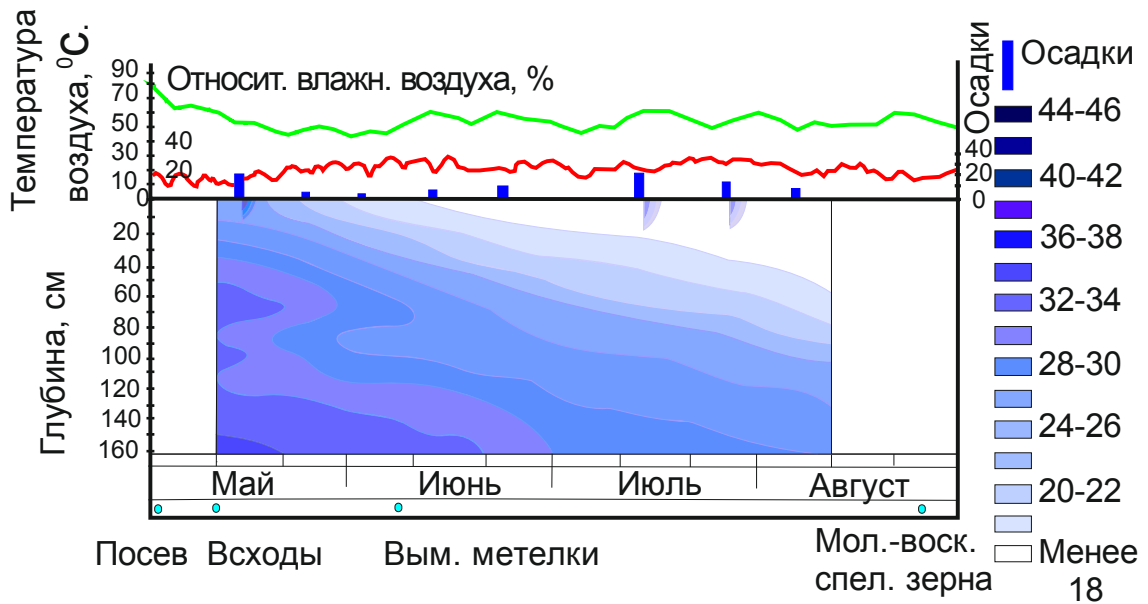


Рисунок 4.3 – Хроноизоплеты влажности почвогрунтов на лимане под посевами кукурузы в 1999 г. при осеннем затоплении оросительной нормой 2,0 тыс. м³/га, % от объема

В верхнем 0–0,5 м слое находилось 1423–1489 м³/га (77,4–81,0 % от НВ), в 0,5–1,0 м – 1621–1660 м³/га (96,9–99,3 % от НВ). Запасы 1,0–1,6 м слоя достигали 1974–2073 м³ /га (104,7–109,9 % от НВ). Переувлажненность 1,0–1,6 м слоя (выше НВ), поддерживалась за счет капиллярной каймы от УГВ (2,78 м).

До начала выметывания метелки складывался относительно благоприятные условия водного питания. Изредка выпадавшие осадки (от 20 до 30 мм) увлажняли верхний слой почвы и способствовали появлению всходов кукурузы. Высушивание почвы стимулировало заглубление корневой системы.

В период выметывания метелки влажность 0–0,5 м слоя снижалась до 54–55 % от НВ (982 и 1017 м³/га). В 0,5–1,0 м слое – до 75–79 % от НВ (1255–1321 м³/га). В целом за этот период из 1,6 м слоя почвогрунтов расходовалось от 68 до 71 % общих влагозапасов.

В период активного водопотребления кукурузы (выметывания метелки – потемнение нитей початков) влажность верхнего полуметрового слоя приближалась к влажности завядания (в 2000 году до 69 % от НВ).

Во время молочной спелости зерна кукурузы отмечалось сокращение влагозапасов 0–1,0 м слоя почвогрунтов до 2024–2522 м³/га (58–60 % НВ), в 0–0,5 м

слое до – 882–1259 м³/га (48–53 % НВ). Выпадающие в это время осадки не оказывали заметного влияния на водопотребление пропашной культуры. Практически полный расход посевами влаги 0–1,0 м слоя не останавливал дальнейший рост и развитие растений.

Минимальная водоотдача поддерживалась за счет запасов второго метра. Развитая корневая система кукурузы потребляла труднодоступную влагу из увлажненного (более 85–87 % от НВ) третьего полуметрового слоя почвы подпитываемого от капиллярной каймы за счет близкого расположения УГВ.

Как объясняет С.И. Харченко [706], в ночной (прохладный) период влага поднимается по капиллярам выше дневного уровня и обеспечивает частичное, но периодическое пополнение влагозапасов верхних горизонтов почвы.

Весеннее затопление в отличие от осеннего отодвигает срок поспевания почвы и сева кукурузы на более позднее время, когда повышается температура, иссушается воздух и увеличивается испарение влаги.

После весеннего затопления нормой 2,0 тыс. м³/га, в 1,6 м слое удерживалось 5448–5621 м³/га влагозапасов. Перед посевом кукурузы в 0–0,5 м слое влажность почвы соответствовала 82–84 % от НВ, в 0,5–1,0 м – 99–107 % от НВ, в 1,0–1,6 м (за счет соприкосновением с капиллярной каймой ГВ) – более НВ (рисунок 4.4).

Поздний срок сева (после сброса излишек воды и просыхания лимана) менял условия всходов, роста и развития растений. Процессы роста и формирования биомассы кукурузы в период до 7–9 листьев проходили на фоне большего увеличения температуры (на 5–7° С) и более пониженной относительной влажности воздуха (на 10–12 %), чем при осеннем затоплении.

Это способствовало ускорению роста, развития кукурузы, усилению интенсивности транспирации растений и испарения почвенной влаги.

Влажность 0–0,5 м слоя была на 3–5 % НВ выше, чем, при осеннем затоплении. Близость капиллярной каймы (в 0,5–1,0) длительное время способствовала повышению влажности почвогрунтов во втором и третьем полуметре.

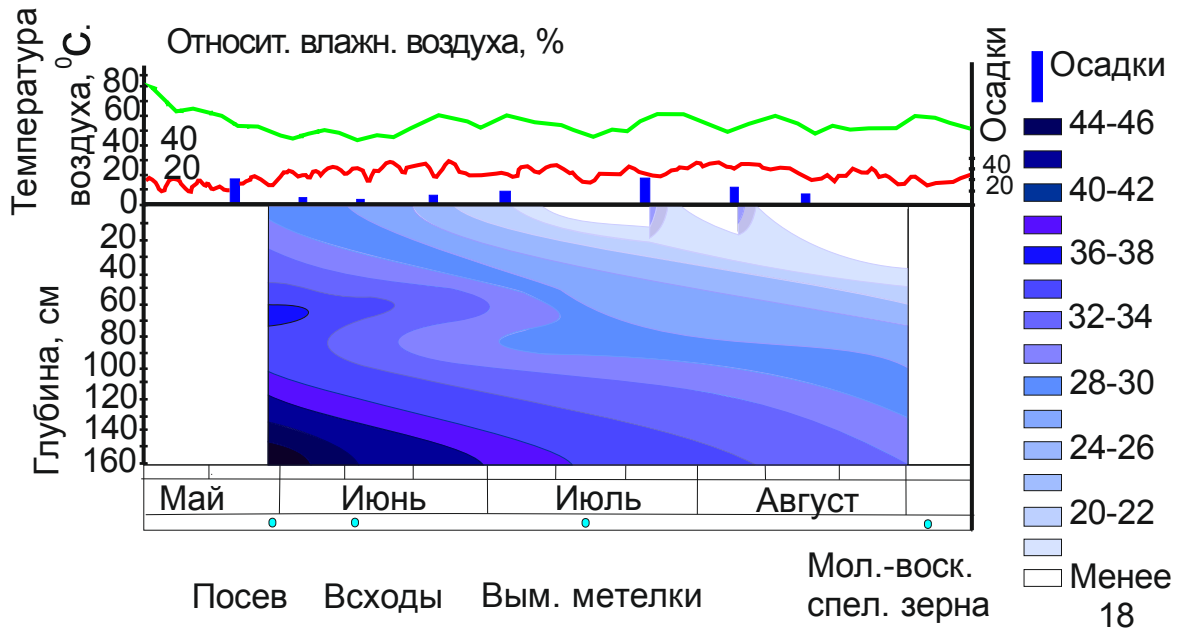


Рисунок 4.4 – Хроноизоплеты влажности почвогрунтов на лимане под посевами кукурузы в 1999 г. при весеннем затоплении оросительной нормой 2,0 тыс. м³/га, % от объема

Во время интенсивного потребления почвенной влаги (выметывание метелки – потемнение нитей початков) в верхнем 0–0,5 м слое почвенные влагозапасы сократились с 2607–3064 до 2226–2475 м³/га (с 64–65 до 53–59 % НВ).

От потемнения нитей початков до начала молочно-восковой спелости зерна кукуруза расходовала почти всю легкодоступную влагу. В верхнем полуметровом слое почвы отмечалось снижение влажности почвы до ВУЗ (48–50 % НВ), а втором полуметре – ниже границы оптимальной влажности (69–73 % НВ).

При повышении нормы затопления с 2,0 до 3,0 м³/га отмечалось равномерное увеличение почвенных влагозапасов.

При осеннем затоплении оросительной нормой 3,0 тыс. м³/га влажность 1,6-ти метрового слоя была на 381 м³/га выше, чем при норме 2,0 тыс. м³/га (приложение А.2).

При оптимальном сроке сева у кукурузы появлялись дружные всходы. В этот период влажность в 0–0,5 м слое почвы с 81–83 до 75–78 % от НВ.

В это время во втором полуметре влажность почвогрунтов оставалась на уровне 98–102 % от НВ (1635–1700 м³/га). Эти запасы способствовали хорошему влагообеспечению и хорошему развитию кукурузы в период

листообразования. Перед выметыванием метелки влагозапасы в 0–0,5 м слое снижались до 62–64 % НВ. В конце вегетации доступные влагозапасы в рассматриваемом слое сокращались до 876–928 м³/га (48–50 % НВ). Однако влажность 0,5–1,0 м слоя оставалась вполне приемлемой для обеспечения растений кукурузы легкодоступной влагой в течение длительного периода их роста и развития. Перед уборкой кукурузы влажность второго полуметра уменьшилась до 70–72 % от НВ.

Более благоприятный режим увлажнения почвы создавался весенним затоплением лимана оросительной нормой 3,0 тыс. м³/га (приложение А.3).

В сравнение с осенним сроком при весенней влагозарядке 1,6 м слой почвогрунтов содержал на 470 м³/га больше легкодоступной влаги. Этот факт объясняется наиболее высоким подъемом УГВ, зеркало которых перед посевом кукурузы отмечалось на глубине 1,6–1,7 м от поверхности почвы, и насыщением подпертой капиллярной влагой первого полуметрового слоя. При этом режиме затопления создавались оптимально высокие влагозапасы – 5819–6159 м³/га.

Снижение УГВ со скоростью 1,2 см/в сутки позволяло длительное время подпитывать верхние горизонты со стороны капиллярной каймы. Это обеспечивало высокую влажность корнеобитаемого слоя 64–66 % от НВ в фазу потемнения нитей початков (в 2000 г. 62 % НВ отмечались в фазу молочной спелости зерна).

Повышение нормы затопления весной до 4,0 тыс. м³/га перенасыщало почвогрунты влагой (таблица 4.2). Уровень грунтовых вод поднимался к поверхности до 0,8 м, что приводило к задержке подготовки почвы и проведения посева кукурузы почти на месяц. Влагозапасов хватало до молочной – молочно-восковой спелости зерна.

Осеннее затопление нормой 4,0 тыс. м³/га создавало весной перед началом сева кукурузы до 5870 м³/га почвенной влаги. При использовании нормы затопления 2,0 тыс. м³/га влагозапасы уменьшались на 760 м³/га. Посев кукурузы был в установленные сроки. Доступной влаги хватало до фазы начала молочной спелости зерна.

В заключение необходимо отметить, что использование нормы затопления от 2,0 до 4,0 тыс. м³/га при осеннем затоплении позволяет сеять кукурузу в оптимальные сроки. Однако её рост и развитие проходят в менее благоприятных условиях водного питания (особенно при небольших нормах – 2,0–2,5 тыс. м³/га), чем при весенней влагозарядке, из-за больших потерь водных ресурсов на пополнение ГВ.

Таблица 4.2 –Динамика влажности почвы под посевами кукурузы в условиях осеннего и весеннего затоплении лимана нормой 4,0 тыс. м³/га [640]

Слой почвы, м	14–16.05 (24.05–1.06)		10–17.06 (22–24.06)		22–24.07 (24.07–4.08)		19–28.08 (28–30.08)	
	% НВ	мм	% НВ	мм	% НВ	мм	% НВ	мм
Осеннее затопление								
0–0,5	84,8	155,5	79,1	145,3	69,3	127,4	52,1	95,2
0,5–1,0	108,2	181,0	96,5	161,4	86,7	144,9	77,1	128,8
0–1,0	98,9	336,3	87,4	306,7	77,6	272,3	63,8	224,0
1,0–1,6	132,9	250,5	120,1	226,3	108,9	205,4	97,6	183,9
0–1,6	108,8	586,9	98,8	533,0	88,6	477,7	94,3	408,2
Весеннее затопление								
0–0,5	101,5	186,5	93,4	171,7	73,9	135,9	60,6	111,3
0,5–1,0	136,3	227,8	127,6	213,3	106,8	178,6	88,3	147,7
0–1,0	118,2	414,7	109,7	384,9	89,6	314,5	73,8	208,9
1,0–1,6	135,2	254,8	134,5	253,7	127,3	226,4	120,1	226,3
0–1,6	124,1	669,5	118,4	638,6	102,8	554,3	89,9	485,3

Весеннее затопление сдвигает сроки сева почти на месяц (начало июня), в результате чего кукуруза всходит и развивается в более экстремальных условиях полупустыни. Улучшение водного режима почвы происходит благодаря капиллярной кайме близко расположенной опресненной подушки грунтовых вод.

Режимы лиманного орошения влияет на водопотребление кукурузы (таблица 4.3).

Меньше всего (2565 м³/га) посеы испаряли почвенную влагу при затоплении лимана осенью оросительной нормой 2,0 тыс. м³/га. Увеличение нормы затопления до 2,5; 3,0; 3,5 и 4,0 тыс. м³/га повысило суммарное водопотребление на 13, 29, 39 и 41 %, коэффициент водопотребления – на 5, 13, 18, 19 %.

По сравнению с осенним затоплением при весенней влагозарядке по мере возрастания оросительной нормы отмечалось увеличение суммарного испарения влаги на 220.....462 м³/га. Коэффициент водопотребления кукурузы при весеннем затоплении на 8–35 м³/т превышал показатели осенней влагозарядки.

Таблица 4.3 – Водопотребление кукурузы в зависимости от режимов лиманного орошения [640]

Оросительная норма, м ³ /га	Урожайность, т/га	Расход влаги из 1,6 м слоя почвы, м ³ /га	Расход грунтовых вод, м ³ /га	Использование осадков, м ³ /га	Суммарное испарение, м ³ /га	Коэффициент водопотребления, м ³ /т	Расход оросительной воды, м ³ /т
Осеннее затопление							
2000	21,61	1604	468	493	2565	119	93
2500	23,32	1658	757	493	2905	125	107
3000	24,53	1712	1109	493	3314	135	122
3500	25,25	1766	1297	493	3556	141	139
4000	25,43	1820	1307	493	3621	142	157
Весеннее затопление							
2000	18,10	1716	580	489	2785	154	110
2500	23,51	1757	949	489	3195	136	106
3000	25,81	1797	1398	489	3684	143	116
3500	26,02	1838	1691	489	4018	154	135
4000	25,89	1878	1708	489	4075	157	154

Актуальность применения небольших оросительных норм (2,0–2,5 тыс. м³/га) подтверждается данными затрат оросительной воды на производство 1 тонны зеленой массы кукурузы, при максимальном насыщении влагой 1,5–2,0 м слоя почвы и без особых потерь водных ресурсов на повышение УГВ.

Самыми экономичными режимами орошения по затратам водных ресурсов на 1 тонну зеленой массы кукурузы была норма затопления 2,0 тыс. м³/га в осенний период – 93 м³/т и 2,5 тыс. м³/га при затоплении лимана весной – 106 м³/га.

4.1.2 Режим влажности почвы и водопотребление многолетних трав в зависимости от норм осеннего и весеннего затопления лимана

Продуктивность многолетних трав зависит от влагообеспеченности верхнего (0–0,5 м) слоя почвы в основной период их вегетации. Очень важно создание оптимального режима лиманного орошения тесно связанного с биологическими особенностями многолетних злаков, которые заметно реагируют на тепловой режим, оросительную норму и продолжительность затопления.

Весеннее затопление лимана совпадает с подачей паводковой воды из р. Б. Узень в конце первой декады апреля, при начале отрастания многолетних трав и достижении среднесуточной температуры воздуха 5–6° С (таблица 4.4).

Таблица 4.4 – Режим влажности почвы и особенности проведения осеннего и весеннего затопления лимана (в среднем за 1999–2001, 2009–2010 гг.) [640]

Оросительная норма, м ³ /га	Период затопления			Влажность почвы, % НВ				
	Сумма среднесуточных положительных температур, °С	Дней	В т.ч. со среднесуточной температурой воздуха > 15°С	Слой почвы, м	Фаза развития трав			
					Кущение	Трубкование	Выметывание метелки	Начало цветения
Осеннее затопление								
2000	–	2	–	0–0,5	84	71	52	37
2500	–	3	–	0–0,5	89	76	53	39
3000	–	5	–	0–0,5	90	79	60	40
3500	–	7	–	0–0,5	92	80	61	43
4000	–	10	–	0–0,5	92	81	62	45
Весеннее затопление								
2000	58	7	0	0–0,5	90	76	57	41
2500	94	9	0	0–0,5	96	80	62	42
3000	134	12	0	0–0,5	102	91	70	45
3500	174	15	2	0–0,5	107	102	81	52
4000	222	18	5	0–0,5	110	107	95	64

Небольшие оросительные нормы – от 2,0 до 2,5 тыс. м³/га впитываются в период отрастания трав. До начала кущения эти варианты перенасыщались влагой (до 96 % НВ). При норме 3,0 тыс. м³/га оросительная вода впитывается во время кущения, а при 3,5 и 4,0 тыс. м³/га – в фазу трубкования злаков (рисунок 4.5).

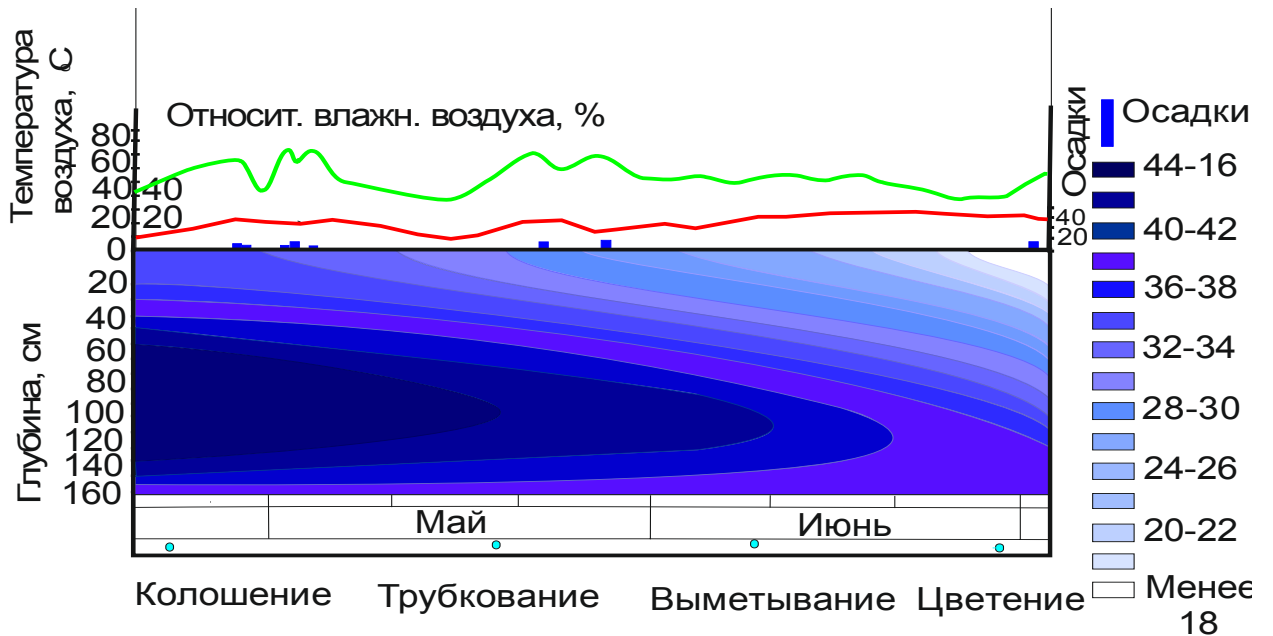


Рисунок 4.5 – Хроноизоплеты влажности почвогрунтов на лимане под посевами многолетних трав в 2010 г при весеннем затоплении оросительной нормой 3,0 тыс. м³/га, % от объема

Весной по не полно оттаявшей почве за первые сутки впитывается 700–800 м³/га, что вполне достаточно для насыщения 0–0,5 м слоя почвы. Оставшаяся часть оросительной воды фильтруется вниз и в зависимости от величины оросительной нормы оказывает влияние на изменение уровня грунтовых вод.

Эта норма полностью насыщает почвогрунты в течение 12 суток, при сумме положительных температур 134°С и при отсутствии экстремальной для злаковых трав температуре воздуха >15°С.

Повышение нормы затопления до 4,0 тыс. м³/га удлиняет продолжительность нахождения трав под водой до 18 дней, при наборе критических температур – 5 дней.

В период максимальной интенсивности прироста биомассы растений (выметывание – цветение) многолетние злаки, произрастающие на фоне норм затопления от 2,0 до 2,5 тыс. м³/га, попадают в условия недостатка легкодоступных

запасов влаги. В 0–0,5 м слое влажность почвы уменьшается с 57–62 % НВ до критических 40–42% НВ.

Затопление оросительной нормой 3,0–3,5 тыс. м³/га улучшает снабжение многолетних трав доступной влагой. В период выметывания метелки влажность корненасыщенного почвенного слоя находится в пределах 70–80 % НВ. При цветении многолетних трав влажность этого слоя почвы снижается до 45–53 % НВ.

При использовании повышенной нормы 4,0 тыс. м³/га происходит перенасыщение почвогрунтов. Во время трубкования – колошения влажность 0–0,5 м слоя почвогрунтов соответствует НВ и в период цветения она уменьшается до 64 % НВ.

Осенью высохшая с глубокими трещинами почва способствует провальной инфильтрации оросительной воды. За первые сутки почвогрунты впитывают более 1,5 тыс. м³/га оросительной воды, что почти в 2 раза больше, чем в ранневесенний период. Поэтому осеннее затопление менее продолжительно.

Влагообеспечение трав после осенней влагозарядки – наихудшее. Во время интенсивного формирования биомассы трав на всех вариантах влажность 0–0,5 м слоя находится в пределах 954–1138 м³/га (52–62 % НВ) (рисунок 4.6).

Режимы лиманного орошения (нормы, сроки затопления) влияют не только на обеспеченность трав доступной влагой, во время их максимального роста и развития, но и показатели использования ресурсов тепла на накопление урожая.

Обеспеченность многолетних злаков влагой, во время их трубкования (таблица 4.5), определяется формулой Н.В. Бова [70] :

$$K = (H + Q) : W_t, \quad (4.10)$$

где: H – количество легкодоступной влаги в 0–0,1 м слое почвогрунтов во время трубкования, м³/га; Q – всего осадков, м³/га; W_t – среднесуточные температура воздуха, сумма °С.

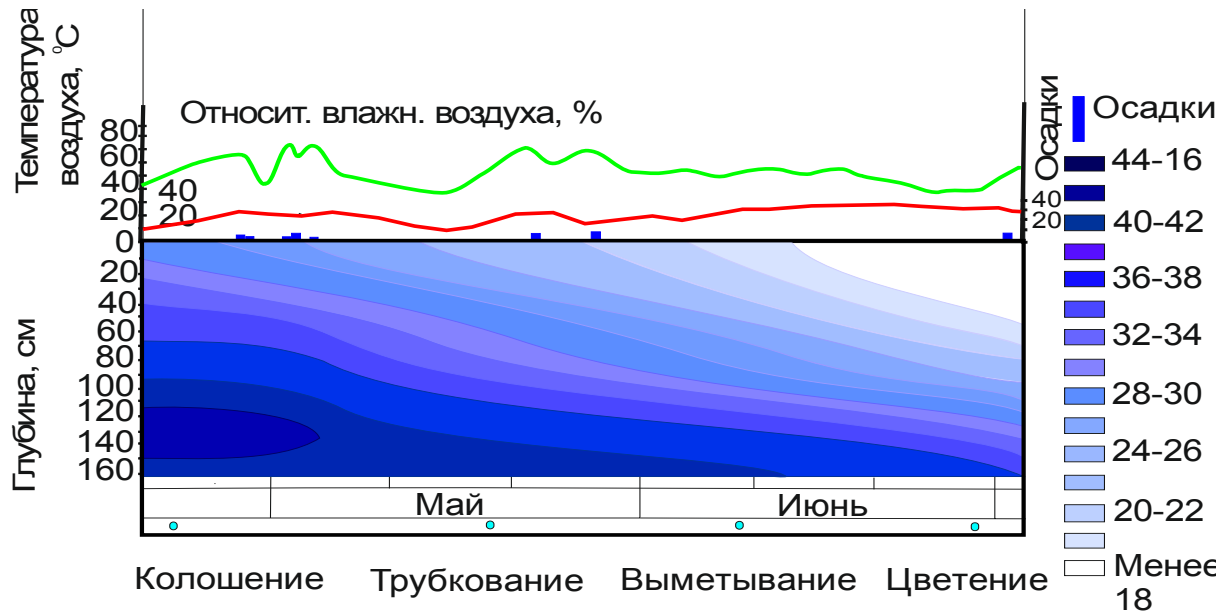


Рисунок 4.6 – Хроноизоплеты влажности почвогрунтов на лимане под посевами многолетних трав в 2010 г при осеннем затоплении оросительной нормой 3,0 тыс. м³/га, % от объема

Таблица 4.5 – Влагообеспеченность многолетних трав в период трубкавания в зависимости от режимов лиманного орошения, среднее за 1999–2001, 2009–2010 гг.

Норма затопления, м ³ /га	Запасы доступной влаги, м ³ /га	Сумма осадков используемых за период с 15 мая по 15 июня		Влагообеспеченность многолетних трав (по формуле Н.В. Бова)
		Осадки, м ³ /га	Среднесуточные температуры воздуха, °С	
Осеннее затопление				
2000	850	280	599	1,9
2500	1020	280	599	2,2
3000	1080	280	599	2,3
3500	1160	280	599	2,4
4000	1240	280	599	2,5
Весеннее затопление				
2000	1270	280	599	2,6
2500	1420	280	599	2,8
3000	1710	280	599	3,3
3500	1870	280	599	3,6
4000	2150	280	599	4,0

По нашим данным осенняя влагозарядка отличается самыми низкими показателями влагообеспеченности трав в фазу трубкования – 1,9–2,5. На фоне весеннего режима затопления эти показатели выше – 2,6–4,0.

При весеннем затоплении нормой 2,0 тыс. м³/га, расход ГВ корневой системой трав (расчеты по методике С.И. Харченко [706]) был менее 62 м³/га. С возрастанием поливной нормы до 4,0 тыс. м³/га их расход увеличился до 1128 м³/га. На фоне осеннего затопления расход ГВ при норме 2,0 тыс. м³/га был близок к весеннему – 53 м³/га, однако при норме 4,0 тыс. м³/га он уменьшился в 1,9 раза.

Анализ водного баланса и затрат оросительной воды на единицу продукции показал наибольшую эффективность весеннего затопления оросительной нормой 3,0 тыс. м³/га. На 1 т сена было израсходовано минимум почвенных влаги (765 м³) и оросительной воды (815 м³). Отрицательное или положительное изменение нормы затопления увеличивало коэффициент водопотребления до 874–1002 м³/т и повышало затраты поливной воды до 948–1058 м³/т при формировании 1 т сена.

По сравнению весенним затоплением, осенняя влагозарядка в 1,3–1,9 раза расточительней по отношению к водным ресурсам. При осенней подаче воды теряется до 48 % эффективности использования оросительной воды.

Нормы и сроки лиманного орошения влияют на интенсивность расхода влаги в течение вегетации многолетних злаков (таблица 4.6).

При осенней влагозарядке нормой 2,0 тыс. м³/га среднесуточный расход влаги не превышал 27,3 м³. Увеличение оросительной нормы до 3,5–4,0 тыс. м³/га усиливало общее водопотребление до 2456–2593 м³/га, что примерно соответствовало среднесуточному расходу влаги при использовании оросительной нормы 2,5–3,0 тыс. м³/га в условиях весеннего затопления лимана.

Максимальный среднесуточный расход влаги (45,6 м³) на перенасыщенных почвогрунтах отмечался при весеннем затоплении лимана нормой 4,0 тыс. м³/га.

Расчеты биофизического коэффициента (затраты воды на 1°[378]) выявили оптимизацию показателя (на 1°С расходуется 2,6 м³) при весенней влагозарядке.

При формировании урожая многолетних трав используется сумма среднесуточных температур в пределах от 1020–1110 °С. В условиях осенней

влажзарядки оросительными нормами от 2,0 до 4,0 тыс. м³/га на 1 °С затрачивалось от 1,9 до 2,5 м³ почвенной влаги, при весеннем затоплении – 2,0–3,1 м³ на 1 °С.

Таблица 4.6 – Показатели расхода влаги многолетними травами в зависимости от режимов лиманного орошения, в среднем за 1999–2001, 2009–2010 гг.

Период затопления	Норма затопления, м ³ /га	Общее водопотребление, м ³ /га	Период вегетации трав, дней	Среднесуточный расход влаги, м ³	Сумма ср. суточных температур воздуха за период вегетации, °С	Расход влаги на 1°С, м ³
Осенний	2000	1909	70	27,3	1017	1,88
	2500	2132	70	30,5	1017	2,10
	3000	2285	70	32,6	1017	2,25
	3500	2456	70	35,1	1017	2,41
	4000	2593	71	36,5	1038	2,49
Весенний	2000	2074	72	28,8	1058	1,96
	2500	2345	72	32,6	1058	2,22
	3000	2839	73	38,9	1079	2,63
	3500	3342	74	45,2	1091	3,06
	4000	3417	75	45,6	1112	3,07

Таким образом, наблюдение за потребностями злаковых трав в тепловых и водных ресурсах позволяет оптимизировать водный режим почвы без ущерба для эколого-мелиоративного состояния лиманных земель.

4.2 Питательный режим почвы в посевах кукурузы и многолетних трав

Питательный режим и биологическая активность почвы в опыте зависели от водного режима, погодных условий и особенностей агротехники (таблица 4.7).

Таблица 4.7 – Питательный режим на посевах кукурузы (0–0,5 м) и многолетних трав (0–0,3 м) в зависимости от режимов лиманного орошения [519]

В мг/кг почвы

Культура	Норма затопления, м ³ /га	Период затопления	9–10 л (кущение)		Выметывание метелки (трубкование)		Перед уборкой	
			N–NO ₃	P ₂ O ₅	N–NO ₃	P ₂ O ₅	N–NO ₃	P ₂ O ₅
Кукуруза	2500	осенний	15,4	25,7	11,6	23,2	5,5	22,3
		весенний	8,6	29,2	15,3	30,6	6,7	24,8
	4000	осенний	15,3	30,1	12,4	28,8	7,4	24,2
		весенний	7,3	28,8	16,5	30,7	9,2	25,4
Многолетние травы	2000–3000	осенний	11,7	19,1	8,7	20,8	5,4	12,7
		весенний	9,8	18,9	12,2	21,9	9,3	14,6
	3000–4000	осенний	8,7	17,7	11,8	21,6	6,3	13,2
		весенний	5,6	16,4	13,5	22,3	10,6	15,8

В условиях осеннего затопления почва к посеву кукурузы подходила созревшей и с более активной микробиологической деятельностью. После весеннего затопления почва была переувлажненной с недостаточным содержанием воздуха для микроорганизмов, что отразилось на содержании нитратов.

Так, при осенней влагозарядке на фоне оросительных норм 2,0 тыс. м³/га и 4,0 тыс. м³/га в почве содержалось 15,4 и 16,3 мг/кг нитратного азота, а после весеннего затопления соответственно 10,6 и 7,3 мг/кг.

Во время выметывания метелки, из-за различий в условиях аэрации и влажности почвы для процессов нитрификации, на фоне осеннего затопления количество нитратов снижалось, весенней влагозарядки – повышалось.

Повышенное содержание P₂O₅ в период интенсивного роста и развития растений соответствует мнению В.Д. Голубева [141] о повышении подвижности фосфора при улучшении водного режима почвы.

В последующие периоды роста и развития кукурузы содержание в почве доступных форм азота и фосфора уменьшалось, из-за повышения объема потребляемых элементов питания и снижения микробиологической активности почвы.

Повышенное содержание P_2O_5 в период интенсивного роста и развития растений соответствует мнению В.Д. Голубева [141] о повышении подвижности фосфора при улучшении водного режима почвы.

Оптимальные условия для питания злаковых трав в начале их развития отмечены при осеннем затоплении лимана оросительной нормой до 3,0 тыс. $m^3/га$. Влажность 0–0,5 м слоя при этом режиме затопления оптимальная – до 90 % НВ. Содержание $N-NO_3$ соответствует 11,7; P_2O_5 – 19,1 мг/кг почвы.

Во время трубкавания – выметывания (начало активного роста и накопление биомассы) наиболее благоприятный режим питания отмечается на фоне весеннего затопления нормой 3,0–4,0 тыс. $m^3/га$. В этих условиях содержание $N-NO_3$ в почве на 1,4–4,3 и P_2O_5 – на 0,7–2,6 мг выше показателей осенней влагозарядки.

При осеннем затоплении в этот период, из-за иссушения почвы и подавления микробиологических процессов, отмечается снижение азота и фосфора.

4.3 Влияние режимов затопления и удобрений на фитоклимат посевов и формирование биомассы кукурузы и многолетних трав

4.3.1 Обеспеченность кормовых культур тепловыми ресурсами

Полупустынная зона Заволжья отличается от остальных климатических зон наличием больших тепловых ресурсов. Сумма активных температур воздуха за вегетационный период достигает 3050–3300 °С (таблица 4.8). Фактическое использование тепла яровыми культурами при лиманном орошении ниже. Причина – позднее поспевание почвы после затопления лимана и оттягивание сроков сева.

При возделывании многолетних трав изменение срока затопления лимана больше влияет на водный режим почвы, чем на обеспеченность злаков теплом.

Таблица 4.8 – Влияние сроков затопления лиманов Заволжья на обеспеченность культур ресурсами тепла

Ресурсы тепла при 10°C		Используемые ресурсы тепла				
дней	$\Sigma t, ^\circ\text{C}$	Срок затопления	Кукуруза		Многолетние травы	
			дней	$\Sigma t, ^\circ\text{C}$	дней	$\Sigma t, ^\circ\text{C}$
Среднемноголетняя		Осенний	130–138	2700–2870	160–170	3200–3300
162	3050					
В среднем за период 1999–2001 гг.		Весенний	115–122	2400–2600	160–170	3200–3300
173	3330					

Весенняя влагозарядка сдвигает сроки сева на 3–4 недели, что сокращает объем тепла, необходимый для роста и развития кукурузы на 270–300°C.

Осеннее затопление лимана позволяет весной раньше созреть почве. В этих условиях кукуруза вызревает не только на силос, но и на зерно.

4.3.2 Температура воздуха и фенология развития многолетних трав

Многолетние злаки в Заволжье зависимы от температурного режима.

По мнению Бектимирова У.А. [59] для многолетних трав оптимальные условия формирования урожая соответствуют 10–12°C; набору положительных температур воздуха до 600–650°C в течение первых месяцев их развития и гидротермическому коэффициенту (ГТК) – 1,3–1,7. Лархер К.С. [347] и Бедарев С.А. [52] считают, что в полупустыне злаки адаптируются к повышенной температуре и наибольший их рост наблюдается после весеннего затопления при 16–18°C.

Многолетние злаковые травы располагают корневую систему близко от поверхности. Поэтому очень важно обеспечивать влагой верхние горизонты почвы.

Благоприятные условия для их развития создаются при 80–90 % НВ.

Создание этих условий возможно при норме затопления 3,5 тыс. м³/га.

Отмечено, что раннее отрастание злаков наблюдается на фоне осенней влагозарядки и более позднее – в условиях весеннего затопления (таблица 4.9).

Таблица 4.9 – Развитие многолетних трав в зависимости от режимов затопления [640], в среднем за 1999–2001, 2009–2010 гг.

Норма затопления, м ³ /га	Период затопления	Даты наступления						Период вегетации	
		+5 °С	отрастание	кущение	трубкование	выметывание	цветение	дней	сумма ср. сут. темп. воздуха, °С
2000	осень	4,04	9,04	1,05	19,05	5,06	13,06	70	1017
	весна	4,04	11,04	3,05	24,05	8,06	15,06	72	1058
2500	осень	4,04	9,04	1,05	19,05	5,06	13,06	70	1017
	весна	4,04	12,04	3,05	24,05	8,06	15,06	72	1058
3000	осень	4,04	9,04	1,05	19,05	5,06	13,06	70	1017
	весна	4,04	13,04	4,05	25,05	9,06	16,06	73	1079
3500	осень	4,04	9,04	1,05	19,05	5,06	13,06	70	1017
	весна	4,04	13,04	4,05	25,05	9,06	17,06	74	1091
4000	осень	4,04	10,04	2,05	20,05	6,06	14,06	71	1038
	весна	4,04	14,04	6,05	26,05	10,06	18,06	75	1112

Объясняется это тем, что почва после осеннего затопления весной быстрее прогревается, чем под слоем воды в весенний период. В результате ускоряется отрастание трав. После этого затопления развитие трав меньше зависит от норм затопления. Лишь одна оросительная норма 4,0 тыс. м³/га удлиняет их вегетацию на 1 день.

Повышение нормы (особенно до 4,0 тыс. м³/га) и длительности весеннего затопления задерживает на 1–3 дня отрастание, наступление фаз кущения, выметывания и начала цветения сеяных трав, по сравнению со злаками, возделываемыми на фоне небольших (2,0–2,5 тыс. м³/га) норм.

Период вегетации злаковых трав (при сумме температур 1017°С) на фоне осеннего затопления лимана нормами 2,0–3,5 тыс. м³/га составляет 70 дней, а при затоплении оросительной нормой 4,0 тыс. м³/га (1038°С) – 71 день.

При весенней влагозарядке 2,0–2,5 тыс. м³/га вегетация увеличилась до 72 дней (1058°С). Нормы 3,0–4,0 тыс. м³/га удлиннили ее этот до 73–75 дней (1079–1112°С).

Таким образом, улучшение влагообеспечения многолетних трав при весеннем затоплении способствует удлинению их вегетации на 1–3 дня или на 20–60°С. В то же время большие нормы затопления подавляют процессы роста и развития растений в начале их вегетации. А в следующем периоде (трубкование – выметывание) по мере создания оптимального режима влажности почвы, наоборот, улучшают физиологические процессы и способствуют накоплению урожая.

Следовательно, весенний режим затопления более физиологичен для злаковых трав, чем осенний. При осеннем затоплении формировании укосной массы (отрастание побегов) замедляется, развитие идет ускоренно, цветение наступает раньше срока (указывает на ухудшение условий [155]).

4.3.3 Рост, развитие и накопление урожая кукурузы на силос в зависимости от сроков и норм затопления лимана

Повышение оросительной нормы с 2,0 до 4,0 тыс. м³/га изменяло соответственно начальные запасы почвенной влаги, что в свою очередь влияло на интенсивность роста молодых растений до образования 13–14 листьев (таблица 4.10).

Отмечено, что интенсивность роста растений в период от 9–10 до 13–14 листьев увеличилась при осенней влагозарядке на фоне 2,0 тыс. м³/га до 0,038 м, а с 4,0 тыс. м³/га – до 0,041 м в сутки. При весеннем затоплении – до 0,038 и 0,045 м/сутки.

Наибольший прирост растений в высоту отмечался от 13–14 листьев до выметывания метелки. Для кукурузы это критический период в водопотреблении и среднесуточный прирост является индикатором условий ее произрастания. Если, на фоне осенней влагозарядки среднесуточный прирост при норме 2,0 тыс. м³/га составил 0,056 м, на варианте с 4,0 тыс. м³/га – 0,083, то при весеннем затоплении – 0,062 и 0,088 м/сутки.

Таблица 4.10 – Влияние сроков и норм затопления на высоту кукурузы [640]

В метрах

Норма затопления, м ³ /га	9–10 листьев	13–14 листьев	Выметывание метелки	Потемнение нитей початков	Начало молочно-восковой спелости
Осеннее затопление					
2000	0,405	0,896	1,509	1,568	1,556
2500	0,409	0,908	1,521	1,591	1,583
3000	0,412	0,923	1,579	1,663	1,641
3500	0,408	0,939	1,652	1,728	1,715
4000	0,411	0,943	1,686	1,762	1,746
Весеннее затопление					
2000	0,384	0,834	1,426	1,512	1,503
2500	0,392	0,865	1,513	1,620	1,602
3000	0,413	0,942	1,677	1,768	1,744
3500	0,414	0,953	1,706	1,785	1,771
4000	0,401	0,946	1,704	1,772	1,763

Различия между среднесуточным приростом при одинаковых режимах лиманного орошения, но в различных температурных условиях указывают на то, основными факторами, усиливающими или лимитирующими рост кукурузы, являются влагообеспечение и погодные условия, зависящие от посевных сроков.

Анализ показателей высоты растений показывает, что при осеннем затоплении на фоне наименьшей оросительная норма 2,0 тыс. м³/га высота кукурузы соответствовала 1,568 м. При норме 4,0 тыс. м³/га она увеличилась на 0,194 м.

Весеннее затопление улучшило условия влагообеспечения кукурузы. В отличие от осеннего затопления лимана нормой 3,0 тыс. м³/га, использование аналогичной весенней нормы увеличило рост кукурузы на 0,105 м, нормы – 3,5 тыс. м³/га – на 0,057 м. Снижение оросительной нормы до 2,0 тыс. м³/га повысило эффективность осенней влагозарядки, благодаря оптимальным

срокам сева кукурузы на следующий год. Кукуруза в этих условиях адаптировалась к засухе и заглубляла корневую систему. Во время потемнения нитей початков её высота была на 0,056 м выше сравниваемых посевов на фоне весенней влагозарядки.

Повышение нормы до 4,0 тыс. м³/га на фоне двух сроков затопления уравнивало показатели высоты растений (1,762–1,772 м.) на этих вариантах.

Анализ фотосинтетической деятельности кукурузы на силос позволил выделить следующие особенности (таблица 4.11).

Таблица 4.11 – Показатели фотосинтетической деятельности и урожайность кукурузы при различных режимах лиманного орошения [640]

Норма затопления, м ³ /га	Максимальная площадь листьев, тыс. м ² /га	ФП посевов, млн м ² . дней/га	Урожайность, т/га		Доля початков в общем урожае, %	На тысячу единиц ФП получено, кг	
			Початков в	Сухой биомассы		Початков в	Сухой биомассы
Осеннее затопление							
2000	22,9	1,46	6,22	4,33	28,8	4,26	2,97
2500	23,5	1,51	6,95	4,73	29,8	4,60	3,13
3000	24,4	1,55	7,54	5,00	30,8	4,86	3,22
3500	24,9	1,57	7,86	5,16	31,2	5,01	3,29
4000	25,5	1,61	7,98	5,18	31,4	4,96	3,22
Весеннее затопление							
2000	21,9	1,38	5,34	3,66	29,5	3,89	2,65
2500	22,8	1,44	6,92	4,79	29,4	4,81	3,33
3000	24,5	1,55	7,72	5,25	29,9	4,98	3,39
3500	26,5	1,66	7,88	5,31	30,3	4,75	3,20
4000	26,2	1,63	7,80	5,28	30,1	4,79	3,24

Размеры ассимилирующей поверхности растений при норме 3,0 тыс. м³/га и выше увеличивались при переходе от осеннего к весеннему затоплению. Снижение нормы до 2,0–2,5 тыс. м³/га повышало площадь листьев на фоне осенней влагозарядки.

В условиях весенней влагозарядки 2,0 тыс. м³/га фотосинтетический потенциал (ФП) составил 1,38, при норме 4,0 тыс. м³/га – 1,63 млн м² дней/га.

На фоне осеннего затопления ФП увеличился соответственно до 1,46 и 1,61 млн $\text{м}^2 \times \text{дней/га}$.

Нормы и сроки затопления влияли на синтез органической массы.

Вначале приросты сухой биомассы были незначительными. До 13–14 листьев ежедневный прирост сухой массы было незначительным 24–32 кг/га. От 14 листьев и начала до выметывания метелки он возрос до 91–117 кг/га в сутки.

До фазы потемнения нитей початков на всех вариантах отмечалось накопление до 74–77% органической массы. Во время налива зерна среднесуточные темпы образования биомассы снизились до 32–50 кг/га.

Формирование 180–260 ц силосной массы кукурузы на фоне различных режимов лиманного орошения обеспечивается общей площадью листового аппарата посевов соответствующей 22–26 тыс. $\text{м}^2/\text{га}$, которая в течение вегетации нарабатывает фотосинтетический потенциал достигающий 1,6 млн $\text{м}^2 \times \text{дней/га}$.

Исследования показали, что применение при осеннем и весеннем сроках затопления нормы 3,5–4,0 тыс. $\text{м}^3/\text{га}$ обеспечивает урожайность сухой массы от 5,18 до 5,28 т/га в которой содержится до 30–31 % початков с зерном восковой спелости. Этому способствует максимальная площадь листьев от 25,5 до 26,5 тыс. $\text{м}^2/\text{га}$ и фотосинтетический потенциал – от 1,61 до 1,66 млн $\text{м}^2 \times \text{дней/га}$.

Снижение нормы затопления до 2,0 тыс. $\text{м}^3/\text{га}$ ухудшило водный режим. В результате чего площадь фотосинтезирующих листьев уменьшилась на 2,6–4,6 тыс. $\text{м}^2/\text{га}$, ФП – на 9–17 %. Поэтому было недополучено 0,85–1,65 т/га сухой массы.

При оценке эффективности весеннего и осеннего затопления, необходимо отметить качественное преимущество осеннего срока, при котором на тысячу единиц ФП было сформировано 5,01 кг початков, а при весеннем – 4,98 кг.

Однако весеннее затопление нормой 3,0 тыс. $\text{м}^3/\text{га}$ позволило на 1 тысячу ФП получить большее количество (3,39 кг) сухой биомассы, чем осенняя влагозарядка (3,29 кг) с более весомой оросительной нормой (3,5 тыс. $\text{м}^3/\text{га}$).

4.3.4 Рост, развитие и накопление урожая многолетних трав

Сенокосы в системе луговых (кормовых или травяно-пропашных) севооборотов стабилизируют кормопроизводство (рисунок 4.7) и улучшают экологическое состояние лиманных агроландшафтов.



Рисунок 4.7 – Сенокосение на лимане Бурдинский и выпас животных на скошенном участке

Основным показателем, определяющим продуктивность сенокосов (в зависимости от режимов лиманного орошения), является высота, толщина побегов и густота многолетних злаков (таблица 4.12).

Выявлено, что в период отрастания, кущения и трубкования прирост стеблей медленный – 0,8–1,1 см в сутки. При осенней влагозарядке их максимальная высота не превышает 0,34–0,35 м, на фоне весеннего затопления – 0,35–0,44 м.

В период трубкования – выметывания метелки среднесуточный прирост трав возрастает после осеннего затопления до 17–18, весеннего – 21–30 мм.

В начале цветения высота травостоя максимальна: при осенней влагозарядке 4,0 тыс. м³/га – 0,66 м, при весеннем затоплении 3,5 тыс. м³/га – 0,95 м.

Во время выметывания и цветения метелки, наряду с замедлением роста, утолщаются стебли, что влияет на массу стеблей в структуре урожая.

Уменьшение стеблей в период цветения метелки (3,5–3,8 мм) отмечалось при осенней влагозарядке, увеличение (3,7–4,0 мм) – на фоне весеннего затопления.

Таблица 4.12 – Влияние сроков и норм лиманного орошения на высоту и толщину побегов многолетних трав

Период затопления	Норма затопления, м ³ /га	Кущение		Трубкавание		Выметывание метелки		Начало цветения	
		высота, м	толщина, мм	высота, м	толщина, мм	высота, м	толщина, мм	высота, м	толщина, мм
Осень	2000	0,217	2,1	0,327	2,7	0,573	3,1	0,584	3,5
	2500	0,219	2,1	0,339	2,7	0,602	3,1	0,617	3,7
	3000	0,220	2,1	0,341	2,7	0,622	3,2	0,636	3,7
	3500	0,225	2,1	0,343	2,7	0,649	3,2	0,658	3,7
	4000	0,229	2,1	0,351	2,7	0,655	3,3	0,663	3,8
Коэффициент вариации, %		2,5	0	2,6	0	5,5	2,7	5,1	2,9
Весна	2000	0,228	2,1	0,354	2,7	0,675	3,1	0,687	3,7
	2500	0,237	2,1	0,416	2,8	0,836	3,5	0,861	3,9
	3000	0,244	2,2	0,447	2,8	0,869	3,5	0,913	3,9
	3500	0,251	2,2	0,436	2,8	0,903	3,5	0,953	4,0
	4000	0,239	2,1	0,381	2,7	0,888	3,5	0,937	4,0
Коэффициент вариации, %		3,6	2,5	8,6	2,0	11,1	5,3	12,5	3,1

Исследование листовой поверхности костреца безостого представляют ценные сведения об интенсивности фотосинтеза и об ассимиляции его продуктов, степени их участия в нарастании биомассы и о влиянии на качество сена.

Максимальная площадь листьев формировалась во время цветения трав на фоне достаточного высокого (3,5–4,0 тыс. м³/га) влагообеспечения (таблица 4.13).

Так, после осенней влагозарядки она достигла 13,0, при весеннем затоплении – 19,4 тыс. м²/га.

Наибольший ФП отмечался при весеннем затоплении, а наименьший – при осенней влагозарядке (таблица 4.14).

То есть, не смотря на использование осенью максимальной (4,0 тыс. м³/га) оросительной нормы ФП костреца не превысил 523 тыс. м²/га дней, тогда как при весеннем затоплении уменьшенной на 500 м³/га нормой показатели ФП возросли на 45 %, достигли 759 тыс. м²/га дней.

Таким образом, оптимальным сроком затопления трав является весенний, совпадающий со сроком прохождения паводковых вод

Таблица 4.13 – Влияние сроков и норм затопления на формирование площади листьев многолетних трав

Период затопления	Норма затопления, м ³ /га	Площадь листьев, тыс. м ² /га			
		кущение	трубкование	выметывание	начало цветения
Осень	2000	3,80	7,19	9,67	11,49
	2500	3,86	7,36	9,85	11,89
	3000	4,20	7,87	10,76	12,79
	3500	4,25	8,09	10,87	12,92
	4000	4,27	8,14	10,93	13,01
Весна	2000	3,91	7,88	10,13	12,61
	2500	4,70	9,95	12,63	15,75
	3000	5,43	11,58	15,19	18,77
	3500	5,64	12,23	15,52	19,41
	4000	5,58	12,01	15,43	19,31

Таблица 4.14 – Фотосинтетический потенциал посевов многолетних злаков в зависимости от периода и нормы затопления лимана

В тысячах м² на 1 гектар

Период затопления	Норма затопления, тыс. м ³ /га				
	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0
Осень	461	476	515	519	523
Весна	490	624	738	759	755

Самой оптимизированной по условиям влагообеспечения нормой весеннего затопления кострцового травостоя является 3,5 тыс. м³/га.

Урожай сена многолетних злаков зависит от условий благоприятствующих накоплению сухой массы. Биосинтез органических веществ зависит от влагообеспеченности и сбалансированности минерального питания растений.

Используемые режимы лиманного орошения влияют на изменение биомассы многолетних трав уже в начальные периоды их роста и развития (таблица 4.15).

Весеннее затопление лимана небольшими нормами (2,0–2,5 тыс. м³/га) создает в ранний период развития многолетних трав благоприятные условия увлажнения и питания, а также оптимальные условия теплового баланса и аэрации, что активизирует биохимические процессы и рост культивируемых растений.

Таблица 4.15 – Влияние режимов затопления на прирост биомассы многолетних трав

Период затопления	Норма затопления, м ³ /га	Сухая биомасса, т/га				% влажности			
		Кущение	Трубкавание	Выметывание	Начало цветения	Кущение	Трубкавание	Выметывание	Начало цветения
Осеннее	2000	0,20	0,31	0,70	1,55	88,0	87,2	82,1	78,1
	2500	0,20	0,35	0,83	1,84	88,2	87,6	82,3	78,3
	3000	0,20	0,38	0,91	1,97	88,4	87,7	82,5	78,7
	3500	0,21	0,39	0,92	2,02	88,6	87,9	82,6	78,7
	4000	0,21	0,40	0,93	2,07	88,7	88,1	82,8	79,9
Весеннее	2000	0,20	0,32	0,74	1,76	88,2	87,6	82,5	78,3
	2500	0,20	0,32	1,09	2,52	88,3	87,6	82,7	78,4
	3000	0,19	0,31	1,35	3,02	88,7	88,4	84,6	79,5
	3500	0,18	0,30	1,50	3,36	90,0	90,1	86,9	80,1
	4000	0,16	0,26	1,43	3,08	92,9	91,0	88,1	82,2

После осеннего затопления благоприятные условия создаются гораздо раньше, так как оросительная вода впитывается в почвогрунты еще осенью.

Все это ускоряет рост и развитие многолетних трав. Однако во второй части вегетационного периода (выметывание метелки – цветение) осенняя влагозарядка и весеннее затопление сокращенной нормой 2,0–2,5 тыс. м³/га, из-за ухудшения водного режима, не обеспечивают необходимых темпов накопления сухой массы злаков.

Увеличение весенней нормы затопления лимана до 3,0–4,0 тыс. м³/га, не смотря на некоторое подавление ростовых процессов в начальные фазы роста и развития растений, в дальнейшем – во время выметывания и цветения трав, наоборот, улучшает водное питание злаков и оптимизирует процессы биосинтеза.

Норма 3,5 тыс. м³/га, в отличие от 2,0 тыс. м³/га, увеличивает темпы накопления органического вещества в начале выметывания метелки в 2 раза.

На фоне максимальной нормы затопления 4,0 тыс. м³/га повышение биосинтетической интенсивности сдвигается в конец фазы выметывания метелки.

Наиболее активно (+/- 50 %) формируется сухая масса в период от начала выметывания метелки до начала цветения многолетних трав. Раннее скашивание трав (в фазу выметывания) приводит к недобору до 40 % сена [515].

Таким образом выявлено, что весеннее затопление 3,5 тыс. м³/га позволяет получать в 1,62 раза больше сухой массы (3,36 т/га), чем 4,0 тыс. м³/га при осенней влагозарядке, где синтез органического вещества не превышает 2,07 т/га.

4.4 Продуктивность кормовых культур

4.4.1 Продуктивность кукурузы на силос в зависимости от сроков и норм лиманного орошения

Дальнейшие исследования сроков и норм лиманного затопления в 1999–2001 гг. позволили дополнить ранее выявленные закономерности [637, 665] в изменении структуры урожая кукурузы (таблица 4.16).

При использовании небольшой нормы затопления (2,0 тыс. м³/га) в зависимости от весеннего или осеннего срока затопления была сформирована соответствующая структура урожая: сырая масса растений – 288,7 и 344,9 г., количество початков – 0,84 шт. на 1 раст., масса початков – 99,5 и 117,7 г.

Повышение нормы затопления в весенний период до 3,5 тыс. м³/га и осенью до 4,0 тыс. м³/га улучшило структуру урожая по показателям: сырой массы растений соответственно на 43,3 и 17,3 %, по количеству початков на 1 растении – на 7,1 %, по массе початков – на 40,1 и 19,5 %, доли початков в урожае на 1,3 и 2,6 % (в абс. знач.).

Урожай кукурузы на силос зависел от динамики почвенных влагозапасов, созданных сроками и нормами лиманного затопления (таблица 4.17).

Так, после весеннего затопления лимана 2,0 тыс. м³/га продуктивность кукурузы не высокая – 18,1 т/га. Использование той же оросительной нормы при осенней влагозарядке повышает урожайность до 21,61 т/га, или на 19 %.

Таблица 4.16 – Структура урожая кукурузы в зависимости от сроков и норм лиманного орошения [640]

Норма затопления, м ³ /га	Кол-во растений на 1 га, тыс. шт.	Масса одного растения, г	Початки на одном растении		Урожай початков, т/га	Урожайность кукурузы, т/га	Доля початков, %
			кол-во, шт.	масса, г			
Осеннее затопление							
2000	62,6	344,9	0,84	117,7	6,22	21,61	28,8
2500	62,9	370,4	0,86	127,9	6,95	23,32	29,8
3000	62,8	390,2	0,88	135,9	7,54	24,53	30,8
3500	62,9	400,9	0,90	139,3	7,86	25,25	31,2
4000	62,8	404,4	0,90	140,6	7,98	25,43	31,4
Весеннее затопление							
2000	62,6	288,7	0,84	99,5	5,25	18,1	29,0
2500	62,8	374,1	0,88	125,7	6,92	23,51	29,4
3000	62,9	409,8	0,89	137,2	7,72	25,81	29,9
3500	62,8	413,8	0,90	139,4	7,88	26,02	30,3
4000	62,8	412,2	0,89	139,1	7,80	25,89	30,1

Таблица 4.17 – Урожайность кукурузы в зависимости от норм и сроков затопления лимана [640]

В тоннах на 1 гектар

Погодные условия в годы исследований	Период затопления (фактор А)	Оросительная норма, тыс. м ³ /га (фактор В)					НСР ₀₅ ($F_{\phi} > F_t$)		
		2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	варианты	фактор А	фактор В
засушливые	осень	19,76	21,62	22,67	22,73	22,79	2,16	–	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			

По всей видимости, более ранний сев в условиях осенней влагозарядки создает достаточно благоприятную среду обитания для растений в начальный период их развития.

Весеннее затопление отодвигает посев кукурузы на две недели. После чего период образования основной ассимиляционной поверхности кукурузы попадает в более жесткие погодные условия, сопряженные с воздушной засухой. Отмечается повышение расхода влаги на испарение и сокращение межфазных периодов, что отрицательно влияет на интенсивность накопления органического вещества.

Минимальное затопление лимана (2,0 тыс. м³/га) в осенний или весенний период не создает для кукурузы оптимального водного режима. После окончания выметывания метелки растения попадают в условия водного дефицита.

Повышение оросительной нормы до 2,5–3,5 тыс. м³/га улучшает влагообеспечение кукурузы и поднимает её урожайность при осеннем затоплении лимана до 23,3–25,3 (на 7,9–16,8 %), при весеннем – до 23,5–26,02 т/га (на 29,9–43,8 %).

Наибольшая норма затопления 4,0 тыс. м³/га подняла урожайность лишь при осенней влагозарядке на 17,7 %, или до 25,43 т/га. Весной эта норма не эффективна.

Формирование продуктивности кукурузы, по всей видимости, определялось тремя факторами – водным, питательным и тепловым режимами, на которые оказывали непосредственное влияние нормы и сроки затопления лимана.

Например, небольшие нормы затопления (2,0 тыс. м³/га) приемлемы для осенней влагозарядки, чем после весеннего затопления, так как позволяют растениям кукурузы лучше адаптироваться к неблагоприятным условиям.

Повышение (более 2,5 тыс. м³/га) нормы затопления было более благоприятно для весеннего срока. В отличие от осенней влагозарядки, при весеннем затоплении отмечалось улучшение влагообеспеченности растений. Этому способствовало капиллярное подпитывание верхних слоев почвы от близко расположенной опресненной верховодки ГВ. На фоне осеннего затопления увеличение нормы орошения – малоэффективно из-за значительных потерь водных ресурсов в осенне-зимний период.

Указанные особенности формирования урожайности кукурузы от норм затопления отражены в уравнениях криволинейной регрессии [640] (рисунок 4.8):

при осеннем затоплении:

$$y = -1,2005x^2 + 9,1199x + 8,1411, \eta=0,53; \quad (3.11)$$

при весеннем затоплении:

$$y = -3,7629x^2 + 26,195x - 18,972, \eta=0,87; \quad (3.12)$$

где y – урожайность, т/га; x – оросительная норма, тыс. м³/га; η – корреляционное отношение.

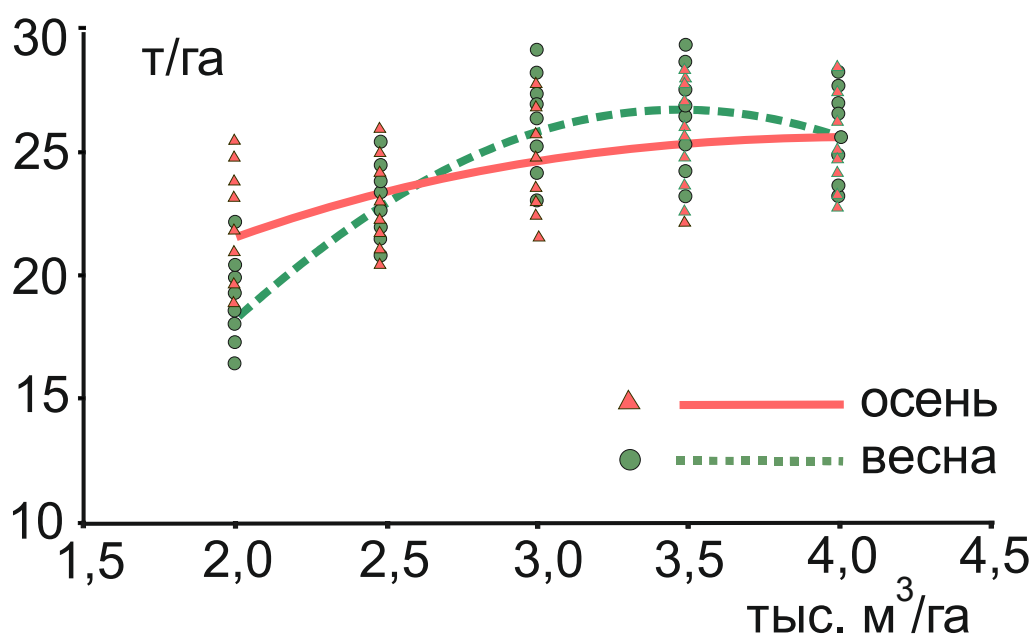


Рисунок 4.8 – Зависимость урожайности кукурузы на силос от сроков и нормы затопления.

Более точное прогнозирование урожайности возможно при учете не только нормы затопления, но и погодных условий вегетационного периода [640]:

при осеннем затоплении:

$$U = -1,014n^2 + 8,00n + 151,0 + 0,272 vl - 0,133 t; r = 0,994, R^2=0,987; \quad (3.13)$$

при весеннем затоплении:

$$U = -3,76n^2 + 26,2n + 69,6 + 0,505 vl - 0,0757 t; r=0,992, R^2=0,985; \quad (3.14)$$

где: U – урожайность, т/га; n – норма затопления, тыс. м³/га; vl – относительная влажность воздуха за июль и август, %; t – сумма среднесуточных температур

воздуха за июль и август, $^{\circ}\text{C}$; r – коэффициент корреляции; R^2 – коэффициент детерминации.

С позиций экологической целесообразности и рационального природопользования, важнейшим хозяйственным показателем является количество накопленной биомассы кукурузы, относительно затраченного 1 м^3 оросительной воды.

Полученные данные (таблица 4.18) свидетельствуют об эффективности использования оросительной нормы $2,0 \text{ тыс. м}^3/\text{га}$ при осенней влагозарядке и $2,5 \text{ тыс. м}^3/\text{га}$ – при весеннем затоплении лимана. На фоне указанных норм и сроков затопления окупаемость дефицитных водных ресурсов продукцией из кукурузы максимальна. При осеннем затоплении она достигает $10,8$, а при весеннем – $9,4 \text{ кг}$ на 1 м^3 оросительной воды.

Таблица 4.18 – Окупаемость затрат оросительной воды урожаем кукурузы [640]

В килограммах зеленой массы на 1 м^3 оросительной воды

Срок затопления	Годы	Оросительные нормы, $\text{м}^3/\text{га}$				
		2000	2500	3000	3500	4000
Осенний	засушливые	9,88	8,66	7,56	6,49	5,69
	увлажненные	12,11	10,33	9,04	8,09	7,14
	средние	10,42	9,00	7,93	7,06	6,23
	в среднем	10,80	9,33	8,18	7,21	6,36
Весенний	засушливые	8,36	8,79	8,08	6,99	6,08
	увлажненные	9,88	10,11	9,26	8,01	6,97
	средние	8,91	9,31	8,47	7,30	6,36
	в среднем	9,05	9,40	8,60	7,43	6,47

Дальнейшее возрастание нормы до $4,0 \text{ тыс. м}^3/\text{га}$ увеличивает инфильтрационные потери поливной воды, которые пополняют УГВ. Поэтому, на фоне этой нормы (не смотря прирост урожая) снижается окупаемость затрат на единицу продукции: при осеннем затоплении – на 41% , при весеннем – на 29% . Таким образом, целесообразно использование в условиях осенней влагозарядки почвы нормы $2,0 \text{ тыс. м}^3/\text{га}$, а при весеннем затоплении – $2,5 \text{ тыс. м}^3/\text{га}$.

4.4.2 Продуктивность многолетних трав в зависимости от режимов лиманного орошения

Изучение сроков и норм лиманного орошения определили их влияние на структуру урожая трав и показатели фотосинтетической деятельности (таблица 4.19).

Таблица 4.19 – Структура урожая сена многолетних трав и показатели фотосинтетической деятельности при различных сроках и нормах затопления лимана [640], в среднем за 1999–2001, 2009–2010 гг.

Норма затопления, м ³ /га	Максимальная площадь листьев, тыс. м ² /га	ФП посевов, млн м ² дней/га	Густота побегов злаков, шт./м ²	Высота побегов, м	Сухая масса 1 стебля, г	Урожайность сена, т/га	Выход сена на 1 тыс. ФП, кг
Осеннее затопление							
2000	11,49	0,461	609	0,551	0,29	1,72	3,73
2500	11,89	0,476	630	0,582	0,33	2,08	4,37
3000	12,79	0,515	637	0,602	0,36	2,29	4,45
3500	12,92	0,519	640	0,621	0,37	2,34	4,51
4000	13,01	0,523	649	0,635	0,37	2,36	4,51
Весеннее затопление							
2000	12,61	0,490	635	0,651	0,31	1,93	3,94
2500	15,75	0,624	682	0,816	0,41	2,79	4,47
3000	18,77	0,738	745	0,865	0,45	3,35	4,54
3500	19,41	0,756	756	0,889	0,47	3,51	4,64
4000	19,31	0,755	741	0,882	0,47	3,45	4,57

Выявлено, что осенняя влагозарядка лимана 2,0–4,0 тыс. м³/га – малоэффективна, так как злаки формируют небольшую густоту стеблей 609–649 шт./м², их высоту – 0,55–0,64 м, массу 1 сухого стебля – 0,29–0,37 г, площадь листьев – 11,5–13,0 тыс. м²/га, ФП – 0,46–0,52 млн м² дней/га и урожай сена – 1,72–2,36 т/га.

Наиболее предпочтительно весеннее затопление. На его фоне при норме затопления 3,5 тыс. м³/га отмечены наилучшие показатели структуры урожая трав: густота стеблестоя – 756 шт./м², высота – 0,89 м, масса 1 стебля – 0,47 г, площадь листьев – 19,4 тыс. м²/га, ФП – 0,756 млн м² дней/га и вход сена на 1 тыс. ФП – 4,64 кг.

Отмечено, что при весенней влагозарядке злаки обеспечивают увеличение побегообразования на 15 %, возрастание их массы в 1,3 раза, высоты – на 0,25 м, площади листьев – почти на 50 %, ФП – в 1,5 раза, чем при осеннем затоплении. При этом 1 тыс. единиц фотосинтетического потенциала формируется на 100–200 г больше сена, чем при осеннем затоплении. В итоге, при весеннем затоплении лимана продуктивность трав, отличие от осенней влагозарядки – в 1,5 раза выше.

Эколого-мелиоративная основа технологии выращивания многолетних трав на лиманах заключается в оптимизации влажности почвы и питания растений. Недостаточность или избыточность этих факторов нарушает баланс в экосистеме и снижает эффективность использования природных ресурсов.

Исследования режимов орошения многолетних трав на БСЛЮ позволили накопить научно-практический опыт об использовании инженерных лиманов.

Было выявлено, что небольшая (2,0 тыс. м³/га) оросительная норма – малоэффективна. При ней урожайность сена многолетних трав не превышает в условиях осеннего и весеннего затопления 1,72 и 1,93 т/га (таблица 4.20).

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. Дальнейшее возрастание нормы затопления на 500 м³/га снижает прибавки урожая.

Однако, от нормы 3,0–3,5 тыс. м³/га получают наибольшее (3,51 т/га) количество кормов, в 1,81 раза превышающие показатели варианта с 2,0 тыс. м³/га и в 1,5 раза – показатели (2,36 т/га) варианта с 4,0 тыс. м³/га на фоне осенней влагозарядки.

Таблица 4.20 – Урожайность сена многолетних злаковых трав в зависимости от режимов лиманного орошения

В тоннах на 1 гектар

Срок затопления (фактор А)		Оросительная норма, тыс. м ³ /га (фактор В)					НСР ₀₅ (F _ф > F _t)		
Год	Период	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	Варианты	Фактор А	Фактор В
1999	осенний	1,78	2,09	2,35	2,37	2,39	0,285	0,128	0,202
	весенний	1,91	2,80	3,45	3,59	3,53			
2000	осенний	1,96	2,34	2,59	2,61	2,64	0,203	0,091	0,143
	весенний	2,24	3,23	3,87	4,02	3,99			
2001	осенний	1,90	2,29	2,50	2,52	2,53	0,238	0,106	0,168
	весенний	2,18	3,06	3,72	3,85	3,82			
2009	осенний	1,65	1,98	2,12	2,21	2,24	0,265	0,118	0,187
	весенний	1,84	2,69	3,12	3,29	3,21			
2010	осенний	1,33	1,72	1,89	1,99	2,01	0,268	0,120	0,190
	весенний	1,52	2,15	2,58	2,79	2,71			
В среднем	осенний	1,72	2,08	2,29	2,34	2,36	0,252	0,113	0,178
	весенний	1,93	2,79	3,35	3,51	3,45			

Математический анализ позволил определить возможность прогнозирования урожайности сена злаковых трав (методом криволинейной регрессии) в зависимости от норм затопления лимана [640] (рисунок 4.9):

при осенней влагозарядке:

$$y = -0,2571x^2 + 1,8509x - 0,7857, \eta = 0,88; \quad (4.15)$$

при весеннем затоплении:

$$y = -0,6943x^2 + 4,9917x - 5,0954, \eta = 0,95; \quad (4.16)$$

где: y – урожайность, т/га; x – норма затопления, тыс. м³/га; η – корреляционное отношение.

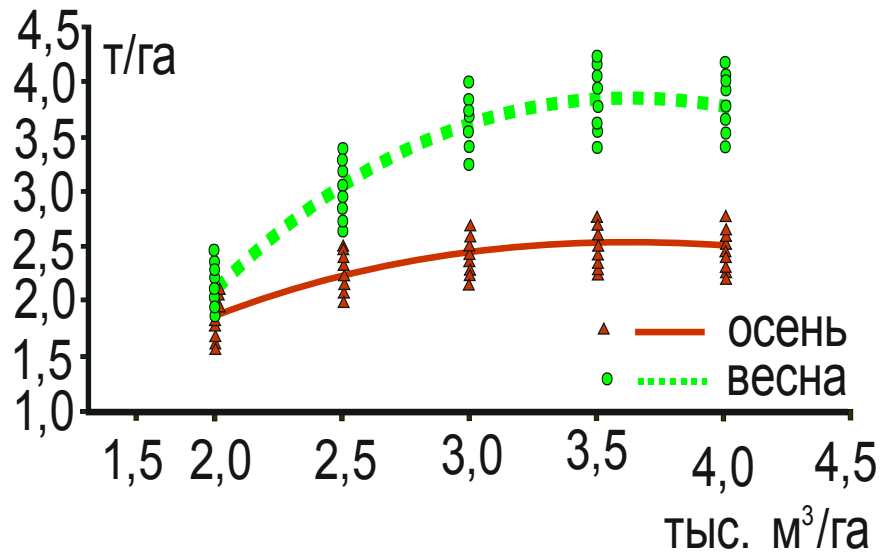


Рисунок 4.9 – Зависимость урожайности многолетних трав на сено от сроков и норм затопления

Прогнозировать урожайность можно не только на основе показателей режима затопления, но и при учете погодных условий в течение вегетации (приложение А.4, А.5):

при осеннем затоплении:

$$U = -0,256n^2 + 1,84n - 1,940 + 0,0191vl; r = 0,954, R^2 = 0,910; \quad (4.17)$$

при весеннем затоплении:

$$U = -0,69n^2 + 4,98n - 7,138 + 0,0338vl; r = 0,979, R^2 = 0,958; \quad (4.18)$$

где: U – урожайность, т/га; n – оросительная норма, тыс. м³/га; vl – относительная влажность воздуха в мае месяце, %; r – коэффициент корреляции; R^2 – коэффициент детерминации.

Оценивая режимы лиманного орошения с точки зрения водо-, ресурсосбережения и кормовой продуктивности можно отметить низкую эффективность осенней влагозарядки, при которой затраты поливной воды не соответствуют количеству получаемого урожая сена многолетних злаковых трав (таблица 4.21).

Самая большая окупаемость затрат поливной воды при осеннем затоплении урожаем сена (0,9 кг/м³) отмечена при норме 2,0 тыс. м³/га.

Таблица 4.21 – Окупаемость затрат оросительной воды урожаем сена многолетних трав при различных режимах лиманного орошения [640]

В килограммах сена на 1 м³ оросительной воды

Период затопления	Год	Оросительные нормы, м ³ /га				
		2000	2500	3000	3500	4000
Осенний	1999	0,89	0,84	0,78	0,68	0,60
	2000	0,98	0,94	0,86	0,75	0,66
	2001	0,95	0,92	0,83	0,72	0,63
	2009	0,83	0,79	0,71	0,63	0,56
	2010	0,66	0,69	0,63	0,57	0,50
	Среднее	0,88	0,84	0,76	0,67	0,58
Весенний	1999	0,96	1,12	1,15	1,03	0,88
	2000	1,12	1,29	1,29	1,15	0,99
	2001	1,09	1,22	1,24	1,10	0,96
	2009	0,92	1,08	1,04	0,94	0,80
	2010	0,76	0,86	0,86	0,79	0,68
	Среднее	0,97	1,11	1,12	1,00	0,86

Весенняя влагозарядка повышает продуктивность лиманов на 50 %, а окупаемость 1 м³ оросительной воды урожаем сена – в 1,3 раза.

Наиболее ресурсосберегающая норма, при весеннем затоплении лимана – 3,0 тыс. м³/га. Она позволяет получать до 1,12 кг сена на каждый затраченный 1 м³ паводковой воды, то есть в 1,15–1,30 раз больше, чем самой низкой (2,0 тыс. м³/га) или самой высокой (4,0 тыс. м³/га) оросительной норме.

4.4.3 Питательная ценность и качество корма из кукурузы в зависимости от сроков и норм затопления лимана

Данные анализа качества силосной массы кукурузы позволили оценить влияние сроков и норм затопления на качество кормовой продукции (приложение Б.26).

Было выявлено, что при осеннем затоплении силосный корм более обеспечен протеином (на 23–24 %) и содержанием клетчатки (на 8–14%), но при

этом обеднен жиром (на 11–31%), БЭВ (на 5–20%) и кальцием (на 17–30 %) по сравнению с весенним затоплением лимана. Количество золы на фоне двух сроков затопления изменялось в зависимости от норм затопления.

При осеннем сроке затопления на фоне норм 2,0–3,0 тыс. м³/га в растительных образцах было отмечено больше золы (на 4–19 %), чем при весеннем сроке, а на фоне 3,5–4,0 тыс. м³/га наоборот было выявлено больше золы при весеннем сроке затопления (на 9–11 %).

Повышение нормы при различных сроках затопления с 2,0 до 4,0 тыс. м³/га снижало питательность корма с 0,18 до 0,17 к. ед./кг, переваримого протеина с 12–15 до 11–13 г/кг (с 70–85 до 63–69 г/кг. к ед.), жира – с 3–4 до 2 г/кг, БЭВ – с 122–147 до 120–126 г/кг, Са – с 1,4–1,8 до 1,2–1,4 г/кг, однако, при этом повышалось количество сырой клетчатки – с 70–80 до 78–84 г/кг и золы – с 25–29 до 34–38 г/кг.

При осенней влагозарядке при таких же нормах затопления изменение показателей качества продукции имеет схожую динамику. Отличительной особенностью является лишь то, что на фоне оросительной нормы 2,5 тыс. м³/га количество переваримого протеина увеличено до 16 г на 1 кг корма или до 90 г на 1 кг к. ед.

4.4.4 Питательная ценность и качество сена многолетних трав зависимости от сроков и норм затопления лимана

Увеличение норм затопления лимана ухудшало почти все показатели качества сена злаковых трав (приложение Б.27). При повышении нормы с 2,0 до 4,0 тыс. м³/га питательная ценность корма сена снижалась с 0,47 до 0,46 к. ед. / кг сухой массы.

Однако в отличие от осеннего затопления лимана при весенней влагозарядке нормой 2,5–3,0 тыс. м³/га показатели корма по его питательности были выше на 0,01 к. ед., по количеству переваримого протеина – на 9–33 %. Сено, убранное со всех делянок на фоне весеннего затопления лимана и с вариантов, где

использовались оросительные нормы 2,0–3,5 тыс. м³/га на фоне осенней влагозарядки, по содержанию протеина и каротина соответствовало 2 классу (ГОСТ 4808-87). На остальных образцах сена отмечалось несбалансированное содержание белка и каротина, что снижало качество корма до 3-го класса.

Азотные удобрения, улучшая питательный режим почвы, повышают урожайность и качество сена многолетних трав. Это влияние проявляется не всегда, а лишь при определенных условиях водно-воздушного и теплового режимов.

Отклонение от необходимого оптимума факторов затормаживает рост многолетних злаков. При внесении в почву азотных удобрений в количестве, превышающем потребности растений, излишки способны накапливаться в листовостебельной массе и снижать качество кормовой продукции.

В наших исследованиях количество нитратов в зеленой массе травостоя было ниже порогового уровня.

В заключении можно отметить, что качество растениеводческой продукции на лимане зависит от сроков и норм затопления.

Приведенный анализ качества кормов подтвердил закономерности, установленные Д.Н. Прянишниковым [558] и А.С. Кружилиным [312], о снижении качества растениеводческой продукции из-за несоответствия уровня питания возрастающему урожаю кормовых культур при орошении.

4.5 Лиманное орошение и эколого-мелиоративное состояние агроландшафта

4.5.1 Изменение гидрогеолого-мелиоративных условий при лиманном орошении

В Прикаспийской низменности неоднородность почвенного покрова часто связана с засолением почв, грунтов, грунтовых вод [311, 682].

В процессе почвообразования на степень увлажнения почвы влияют микро и мезорельеф. По данным А.А. Роде [579] западины аккумулируют до 322 мм, микросклоны – до 144, а микроповышения – до 80 мм. Если в западинах воды хватает на промачивание 1,5–2,0 м слоя почвогрунтов, то на ровной территории – на 0,3–0,5 м. В светло-каштановых почвах и в подсолонцовом горизонте солонцов на глубине 0,4–0,5 м запасы легкорастворимых солей превышают 1,5–1,7%.

Инженерные лиманы затапливают равнинную территорию, в которой аккумулированы морские отложения, формирующие солонцовые комплексы. Лиманное орошение изменяет водный, гидрохимический режим всей зоны аэрации до грунтовых вод на самых затапливаемых агроландшафтах и прилегающих к ним территориях. По данным Р.Э. Кригера [311] затопление лиманов на разливе рек Западная Дюра и Малый Узень подняли УГВ на 4 м, который в дальнейшем не опускался до исходной глубины 7–8 м. Тоже самое отмечалось и на Кисловской системе лиманного орошения [199].

Для контроля солевого режима на лиманах необходим мониторинг процессов солеотложения и динамики УГВ для определения роли суммарного испарения влаги и оттока подземных вод в формировании эколого-мелиоративного состояния лиманных агроландшафтов. Указанные процессы оказывают непосредственное влияние на солевой режим почвы, который зависит от рельефа, климата, водопроницаемости и капиллярной активности почвогрунтов, размеров затапливаемой территории, слоя затопления и его продолжительностью.

Исследования [273] показали, что солевой режим крупных естественных лиманов при глубоком УГВ улучшается при нормах затопления до 10 тыс. м³/га. Ухудшение их состояния происходило при увеличении сроков весеннего затопления до 45–55 дней. Повышалась общая щелочность до 1,8–2,6 мг. экв. на 100г почвы и усиливалась солонцеватость почв (с 4–5 % до 22–24 % Na⁺ в ППК). Основную роль в этих процессах на фоне прогретой воды до 25 °С и наличия в воде органического вещества, играла микрофлора, способствующая биохимическому восстановлению сульфатов натрия до свободной соды и сероводорода

Использование для затопления больших ярусов лимана, при близком залегании УГВ (3–5 м) и отсутствии оттока минерализованных ГВ нарушает гидрохимический режим лиманных агроландшафтов. Из-за отсутствия дренажа (по экономическим причинам) управление солевым режимом весьма затруднительно. Норма затопления определяется свободной емкостью зоны аэрации почвогрунтов. В этих условиях их опреснение путем подачи больших оросительных норм невозможно. Выход из этой ситуации один – снижение площади затопления ярусов до оптимального размера, что понизит УГВ и обеспечит солевую вентиляцию.

Модель водно-солевого режима лиманных почвогрунтов с учетом размеров яруса, времени растекания бугра грунтовых вод, гидрогеологических параметров и водобалансовых расчетов (в соответствии с [17, 19]), показала, что величина оттока ГВ в разные стороны от ярусов, согласно произведения коэффициента фильтрации (K_f) на мощность водоносного пласта (m) является величиной несущественной. Так как отток ГВ для ярусов с площадью менее 100 га составляет менее 100 м²/сутки, для 100–200 га – 200 м²/сутки, площадью более 250 га – 500 м²/сутки. Боковой отток грунтовых вод в этом случае не превышает 2 % расхода влаги на суммарное испарение.

Согласно приведенным расчетам, Б.И. Туктаров, В.А. Нагорный [669] рекомендуют для Бурдинской системы лиманного орошения уменьшить площади ярусов до 80–100 га, при котором объемы потерь воды на боковое растекание будут незначительными, порядка 0,04–0,5 м³/га в сутки.

Следующим способом регулирования солевого режима почвогрунтов на лиманах является естественная отточность грунтовых вод в не вегетационный период.

По данным Б.И. Туктарова [668] на разных лиманах снижение УГВ за вневегетационный период заметно отличаются друг от друга: Алтатинская – от 2,5 до 3,2 м; Бурдинская – от 3,2 до 4,0 м; Малоузенская – от 2,7 до 3,6 м. Им также отмечены отличительные особенности сезонного снижения грунтовых вод на двух лиманных агроландшафтах. Так, на лиманах пойменно-водоохранных агроландшафтах в течение вегетации УГВ снижается на 0,8–0,9 м, мелиоративно-ирригационных агроландшафтах – на 1,3–1,5 м.

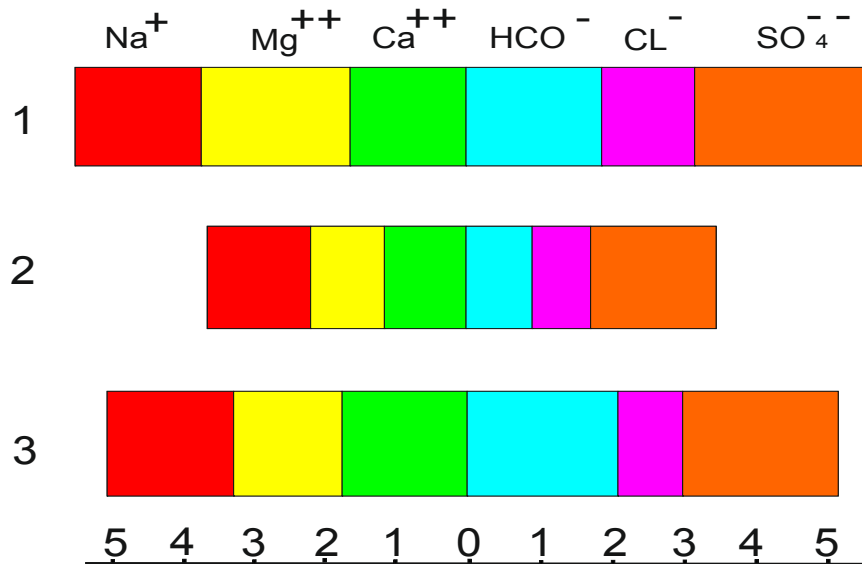
И.П. Айдаров [19], рекомендует в качестве основного показателя регулируемости солевого режима взять величину понижения УГВ во вневегетационный период $P_0 > 0,2$. Расчеты показывают, что согласно этого критерия, для большинства инженерных лиманов ситуация по засолению почв не должна вызывать опасений. Если исключить Алтатинскую [66] и Валуйскую [273] системы (попадают в зону подпора грунтовых вод создаваемую водохранилищами), то анализ результатов солевого режима на инженерных лиманах, проведенный Б.И. Туктаровым [668], свидетельствует о заметной тенденции рассоления почвогрунтов под влиянием лиманного орошения. Так, за 5-ти летний период на лимане Большой (Новоузенская система) запасы солей в метровом слое сократились с 38 до 96 т/га. За 15 лет орошения на лимане Крутой (МСЛО) в 0–1,0 м слое объем солей уменьшился на 18–110 т/га.

4.5.2 Влияние интенсивных режимов лиманного затопления на солевой состав почвогрунтов и грунтовых вод

Актуальным вопросом эксплуатации инженерных лиманов является выбор безопасного режима затопления, при котором не будут происходить опасные явления, такие как засоление и заболачивание «снизу» (в результате подъема УГВ).

Наблюдения за солевым режимом почвы и динамикой уровня грунтовых вод (1985–1988, 1997–2001 гг.) показали зависимость названных показателей от продолжительности и периодичности затопления лимана «Бурдинский»

При летнем подпитывании лимана часть оросительной воды, за счет «провальной» фильтрации (через трещины) просачивается в подземные воды, вызывая их подъем на 0,5–0,6 м, снижая при этом их минерализацию с 3,2 г/л до 2,0 г/л и изменяя соотношения растворенных солей (рисунок 4.10). Осенью по мере опускания грунтовых вод происходит повышение концентрации солей до 2,3 л/г.



Отбор образцов: 1 – после весеннего затопления;
2 – после весеннего затопления и летнего подпитывания; 3 – осенью

Рисунок 4.10 – Динамика соотношения катионов и анионов в грунтовой воде в зависимости от режимов затопления лимана Бурдинский, мг-экв/100 г почвы

Исследования солевого режима почвогрунтов на лимане «Бурдинский» выявили два противоположно направленных процесса – засоления и рассоления.

Эти процессы подчинены миграции водорастворимых солей: вниз с инфильтрационной водой и вверх по капиллярам при испарении. Механизм влагопереноса после однократного и двукратного затопления лимана в течение года (по данным наших исследований в 1985–1988 гг.), оказал различное влияние на солевой режим почвогрунтов. В качестве основы для такого анализа послужили показатели величины плотного остатка водной вытяжки, содержание токсичных солей (все соли кроме $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ и CaSO_4), в том числе наиболее вредоносных – хлоридов, отношения натрия к сумме кальция и магния и количество натрия в процентах от емкости поглощения (приложение Б.28, рисунок 4.11, 4.12).

В начальный период эксплуатации лимана, после осеннего затопления и летнего подпитывания наблюдалось частичное вымывание водорастворимых

солей. Их общее содержание в водной вытяжке почвы снизилось в 0–0,8 м слое с 5,0 до 4,8 г/л, в том числе хлоридов – на 14,3 %.

В нижнем 0,8–1,0 м слое, на фоне небольшого вымывания солей (с 7,0 до 6,5 г/л или на 7 %), в том числе и токсичных (с 4,3 до 3,6 г/л или на 16 %), отмечалось увеличение хлоридов с 0,3 до 1,157 г/л или – в 5,2 раза.

Начальный (4 года) период эксплуатации инженерного лимана с применением затопления и летнего подпитывания не привел к засолению почвы. Напротив, данные свидетельствуют, что 1,6 м толща почвогрунтов находилась в промывном режиме, при котором опреснился верхний 0–0,8 м слой почвы. Содержание солей в водной вытяжке снизилось в 4,5 раза, в том числе токсичных – 4,4 и отдельно по хлоридам – в 2,9 раза. Нижний 0,8–1,0 м слой выщелачивался менее интенсивно. Концентрация солей в водной вытяжке не изменилась. Содержание токсичных – уменьшилось с 4,3 до 3,3 г/л или на 23,3 %. Однако в их составе увеличилось количество хлоридов с 0,3 до 0,45 г/л или в 1,5 раза.

Менее благоприятная обстановка водного и солевого режима почвогрунтов складывалась на периферийной территории лимана.

При летнем подпитывании часть площади окраин (из-за уклона местности) не затапливалась, в связи с применением сниженной на 1,0 тыс. м³/га оросительной нормы (в отличие от основного затопления). В этих условиях опреснялся лишь верхний 0–80 см слой почвы. В нем отмечено сокращение общего количества солей в 2,6 раза, токсичных – в 1,9, в том числе хлоридов – в 3,2 раза.

Близость залегания УГВ (2,2–3,4 м от поверхности почвы) способствовала капиллярному передвижению солей в 0,6–1,6 м слой почвогрунта. В результате чего в этом слое повысилось общее содержание солей в 1,5 раза, из них токсичных – в 1,4 раза, но в их составе уменьшилось в 1,1 раза количество хлоридов.

По всей видимости, после затопления подвижные хлориды в первую очередь устремляются вверх, а менее подвижные соли, по мере бокового растекания «бугра» грунтовых вод принимают участие в засолении периферийной части лимана.

Важнейшим показателем эколого-мелиоративного состояния лиманных земель при различных режимах затопления является содержание в почве

поглощенного натрия. Изменение степени насыщенности этим катионом емкости поглощения информирует о развитии солонцовых процессов и как следствие – о дальнейшей пригодности почв для аграрного производства.

По мнению Н. С. Кистанова [273] по вопросу о токсичном лимите поглощенного натрия для нормального развития сельскохозяйственных культур отмечаются разные точки зрения, в которых допускается его содержание в почве от 10 до 40–50 % от емкости поглощения.

В наших исследованиях тенденция развития солонцовых процессов, из-за восходящих токов воды, наблюдалась на периферийной территории лимана (рисунок 4.11).

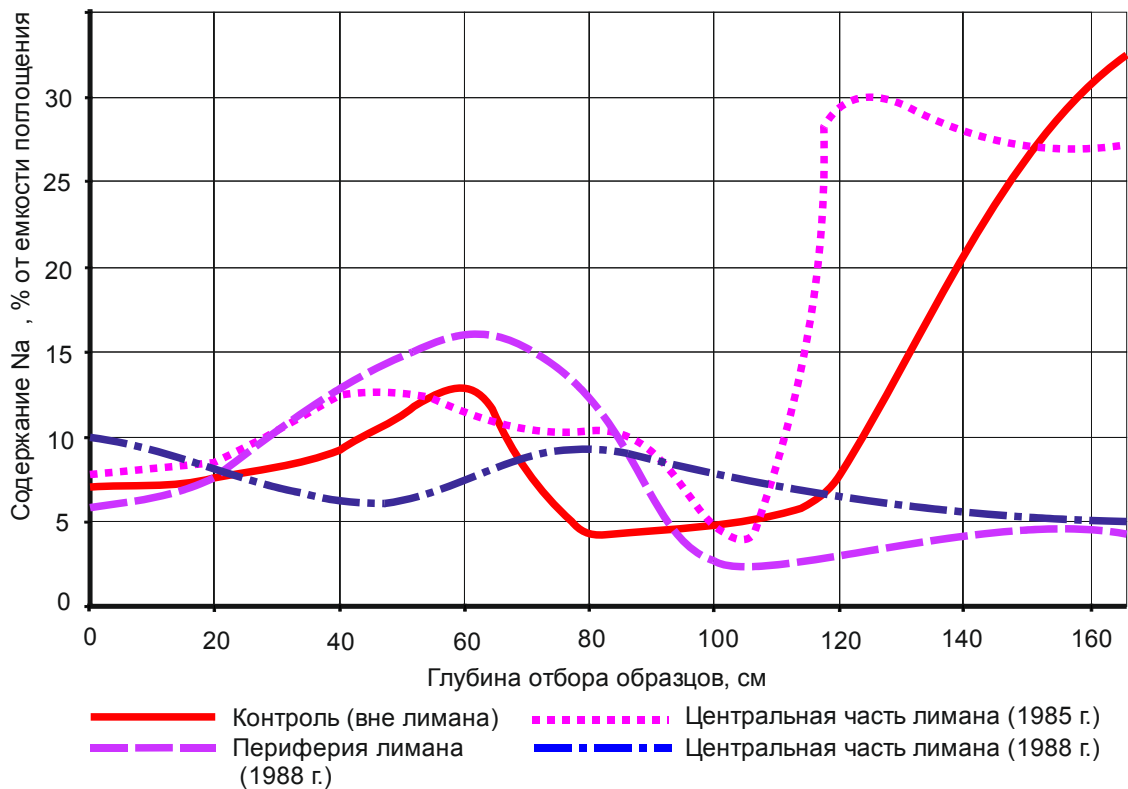


Рисунок 4.11 – Содержание натрия в почве в зависимости от режимов лиманного орошения, % от емкости поглощения

Присутствие поглощенного натрия в 0,2–0,8 м слое на периферии лимана достигло 12,6–17,6 % суммы оснований. Снижение его количества просматривалось в верхнем 0–0,2 м горизонте – до 7,1 и в слое от 0,8 до 1,6 м – от 3,8 до 2,2 %.

Исследования, проведенные в начальные годы эксплуатации БСЛО [640, 668] показали, что гибриды кукурузы, не одинаково реагируют на снижение влажности почвы (до 60 % НВ) при засолении почвы. В отличие от среднеспелых, раннеспелых гибридов эти условия угнетают.

Максимальное отложение натрия в почвенном поглощающем комплексе (ППК) отмечалось в 0–0,2 м горизонте – до 10,2 %. Вниз по профилю почвы его количество снижалось, но возрастало содержание поглощенного кальция.

Установлено [301], что натрий и кальций – антагонисты. Если у обоих элементов в растворе присутствует высокая концентрация, то растение менее подавлено, чем при наличии одного. Отношение натрия к сумме кальция и магния является оценочным показателем потенциального осолонцевания почвы [273] (рисунок 4.12). Если этот показатель выше 1, то почвогрунты постепенно засоляются.

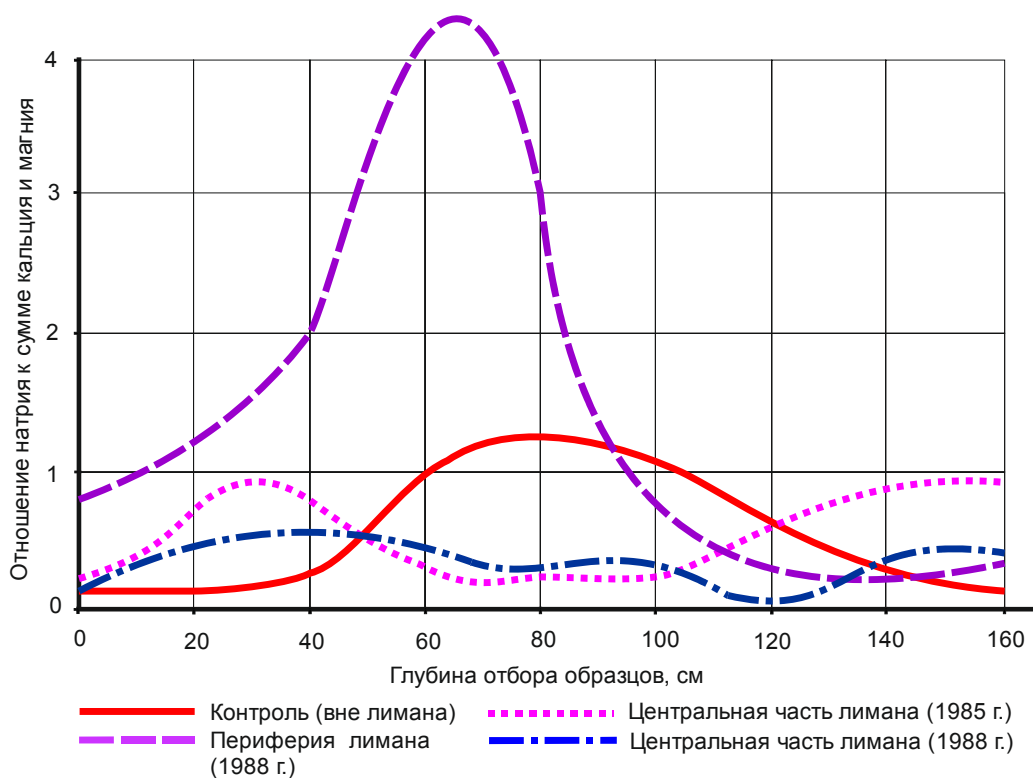


Рисунок 4.12 – Отношение натрия к сумме кальция и магния в водной вытяжке почвы в зависимости от режимов лиманного орошения

Согласно расчетных данных, в центральной части лимана количественное отношение натрия к сумме кальция и магния, во всех исследуемых горизонтах меньше 1. Поэтому накопления натрия в почвенном поглощающем комплексе в этих условиях невелико. Однако на окраинах из-за бокового растекания «бугра» грунтовых вод и восходящего тока растворенных солей по капиллярам от их близкого присутствия не исключена возможность осолонцевания 0–0,8 м слоя почвы ($\text{Na}/\text{Ca}+\text{Mg} = 0,9\text{--}4,5$). Поэтому целесообразно, для сохранения длительного плодородия и благоприятного мелиоративного состояния используемых земель, уменьшить водную нагрузку на всей территории лимана, с тем, чтобы снизить УГВ.

4.5.3 Эколого-мелиоративное состояние инженерных систем лиманного орошения

Сравнительный анализ гидрогеолого-мелиоративного состояния инженерных лиманов (рисунок 4.13, 4.14) проводился на примере мелиоративно-ирригационного (объекта исследований – Бурдинской системы лиманного орошения – БССЛО) и пойменно-воодоохранного (для сравнения – Малоузенской системы лиманного орошения – МСЛО) агроландшафтов. Для этого использовались наши данные рекогносцировочного обследования (в 1997–2001 гг.), материалы Приволжгипроводхоза, Саратовской гидрогеолого-мелиоративной партии и результаты исследований ГУ ВолжНИИГиМ в 1997–1999 гг. [28, 645].

Выявлено, что лиманное орошение при повышении УГВ влияет на ирригационно-гидроморфный водный режим территории. При этом грунтовые воды играют заметную роль в водном балансе корнеобитаемого слоя почв.

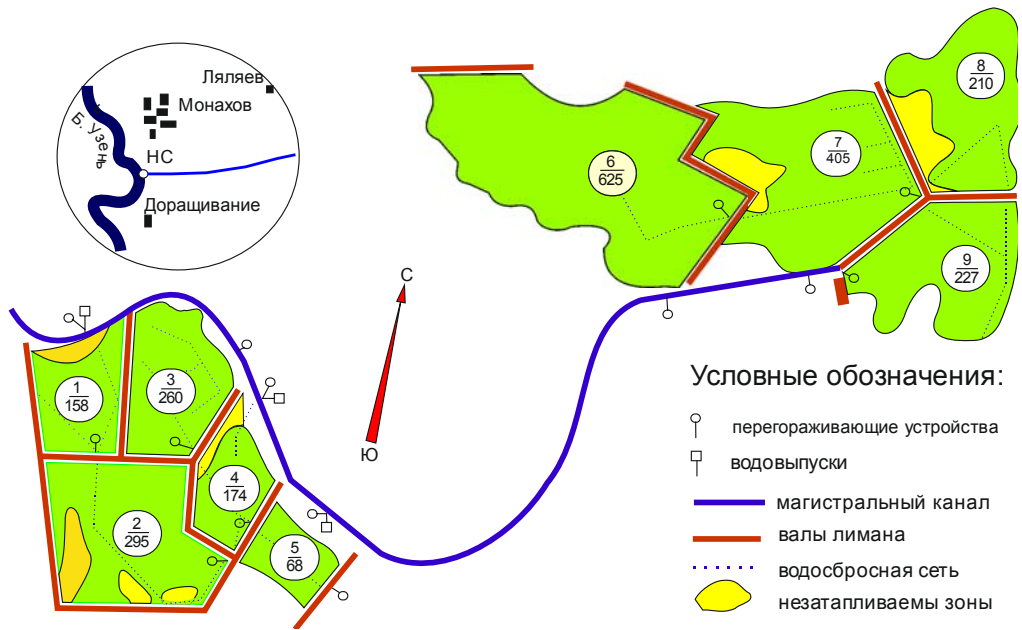


Рисунок 4.13 – Схема Бурдинской системы лиманного орошения



Рисунок 4.14 – Схема территориального расположения Малоузенской системы лиманного орошения

В период затопления на МСЛО происходит подъем УГВ к поверхности почв, вследствие чего зона аэрации почвогрунтов полностью насыщается водой. В первой декаде мая ГВ в пониженных частях лимана находятся на нулевой отметке, на периферии опускаются до 0,3–0,5 м, на границе перехода затапливаемой к не затапливаемой части – 0,6–0,7 м, в 100–150 м от яруса – 1,9–2,8 м (приложение Б.17).

К началу уборки трав на сено (в результате водопотребления из ГВ) УГВ опускается до 1,3–1,8 м. В сентябре на преобладающей площади ярусов УГВ залегает в пределах 2,0–2,5 м, и лишь в понижениях лимана – на глубине 1,7–2,0 м.

На периферии ярусов занятых солонцами, УГВ составляет 2,5–2,8 м.

Характер сезонных колебаний УГВ достаточно стабилен (колебание в пределах 0,08–0,10 м) и не зависит от гидротермических условий года.

Однотипность приходно-расходных статей водного баланса, связанных с режимами затопления МСЛО и БСЛО определили схожий режим динамики грунтовых вод. Однако на БСЛО отмечено более глубокое понижение УГВ во вневегетационный период (приложение Б.18). Это факт объясняется более интенсивным оттоком грунтовых вод на Бурдинской системе и значительно меньшими размерами самой БСЛО (2,6 тыс. га) по отношению к МСЛО (15 тыс. га.).

Отмечена четкая связь смены почвенного покрова с дифференциацией минерализации грунтовых вод по элементам мезорельефа. Например, в западинах, блюдцах и понижениях, на БСЛО минерализация ГВ достигает 4 г/л, на МСЛО – 15 г/л. На МСЛО со слабоминерализованными грунтовыми водами (<3,0 г/л) сохранились лишь в центре понижений крупных естественных лиманов Урусов, Крутой, Заря. На периферии и не затапливаемой части лиманов, куда оттесняются грунтовые воды с затапливаемых понижений, минерализация ГВ увеличивается до 50 г/л.

Наличие солей в почвенных растворах более 25–30 г/л полностью ограничивает использование воды растениями не галофитами [308].

Максимальный расход ГВ на физическое испарение в почвогрунтах Прикаспийской низменности не превышает 2,0–2,5 м, [780]. Если ГВ менее засоленные, то многолетнее разнотравье способно своей корневой системой понизить глубину грунтовых вод до 3,5–4,0 м [273, 311].

Сравнение результатов анализа водных вытяжек 1976–1984 г. (данные Приволжгипроводхоза) и в 1999–2001 г свидетельствуют о том, что на Бурдинской системе за 15-ти летний период эксплуатации не произошло ухудшения солевого режима почв (таблица 4.22).

Таблица 4.22 – Динамика изменения засоленности 0–1,0 м слоя почвогрунтов БСЛЮ за период с 1976 по 2001 гг. [641]

Почвы	Показатели	Годы обследования		
		1976	1983	1998–2001
Светло-каштановые солонцеватые	повторность определения	4	5	8
	пределы варьирования	0,094–0,244	0,079–0,391	0,35–0,66
	среднее	0,172	0,191	0,410
Светло-каштановые солонцеватые солончаковатые	повторность определения	16		
	пределы варьирования	0,536–1,795		
	среднее	1,233		
Солонцы каштановые	повторность определения	3	6	14
	пределы варьирования	0,794–1,612	0,577–1,609	0,36–0,72
	среднее	1,332	1,077	0,546
Лугово-каштановые	повторность определения	6	4	12
	пределы варьирования	0,064–0,168	0,050–0,083	0,057–0,38
	среднее	0,092	0,066	0,236
Лугово-каштановые солонцевато-солончаковые	повторность определения	2		
	пределы варьирования	0,481–0,767		
	среднее	0,624		
Лугово-лиманые слабоосолоделые	повторность определения	2	2	11
	пределы варьирования	0,253–0,373	0,243–0,332	0,048–0,520
	среднее	0,313	0,288	0,193

На лугово-каштановых, слабо-осолоделых и лугово-лиманских почвах количество солей почти не изменилось. А на сильно засоленных солонцах и светло-каштановых почвах содержание солей уменьшилось с 1,077–1,332 % (в 1976–1984 гг.) до 0,546 % (1998–2001 гг.).

В 1976 г. значительная часть светло-каштановых почв (80 %) определялась, как солонцеватая солончаковатая с содержанием солей в верхнем метровом слое 1,233 %, и лишь пятая часть, как светло-каштановые просто солонцеватые с содержанием солей 0,172 %. Обследование 1998–2001 гг. показало, что почвенный покров заметно улучшился. Уже не было значительного разделения светло-каштановых почв по варьированию степени засоленности 0–1,0 м слоя. Отклонения отмечались лишь в пределах 0,35–0,65, тогда как в 1976 г. они были гораздо выше – от 0,09 до 1,80 %.

На Малоузенской системе наблюдается совершенно иная картина. Почвенный покров земель этой системы сформировался в естественных условиях, обусловленных разливами Малого Узенья. У сформировавшихся лугово-каштановых и лугово-лиманских темноцветных почв больших педин и лиманов гумусовый горизонт достигает 0,8 м, что приближает их по запасам гумусовых веществ к южным черноземам. Почвогрунты выщелочены от солей на глубину до 1 и более метров (приложение Б.19). На лимане относительно пресные ГВ воды находились на глубине 2,0–3,0 м и использовались для водоснабжения многолетних трав.

Лиманные земли занимали весомое значение в сельскохозяйственном производстве. Падены отводились под зернопаровые севообороты, с урожайностью зерновых до 10–24 ц/га. На лиманах сенокосы и давали в сухие годы 10–12, во влажные – 20–22 ц/га сена.

Постройка Варфоломеевского водохранилища с подпиткой его волжской водой через Большой Саратовский оросительно-обводнительный канал позволило регулярно затапливать МСЛО. Произошло изменение ирригационно-гидроморфного режима грунтовых вод. Были разрушены ранее существовавшие «подушки» пресных грунтовых вод под естественными лиманами. Исследования ВолжНИИГиМ [28] показали, что до 25 % площади МСЛО

превратилось в солончаки и болота. Практически все земли Малоузенской системы лиманного орошения в той или иной степени засолены (таблица 4.23).

Таблица 4.23 – Распределение почвогрунтов МСЛЮ по степени засоления 0–1,0 м метрового слоя по результатам обследований 1997–1999 гг. [641]

Почвы	Число точек опробования со степенью засоления				
	не засолены	слабо	средне	сильно	очень сильно
Лугово-темноцветные	1	3	8	5	6
Лугово-каштановые	1	2	5	5	–
Лугово-осолоделые	–	2	4	1	–
Комплексы солонцов и светло-каштановых почв	–	1	–	4	3
Итого: шт.	2	8	17	15	9
%	4,0	15,7	33,3	29,4	17,6

Истинные масштабы деградации почвенного покрова скрыты устойчивостью естественного лугового травостоя к засолению и переувлажнению. К сожалению, в настоящее время не разработаны оценочные критерии связи или соответствия степени засоления определенным почвенным разностям. Наличие таких критерий позволило бы иметь необходимые ориентиры до начала ирригационного освоения территорий. Возникает вопрос, что же лежит в основе причин столь негативных изменений гидрогеолого-мелиоративного состояния на Малоузенской системе.

По данным Н.С. Кистанова [273] в 1965–1967 гг. солевая обстановка и динамика грунтовых вод на этих лиманах (после 10 лет эксплуатации) была благоприятной. Основной причиной нарушения гидрохимического режима ГВ на лиманах стала масштабность ирригационной нагрузки на природные ландшафты, в результате чего были вовлечены в водно-солевые потоки, прилегающие к лиману обширные территории. Большие площади ирригационного освоения и значительная водная нагрузка, при очень слабом оттоке грунтовых вод вызвали их поднятие за пределами лимана на значительных площадях.

Масштабы и интенсивность подтопления территории Александрово-Гайского района определялась производственным объединением Совинтервод в 1991 г. путем комплексной СВЧ – радиометрической (М. 1:50000) и КВ – радиолокационной съемки (М. 1:100000).

Было выявлено, что на площади 90 тыс. га грунтовые воды находятся ближе 3 м от поверхности, а на 38 тыс. га (на 12,5 % территории) – ближе 1 м. Около 35 % сельскохозяйственных угодий Александрово-Гайского района были подвержены подтоплению, особенно – в районе Варфоломеевки, Ветелки, Байгужа и Александрово-Гая. Причиной этого стали массивы земель лиманного орошения: МСЛО (рисунок А.6), БСЛО и Большой лиман.

Расчеты показывают, что ирригационное подтопление охватывает 74 тыс. га площади Александрово-Гайского района (24,7 %). Экологическое состояние земель района с позиций подтопленности оценивается [502] как предельно допустимое.

Отличительной особенностью агроландшафта МСЛО (в сравнение с лиманным агроландшафтом БСЛО) является пойменный (углубленный) характер рельефных условий. Яруса лимана располагаются на 0,6–1,0 м ниже прилегающим к МСЛО плакорно-равнинных участков Прикаспийской низменности. Так как после затопления лимана происходит подъем и стабилизация грунтовых вод на прилегающей территории (занятой солонцовыми комплексами) глубине 2,5–3,0 м. То во второй половине вегетации лугового травостоя, после бокового растекания и по мере срабатывания водной «подушки» корневой системой, грунтовый поток с прилегающей территории направляется в сторону лимана.

По данным ВолжНИИГиМ [28], возвратный поток грунтовых вод в сторону лимана в 2,0–2,5 раза меньше, чем ток воды, образуемый в результате растекания бугра ГВ. Однако прямой и возвратный отток существенно различаются в минерализации. Во время затопления лимана растекается слабоминерализованный раствор (1–4 г/л), а обратно возвращается в виде концентрированного рассола (40–50 г/л).

Процесс, миграции солей с окружающих территорий в лиманы, стал причиной постепенного разрушения ранее существовавшей водной «подушки» опресненных грунтовых вод под лиманами. И солевой баланс в активном корнеобитаемом слое почв и зоне аэрации приобрел явно положительный характер.

Таким образом, отсутствие необходимой теоретической базы по ирригационному освоению степных и полупустынных ландшафтов нарушило экологический баланс между лиманными агроландшафтами и природной средой. Большие яруса и как следствие значительные объемы оросительной воды, привели к подъему грунтовых вод и ухудшению эколого-мелиоративной обстановки на прилегающей территории, что в конечном итоге стало причиной негативных явлений на самой орошаемой территории. Этот факт указывает на взаимозависимость и взаимообусловленность экологических процессов территории агроландшафта с окружающими массивами связанных между собой гидрохимическими токами грунтовых вод.

В настоящее время улучшение эколого-, и гидрогеолого-мелиоративного состояния МСЛЮ возможно за счет лишь сокращения доли затапливаемой территории по отношению к не затапливаемой до 25 %, а также при равномерной рассредоточении ярусов по площади лиманного орошения. Это позволит снизить УГВ на прилегающей к лиманам территории до показателей, не превышающих уровень грунтовых вод на ярусах, который стабилизируется на отметке, соответствующей всасывающей способности корневой системы многолетних трав.

В этом случае на прилегающей к лиманам территории восстановится роль «сухого дренажа». Для решения этого вопроса необходимо снизить площадь 1 и 2 очереди МСЛЮ с 11,4 до 7,0–7,5 тыс. га. Использование щадящего режима затопления, при котором уменьшится период и улучшится равномерность затопления, снизит объем инфильтрационных потерь оросительной воды на самих ярусах. Для решения последнего вопроса необходимо уменьшить площади ярусов с 300–400 га до 50–100 га.

4.5.4 Учет почвенных разностей на каждом ярусе лимана – способ совершенствования водохозяйственных расчетов

Различная по годам амплитуда колебаний влагообеспеченности нарушает устойчивость естественного увлажнения лиманных агроландшафтов. Это вызывает серьезные нарушения в сельскохозяйственном производстве, которое становится полностью зависимым от погодных условий, влияющих на влагообеспечение.

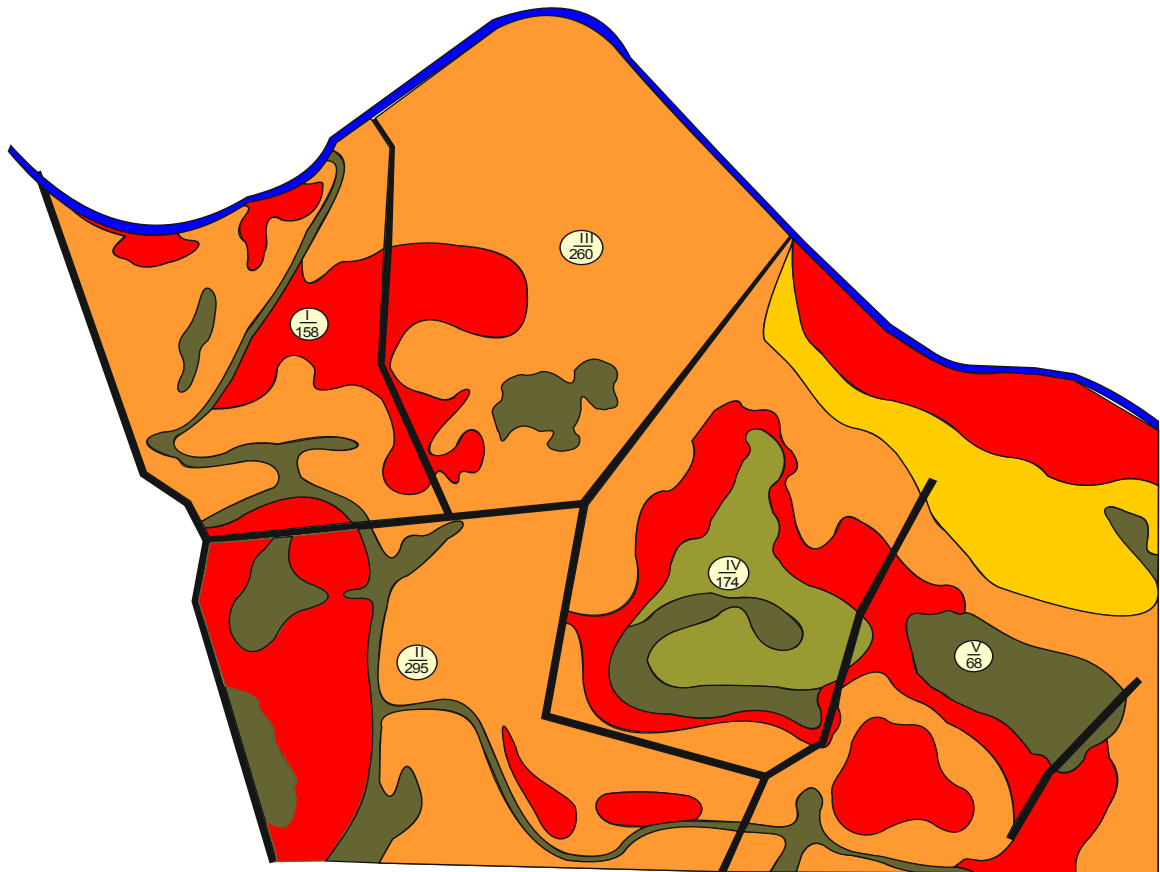
При проектировании новых и эксплуатации старых систем лиманного орошения в расчетах по влагонасыщению толщи грунтов не учитывают разнообразие почвенных условий сопутствующих каждому лиману (в т. ч. каждому ярусу), не учитывают временные изменения параметров почвенных разностей и характеристик почвогрунтов в течение эксплуатации лиманов. Поэтому в период затопления лимана, на разных ярусах рекомендованные оросительные нормы впитывается и фильтруется не равномерно.

Фильтрация и впитывание поливной воды зависит не только от плотности и предполивной влажности почвогрунтов, но и от водопроницаемости, пористости, прочности почвенных агрегатов, количества и глубины проникновения трещин.

Каждый отдельный ярус имеет свои отличительные особенности, так как на его территории расположены различные типы, подтипы почв и почвенных разностей, имеющих свои особенные характеристики (рисунок 4.15, приложение Б.29).

Например, у лугово-лиманных осолоделых, лугово-каштановых, светло-каштановых и солонцов плотность 0–0,3 м слоя возрастает в соответствующем порядке: 1,0–1,21; 1,14–1,25; 1,26–1,29; 1,26–1,30 г/м³.

Согласно расчетам 0–1,0 м слой солонцов способен после влагонасыщения удержать 250 мм доступных влагозапасов. По сравнению с солонцами светло-каштановые, лугово-каштановые и лугово-лиманные осолоделые почвы удерживают на 110–120 мм больше.



Условные обозначения:

Ⓛ
158 — номер яруса и площадь, га.

Почвы: — светло-каштановые; — светло-каштановые средне солонцеватые;
 — солонцы; — лугово-каштановые;
 — лугово-лиманские слабоосолоделые.

Рисунок 4.15 – Почвенная карта БСЛЮ (М. 1 : 35000)

При значительных площадях (300–600 га) и не выровненных ярусах эти тонкости могут показаться излишними, так как на фоне массовых инфильтрационных потерь данные коррективы в расчетах (при их эффективности) все же не смогут кардинально изменить существующие гидрохимические режимы.

Однако после реконструкции инженерных лиманов и уменьшении площади ярусов до 50–100 га учет почвенных разностей на каждом ярусе лимана позволит усовершенствовать водохозяйственные расчеты и повысить эффективность использования природных ресурсов на фоне улучшения эколого-мелиоративного состояния инженерных систем лиманного орошения.

4.5.5 Срок затопления и солеотдача почв

Срок затопления лимана влияет не только водно-воздушный режим и соответственно продуктивность лиманов, но и на солевой режим почв. Используемые нормы затопления лимана 3–5 тыс. м³/га сопоставимы с промывными нормами, применяемыми при промывке засоленных почв. В сухостепных и полупустынных районах Заволжья промывки рекомендуется проводить в осенне-зимний период, совмещая их со сроками влагозарядковых поливов [578].

Этот период, по мнению авторов удобен для промывок из-за невысокой загруженности людей и техники. В осеннее время снижается УГВ, уменьшается расход воды на испарение, что позволяет увеличить объем порового пространства для насыщения водой в зоне аэрации. После затопления лимана оптимизируются условия для бокового растекания «бугра» ГВ за пределы яруса. Участие ГВ в переносе токсичных солей в корнеобитаемую зону заметно снижается.

Согласно нормативам СНиП 2.06.03–85, ВСН 33–2.2.03–85 промывки засоленных земель должны проводиться при наличии водоотвода коллекторно-дренажных вод за пределы промываемого массива. При отсутствии такой возможности – неминуемо вторичное засоление почв.

Исследование солевого режима и оценка взаимосвязи весеннего и осеннего затопления нормой 3,0 тыс. м³/га и опреснительного эффекта на лимане проводилась по результатам наблюдений в 1999–2000 гг. на солевых площадках (10×10 м), расположенных в посевах многолетних трав.

При осеннем сроке затопления отмечено заметное изменение лишь в содержании наиболее подвижных солей – хлоридов в 0–0,75 м слое (приложение Б.30). По сумме токсичных солей статистически значимых изменений не выявлено.

Промывной эффект от весеннего затопления был значительно выше (почти в два раза), чем от осенней влагозарядки.

Было отмечено достоверное снижение количества хлоридов и суммы токсичных солей в метровом слое, соответственно на 39 и 20 % от их первоначального содержания (приложение Б.31). Тогда как при осеннем затоплении – всего лишь на 13 и 10 %.

Высокий эффект промывки после весеннего затопления обусловлен, различием условий для впитывания и усвоения оросительной нормы. При осенней влагозарядке почвы иссушены на глубину до 1 м. Вся почва разбита полигональными трещинами шириной 10–25 мм и расстоянием между ними от 0,35 до 0,65 м.

Подача воды оросительной воды осенью сопровождается провальной ее фильтрацией по трещинам и уже в течение нескольких часов наблюдается пополнение ГВ. Таким образом, при осеннем режиме затопления отсутствует равномерно-постепенный поток влаги, способствующий растворению и вытеснению высокоминерализованных растворов из поровых пространств почвогрунтов.

Полигональные трещины обеспечивают стремительное поступление оросительной воды по всей зоне аэрации и тем самым снижают свободную ёмкость аккумуляции влаги. Интенсивная фильтрация не способствует выравниванию концентрации поровых растворов, из-за чего происходит снижение промывного эффекта.

Это явление подтверждено исследованиями В.М. Янюка, А. Н. Галибина, В. В. Майоровой [781].

При весеннем затоплении лимана верхний 0–0,5 м слой почвы всегда увлажнен до 80–95% от НВ. Поэтому более равномерное, медленное впитывание и фильтрация оросительной воды повышает промывную эффективность весеннего затопления.

Проблема регулирования гидрогеолого-мелиоративного состояния лиманов определяется многими факторами, среди которых, наряду со сроками

проведения затопления, важнейшим является обеспеченность лиманных агроландшафтов условиями горизонтально-бокового растекания бугра ГВ.

4.5.6 Сокращение площади ярусов – способ влагосбережения и улучшения эколого-мелиоративного состояния инженерных лиманов

Основными недостатками инженерных лиманов являются значительные размеры, как отдельной системы лиманного орошения, так и отдельных ярусов.

Например, МСЛО занимает площадь более 11 тыс. га. Длительное время она стабильно и бесперебойно снабжала кормами Александрово-Гайский район. Ежегодно возделываемые растения снабжались водой из Варфоломеевского водохранилища на р. М. Узень. Это обстоятельство определяло высокие потенциальные возможности лиманного орошения МСЛО, приближая его к землям регулярного орошения. Однако значительные водные нагрузки на лиманный агроландшафт создали напряжение в экологии прилегающих ландшафтов, что привело, после нарушения сложившегося водного режима затопления, к их деградации.

В отличие от МСЛО лиман Бурдинский имеет общую площадь затопления (2615 га) в 4–5 раз, средние размеры ярусов (275 га) – в 2 раза меньше. Во столько же раз он меньше воздействует на прилегающие ландшафты. Благоприятным также является месторасположение Бурдинского лимана. На значительной территории имеющей небольшой уклон он занимает относительно ровную поверхность.

Не смотря на лучшее эколого-мелиоративное состояние лимана Бурдинский по сравнению с МСЛО, существует необходимость в переустройстве ярусов.

Проведенные расчеты показывают, что на небольших по размеру 1 (158 га), 2 (295 га), 3 (260 га), 4 (174 га), 5 (68 га) ярусах лимана Бурдинский площадь затопления составляет 72 % от суммарной площади ярусов (955 га) (рисунок 3.6).

Основная часть затопленной территории (60–65%) имеет глубину затопления 0,6 м, 20–25 % – 0,4 м и 15–20 % – 0,2 м. То есть, слой затопления превышает оптимальные значения в 1,5–2,0 раза. Это связано с тем, что площадь ярусов варьирует от 150 до 300 га. За счет этого колебания высотных отметок достигают 0,5–1,0 м. Однако на лимане Бурдинский имеются яруса (6 ярус – 625 га, 7 ярус – 465 га), которые в 2 раза превышают размеры ярусов, рассмотренные на нашем примере. В этом случае увеличиваются колебания высотных отметок, что не обеспечивает оптимальный режим затопления и нагрузку на прилегающую территорию.

Увеличение количества ярусов с 5 до 15 уменьшает средний размер одного яруса с 191 до 64 га и позволяет снизить оросительную норму в среднем с 4,8 до 3,0 тыс. м³/га. При этом не затапливаемая часть территории 263 га (28 %) уменьшается в 2 раза (до 129 га, или до 14 %).

При таком подходе, создаются условия для использования невысоких оросительных норм (до 3,0 тыс. м³/га) и достижения оптимальных показателей (>0,70) коэффициента равномерности затопления (доля площади со слоем затопления не более чем на 25 % отличающаяся от среднего).

Расчеты (таблица 4.24) показывают, что уменьшение средней площади ярусов с 191 до 64 га позволяет: увеличить общую затапливаемую площадь с 692 до 763 га (10 %); повысить валовой сбор урожая сена с 2248 до 2518 т/га (12 %); снизить объем водной нагрузки на лиман с 3322 до 2289 тыс. м³/га (31 %) и сократить затраты оросительной воды при производстве 1 т сена с 1,45 до 0,91 м³ (37%).

Однако принятие решения о необходимости переустройства ярусов лимана не должно быть упрощенным и полностью полагаться на целесообразность уменьшения размера всех крупных ярусов.

Каждый ярус лимана имеет свои отличительные особенности, связанные в первую очередь с мозаичностью почвенного покрова. Принятие решений должно обязательно сопровождаться расчетами агропроизводительной способности почв на каждом ярусе лимана

Таблица 4.24 – Ожидаемый водосберегающий эффект от реконструкции 1–5 ярусов Бурдинской системы лиманного орошения

Яруса лимана	Кол-во ярусов, шт.	Средний размер яруса, га	Общая затопливаемая площадь, га	Средняя норма затопления (по макс. уровню)	Объем оросительной воды, тыс. м ³ /га	Урожай сена, т/га	Водосберегающий эффект	
							м ³ /т (%)	тыс. м ³ /га (%)
До реконструкции	5	191	692	4800	3322	2248	1,45	-
После реконструкции	15	64	763	3000	2289	2518	0,91 (37)	1033 (31)

4.5.7 Агропроизводительная способность лиманных почв

Проектные расчеты реконструкции ярусов инженерных лиманов должны основываться на эффективности предполагаемых мелиоративных воздействий основанных на достоверном повышении прироста продуктивности мелиорированных земель. Очевидно, что неоднородность свойств почв Прикаспийской низменности делает процесс выбора того или иного участка под мелиоративное освоение весьма неоднозначным с позиций последующей отдачи в виде прироста урожайности сельскохозяйственных культур. Причем почвенный покров характеризуется не только контрастностью свойств, определяющих условия усвоения дополнительного ресурса влаги (фильтрационные свойства, водоудерживающая способность, доступность растениями почвенной влаги), но и наличием признаков ограничивающих эффективное использование усвоенных ресурсов влаги – засоленность, осолоделость, солонцеватость. Естественно, что для осуществления проектных разработок, очень важна объективная оценка вышеперечисленных параметров почвенного покрова с позиций прогнозирования прироста урожайности культур возделываемых на мелиорированных землях.

В настоящее время наибольшую распространенность в аридной зоне с недостатком водных ресурсов получил метод оценки урожайности по коэффициенту водопотребления (4.19; 4.20; 4.21; 4.22).

$$Y_n = \frac{W_c K_n}{K_e} \quad (4.19)$$

где: W_c – суммарный ресурс влаги, м³/га; K_e – коэффициент водопотребления, м³/т; K_n – понижающий коэффициент (засоление, переувлажнение и т.д.).

K_e рассчитывается на основе проведения опытов с оптимальными условиями для возделываемых культур. По данным Б.И. Туктарова [668] и В.Ф. Мамина [391], для естественных лугов величина K_e составляет 700–710 м³/т.

W_c определяется из статей водного баланса:

$$W_c = W_{OA} - W_{KA} + O_{ВП} K_{AO} - Q_b, \quad (4.20)$$

где: W_{OA} , W_{KA} – начальные и конечные влагозапасы в зоне аэрации (до ГВ), м³/га; $O_{ВП}$ – атмосферные осадки в период вегетации, м³/га; K_{AO} – коэффициент использования атмосферных осадков (0,5); Q_b – отток ГВ за пределы яруса, м³/га.

За начальные влагозапасы принимают полную влагоемкость – ПВ которая рассчитывается по величине пористости с введением поправки на заземленный воздух – 4% от общей пористости ($W_{OA} = W_{П} \times 0,96$). В качестве расчетного балансового слоя принимается слой 0–1,0 м (боковой отток ГВ из-за большого размера ярусов незначителен). Погрешность связанная с недоучетом расхода влаги из более глубоких горизонтов почвогрунтов вполне компенсируется не учетом величины бокового оттока ГВ (Q_b). За конечные влагозапасы принимается влажность завядания (ВЗ). С учетом вышесказанного, уравнение (4.20) преобразуется в следующий вид:

$$W_c = W_{ПВ} - W_{ВЗ} + O_{ВП} K_{AO}; \quad (4.21)$$

где: $W_{ПВ}$, $W_{ВЗ}$ – влагозапасы при ПВ и ВЗ в метровом слое почв.

Влияние засоления, солонцеватости учитывается с помощью понижающих коэффициентов. ЮжНИИгипрозем, в системе земельно-оценочных работ, принимает следующие значения поправочных коэффициентов (таблица 4.25).

Таблица 4.25 – Понижающие коэффициенты на неблагоприятные свойства почв, снижающие урожайность

Степень проявления процесса	Засоление	Солонцеватость	Осолоделость
Слабая	0,9	0,95	0,9
Средняя	0,7	0,80	0,8
Сильная	0,5	0,60	0,5
Солонцы – 0,50			

При совместном действии неблагоприятных процессов, их совокупное влияние оценивается путем умножения индивидуальных понижающих коэффициентов.

Таким образом, агропроизводительная способность лиманных почв (урожайность) рассчитывается по следующей формуле:

$$Y_n = \left(\frac{W_{ПВ} - W_{ВЗ} + O_{ВП} K_{АО}}{K_g} \right) K_n \quad (4.22)$$

Результаты расчетов агропроизводительной способности основных почвенных разностей по урожайности сена естественных трав приведены в приложении Б.32.

При расчетах агропроизводительной способности почв использовались усредненные параметры водно-физических свойств почв (объемная масса и удельный вес почв, влажность завядания), полученные в наших определениях, а также при проведении предпроектных изменений Приволжгипропроводхозом в 1974–1984 гг.

Полученные результаты показывают высокую дифференциацию почв Бурдинской системы по агропроизводительной способности.

Так, лугово-лиманские и лугово-каштановые почвы в 1,5–3,0 раза превосходят по этому показателю солонцы и светло-каштановые почвы. Это различие обусловлено не столько высоким плодородием и водно-физическими свойствами, а лишь наличием неблагоприятных свойств – засоления и солонцеватости корнеобитаемого слоя почв.

Реализация агроресурсного потенциала почв, характеризующаяся обеспеченностью водой, возможна только при наличии определенной густоты злакового травостоя и необходимого запаса элементов питания, доступных для растений.

Обследование Бурдинской системы в конце 1998 г. выявило, что преобладающий фон составляют участки с низким (1,1–1,5 мг/100 г) и очень низким (0,3–0,7 мг/100 г) содержанием доступного азота (рисунок 4.16, приложение Б.6).

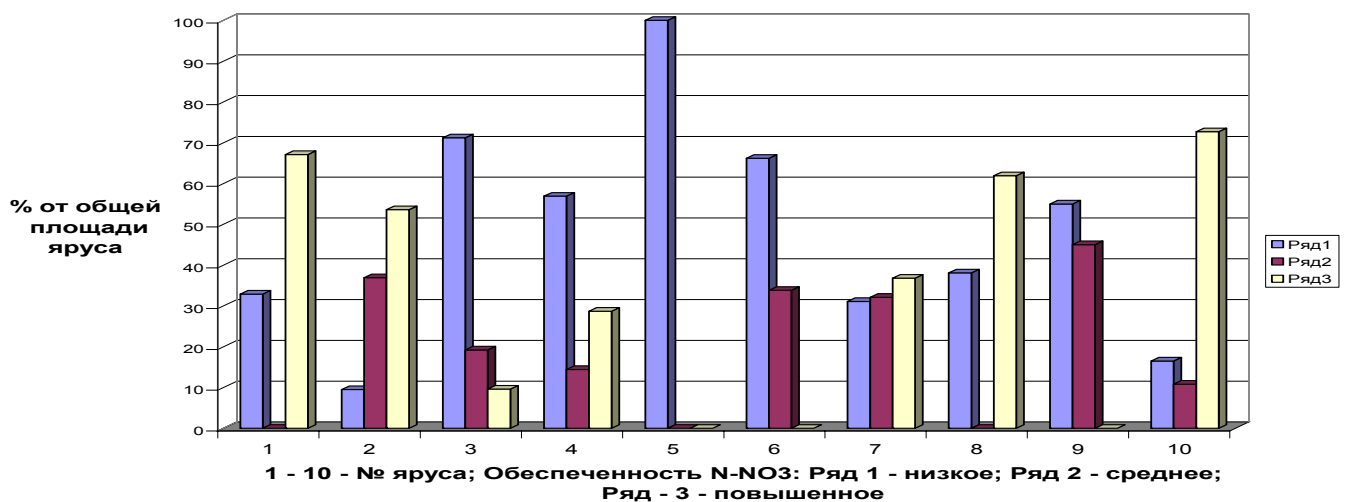


Рисунок 4.16 – Обеспеченность почв лимана Бурдинский легкодоступными формами азота

На гистограмме распределения почв по содержанию легкодоступного азота хорошо видна пространственная дифференциация почв по запасам азота.

Такой характер распределения азота определяется спецификой почвенного покрова, с явно выраженными различиями в уровне содержания азота, обусловленного, прежде всего, его запасами в гумусе и в корневых остатках.

На основе данных гумусированности почв (приложение Б.33) можно оценить величину возможной мобилизации азота почвы для формирования урожая многолетних злаковых трав и – соответствующую величину урожая (Y_{NI}):

$$Y_{NI} = \frac{3G_{IP}K_{MG}d_{NG} + N_{IB} + N_{HF}}{B_N}, \quad (4.23)$$

где : $3G_{IP}$ – запас гумуса в гумусовом слое почвенной разности, т/га; K_{MG} – коэффициент минерализации гумуса (0,01); d_{NG} – содержание N в гумусе почв, (45 кг/га); N_{IB} , N_{HF} – поступление N с оросительной водой и атмосферными осадками (N_{IB}) и не симбиотическая фиксация N (N_{HF}), ($N_{IB}+N_{HF}=5$ кг/га); B_N – вынос N с продукцией, (14,5 кг/т).

Расчеты (приложения Б.32, Б.33) показывают, что основными лимитирующими факторами эффективного использования земель БМЛО являются низкий уровень потенциального плодородия вовлекаемых в затопливаемые яруса почв солонцовых комплексов (> 60 %) и их низкая обеспеченность доступными формами элементов питания (в первую очередь N). На основе полученных показателей был сделан расчет агропроизводительной способности почв по каждому ярусу (приложение Б.34).

Эколого-хозяйственная оценка территории лимана позволяет принять правильные управленческие решения при переводе лимана на ресурсо- и водосберегающий режим эксплуатации.

Так, наиболее перспективны для реконструкции лимана яруса № 3, 5, 8, где агропроизводительная способность почв составляет 3,5–4,0 т/га, а действительно возможная урожайность по обеспеченности почв доступными запасами азота 33–34 ц/га. Не перспективны для реконструкции яруса № 2, 9, 10, где в имеется до 74–95 % солонцов и светло-каштановых почв с максимально возможной урожайностью сена 2,5–2,7 т/га.

5 ВЛАГО- И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ В АГРОЛАНДШАФТАХ СУХОСТЕПНОЙ, СТЕПНОЙ И ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОН

5.1 Влияние био-, фитомелиорантов и способов их заделки в почву на агрофизические свойства чернозема выщелоченного

Известно, что между физическими, химическими и биологическими почвенными процессами, плотностью сложения почвы и соотношением капиллярной и некапиллярной пористостью имеется тесная связь. Для различных почвенно-климатических условий существует свой оптимум строения пахотного слоя, способствующий повышению урожая и сохранению почвенного плодородия.

Согласно И.П. Макарова и Н.И. Картамышева [382], увеличение содержания в почве гумуса более 3,7 % позволяет отказаться от ежегодного глубокого (>0,2 м) рыхления почвы. Тогда как естественные факторы способны разуплотнять почву до оптимальных для культур значений объемной массы (1,0–1,25 г/см³).

Нами выявлено, что биомелиорация положительно влияет на водно-физические свойства почвы. При заделке соломы плотность почвы в пахотном слое уменьшилась: при вспашке с 1,20 до 1,16 г/см³, при мульчирующей обработке – с 1,24 до 1,20 г/см³ и в подпахотном слое – на 0,02–0,03 г/см³ (таблица 5.1).

Максимум разуплотнения почвы отмечен при заделке в неё соломы и сидератов. На данных вариантах в 0–0,3 м слое плотность сложения снизилась: на фоне вспашки на 0,09 г/см³ (до 1,11 г/см³), на фоне мульчирующей обработки почвы – на 0,07 г/см³ (до 1,17 г/см³). В 0,3–0,5 м слое отмечено снижение плотности почвы на фоне вспашки на 0,07, на фоне мульчирующей обработки – на 0,02 г/см³.

Важнейшие показатели структуры почвы связаны с содержанием агрономически ценных агрегатов от 0,25 до 10 мм и коэффициентов

структурности при сухом и мокром её просеивании. На вариантах с соломой и сидератами отмечено улучшение показателей структурности почвы при сухом (на 26 и 24 %) и мокром (на 56 и 52 %) просеивании (таблица 5.2).

Таблица 5.1 – Влияние способов обработки почвы и поступления растительных остатков в период 2003–2008 гг. на плотность почвы

В граммах на 1 см³

Слой почвы, м	Звено севооборота с чистым паром				Звено севооборота с сидеральным паром			
	Вспашка		Мульчирующая обработка		Вспашка		Мульчирующая обработка	
	Контроль	Солома	Контроль	Солома	Контроль	Солома	Контроль	Солома
0–0,1	1,15	1,09	1,11	1,03	1,13	1,06	1,08	1,01
0,1–0,2	1,17	1,13	1,27	1,25	1,15	1,11	1,24	1,22
0,2–0,3	1,28	1,26	1,33	1,31	1,21	1,16	1,31	1,29
0,3–0,4	1,32	1,31	1,35	1,34	1,29	1,27	1,34	1,32
0,4–0,5	1,35	1,34	1,37	1,36	1,34	1,33	1,36	1,35
0–0,3	1,20	1,16	1,24	1,20	1,16	1,11	1,21	1,17
0,3–0,5	1,32	1,30	1,35	1,34	1,28	1,25	1,34	1,32
0–0,5	1,25	1,23	1,29	1,26	1,22	1,19	1,27	1,24

Таблица 5.2 – Влияние способов обработки почвы и растительных остатков на структурность 0–0,3 м слоя почвы и степень водопрочности почвенных агрегатов

В процентах

Диаметр структурных агрегатов, показатели структурности и водопрочности	Звено севооборота с чистым паром				Звено севооборота с сидеральным паром			
	Вспашка		Мульчирующая обработка		Вспашка		Мульчирующая обработка	
	Контроль (б/у)	Солома	Контроль (б/у)	Солома	Контроль (б/у)	Солома	Контроль (б/у)	Солома
Сухое фракционирование								
>10 мм.	34,5	31,7	30,6	25,1	32,6	28,2	26,3	22,1
10–0,25 мм.	59,8	62,4	64,8	67,6	62,2	65,3	66,3	69,6
<0,25 мм.	5,7	5,9	6,6	7,3	5,2	6,5	7,4	8,3
K _{глубист.}	0,58	0,51	0,47	0,37	0,52	0,43	0,40	0,32
K _{структ.}	1,49	1,66	1,84	2,09	1,65	1,88	1,97	2,29
Мокрое фракционирование								
>0,25 мм.	40,7	48,9	47,6	56,5	47,2	53,4	52,1	58,5
<0,25 мм.	59,3	51,1	51,4	43,5	52,8	46,6	47,9	41,5
K _{структ.}	0,69	0,96	0,93	1,30	0,89	1,15	1,09	1,41
Степень водопрочности	68,1	78,4	73,5	83,5	75,9	81,8	78,6	84,1

Запашка более 10 т соломы на 1 гектар увеличила количество агрономически ценных агрегатов в 0–0,3 м слое на 2,6–3,3 % (в абс. значении), мульчирующая обработка – на 4,1–5,2 %. При этом отмечено повышение коэффициентов структурности почвы при сухом (на 11,4–16,2 %) и мокром (на 29,4–39,8 %) просеивании.

Сочетание соломы и сидератов повысило содержание агрономически ценных агрегатов почвы на максимальную величину: на фоне вспашки – на 5,5 % (до 65,3 %), на фоне мульчирующей обработки почвы – на 5,0 % (до 69,6 %).

Солома и сидераты повлияли на степень водопрочности почвенных агрегатов. Если на контроле (без соломы) степень водопрочности агрегатов в звене севооборота с чистым мааром на фоне вспашки не превышала – 68,1 %, на фоне мульчирующей обработки почвы – 73,5 %, то в звене севооборота с сидеральным паром при заделке в почву измельченной соломы она возросла соответственно до 81,8 и 84,1 %.

Значительную роль в почвенных процессах играет пористость. В порах размещается и передвигается вода и воздух, находятся корни, микрофлора и зоофауна почвы. На твердых частицах в порах идет мобилизация питательных веществ. Поэтому количество и качество пор влияет на почвенное плодородие.

По нашим данным величина общей порозности по вариантам и горизонтам 0,5 м слоя почвы изменялась в широких пределах (от 47 до 60 %) (таблица 5.3).

В 0–0,3 м слое почвы показатели общей пористости были на 4–6 % (абс. величины) выше, чем в слое 0,2–0,5 м. Мульчирующая обработка уплотняла нижележащие от 0,1 м слои почвы и тем самым уменьшала общую пористость на 2–4 %. Солома и сидераты увеличили пористость пахотного слоя почвы на 2–6 %.

Обработка почвы оказала влияние не только на общую пористость, но и на пористость аэрации (рисунок 5.1). Переход от отвальной к поверхностной обработке почвы уменьшил показатели пористости аэрации на 5–6 % (в абс. величине). При этом влияние соломы и сидератов было незначительным.

На фоне мульчирующей обработки почвы увеличилась капиллярная пористость отвечающая за накопление почвенной влаги. Повышение показателя «отношение

капиллярной к некапиллярной пористости» в пахотном (на 33–38 %) и подпахотном (на 5–18 %) слое подтверждает этот факт (рисунок 5.2, приложение Б.20).

Таблица 5.3 – Влияние способов обработки почвы и поступления растительных остатков в период 2003–2008 гг. на порозность почвы

В процентах

Слой почвы, м	Звено с чистым паром				Звено с сидеральным паром			
	Вспашка		Мульчирующая обработка		Вспашка		Мульчирующая обработка	
	Контроль (б/у)	Солома	Контроль (б/у)	Солома	Контроль (б/у)	Солома	Контроль (б/у)	Солома
0–0,10	54,7	57,1	56,3	59,4	55,5	58,3	57,5	60,2
0,10–0,20	54,3	55,9	50,4	51,2	55,1	56,6	51,6	52,3
0,20–0,30	50,4	51,2	48,4	49,2	53,1	55,0	49,2	50,0
0,30–0,40	49,2	49,6	48,1	48,5	50,4	51,2	48,5	49,2
0,40–0,50	48,5	48,9	47,3	47,3	48,9	49,2	47,7	48,9
0–0,30	53,1	54,7	51,7	53,3	54,6	56,6	52,8	54,2
0,30–0,50	48,9	49,2	47,7	47,9	49,7	50,2	48,1	49,1
0–0,50	51,4	52,5	50,1	51,1	52,6	54,1	50,9	52,1

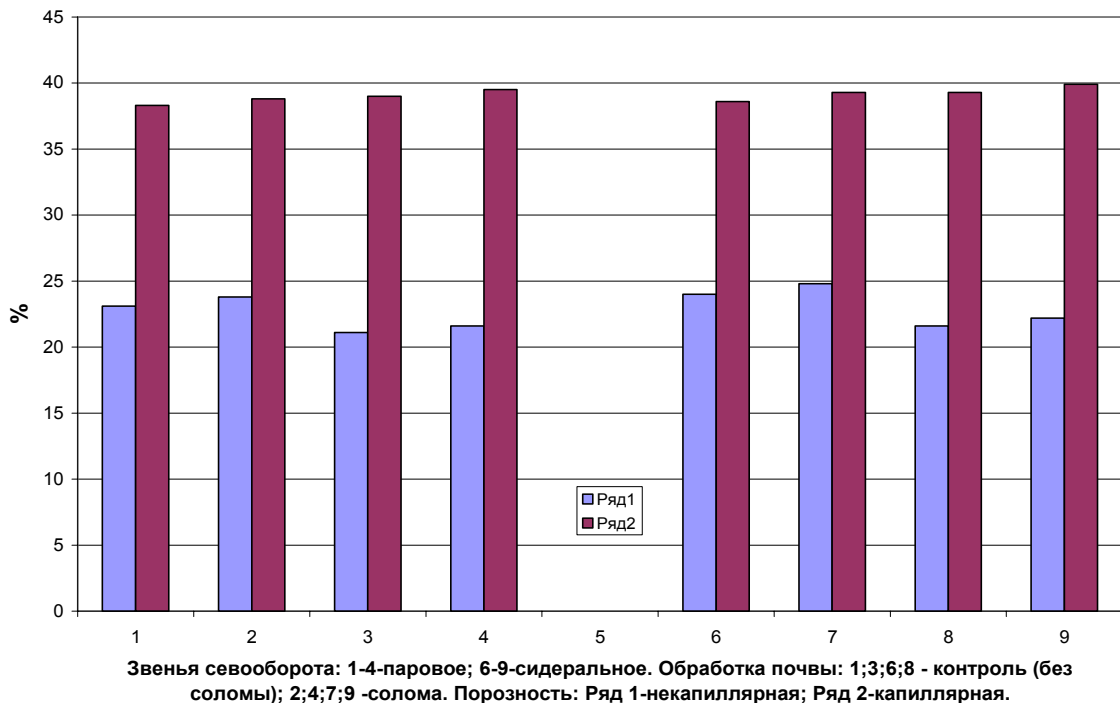


Рисунок 5.1 – Влияние приемов биологизации земледелия на изменение капиллярной и некапиллярной порозности в пахотном слое чернозема выщелоченного

Поступление растительных остатков и способы обработки почвы оказали влияние на изменение сложения пахотного слоя и как следствие – на изменение показателя наименьшей влагоемкости почвы (таблица 5.4).

Таблица 5.4 – Влияние способов обработки почвы и поступления растительных остатков (2003–2008 гг.) на наименьшую влагоемкость чернозема выщелоченного

Слой почвы, м	Звено севооборота с чистым паром				Звено севооборота с сидеральным паром			
	Вспашка		Мульчирующая обработка		Вспашка		Мульчирующая обработка	
	Контроль (б/у)	Солома	Контроль (б/у)	Солома	Контроль (б/у)	Солома	Контроль (б/у)	Солома
НВ, % от массы								
0–0,1	31,9	34,2	33,2	36,0	32,7	35,9	34,4	38,6
0,1–0,2	31,4	32,9	31,4	32,2	32,5	34,3	32,6	33,5
0,2–0,3	30,4	31,6	30,2	30,7	33,3	34,1	30,8	31,6
0,3–0,4	30,5	31,1	29,5	29,5	30,9	32,7	29,9	30,2
0,4–0,5	29,4	29,8	28,5	28,3	29,4	30,1	29,0	29,4
0–0,3	31,2	32,9	31,6	33,0	32,8	34,8	32,6	34,6
0,3–0,5	30,0	30,5	29,4	28,9	30,2	31,4	29,9	30,4
0–0,5	30,7	31,9	30,5	31,3	31,8	33,4	31,3	32,7
НВ, м ³ /га								
0–0,1	367	373	369	371	370	381	372	390
0,1–0,2	367	372	399	403	374	381	404	409
0,2–0,3	389	398	402	402	403	396	403	408
0,3–0,4	403	407	398	395	399	415	401	401
0,4–0,5	397	399	391	391	394	400	395	397
0–0,3	1123	1143	1170	1176	1147	1158	1179	1207
0,3–0,5	800	806	789	786	793	815	796	798
0–0,5	1923	1949	1959	1962	1940	1973	1975	2005

Согласно этому показателю поверхностная обработка почвы повышает влагоёмкость неудобренной почвы относительно вспашки на 47 м³/га, удобрение почвы соломой и сидератами при всех видах обработки почвы – на 35–37 м³/га.

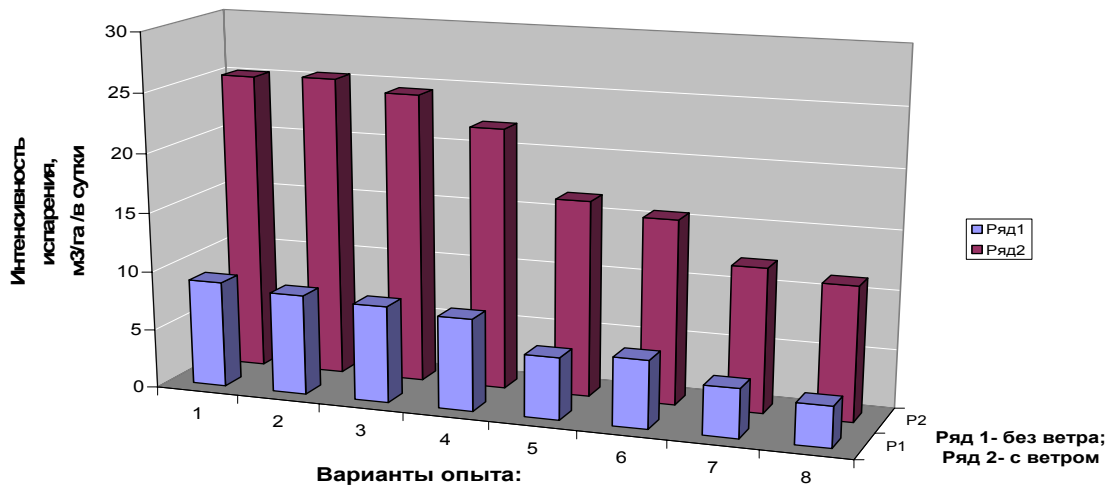
5.2 Взаимосвязь количества и месторасположения соломистых остатков в почве с влагосбережением

В агропроизводстве доступным приёмом регулирования водно-физических свойств почвы является использование соломы после уборки зерновых культур.

Солома при ВМ и СП позволяет перераспределять влагозапасы в подпахотные (влагосберегающие) слои и максимально снижать их потери.

В лабораторных исследованиях было выявлено, что повышение содержания в почве соломы на 1 т/га разуплотняет ее на 0,06–0,1 г/см³.

Изменение плотности сложения, температуры воздуха, влажности почвы и подвижности воздушных масс влияет на интенсивность испарения почвенной влаги (рисунок 5.2, таблица 5.5).



1 – Контроль (без соломы); 2 – солома 7 г / ёмкость; 3 – солома 16 г / ёмкость; 4 – ВМ; 5 – ЛВ; 6 – СП 13 мм; 7 – СП 25 мм; 8 – ЛВ + СП 25 мм.

Рисунок 5.2 – Влияние количества и место расположения соломистых остатков на интенсивность испарения почвенной влаги

При безветрии, температуре воздуха 14°C, влажности почвы 22,9 %, за 27 дней испарилось 106,8 м³/га почвенной влаги. Внесение 7 и 16 г соломы в пять литров почвы сократило количество испарившейся влаги соответственно на 3,7 и 9,1 %. Моделирование дождя (20,5 мм) увеличило влажность почвы до 28,5 % и

сократило время испарения 87,5 % воды влаги до 20 дней. На фоне указанных вариантов с соломой сохранилось – 5,2 и 8,8 % почвенных влагозапасов.

Таблица 5.5 – Влияние соломы и места локализации почвенной влаги на интенсивность испарения

Варианты	Условия проведения опыта		
	Без ветра		Ветровой поток
	14°C, 22,9 % вл. почвы, 27 дней	22°C, 28,5 % вл. почвы, 20 дней	22°C, 31,1 % вл. почвы, 7 дней
1. Контроль (без соломы)	106,8/–	179,3/–	176,1/–
2. Солома, 7 г/ ёмкость	102,8/+3,7	169,9/+5,2	177,6/–0,9
3. Солома, 16 г/ ёмкость	97,1/+9,1	163,6/+8,8	171,7/+2,5
4. Вертикальное мульчирование почвы соломой на глубину 0,1 м	–	156,7/+12,6	154,4/+10,6
5. Локализация влаги на глубине > 0,12 м	–	105,2/+41,4	116/+34,1
6. Соломенное покрытие слоем 13 мм	–	115,3/+35,7	108,9/+38,2
7. Соломенное покрытие слоем 25 мм	–	83,3/+53,5	85,4/+51,5
8. Локализация влаги на глубине > 0,12 м + соломенное покрытие слоем 25 мм	–	69,3/+61,3	79,5/+54,9

В числителе – испарение влаги в м³/га, в знаменателе – экономия влаги в %

Повышение температуры воздуха (на 8°C) и увлажнения почвы усилило интенсивность и сократило время испарения почвенной влаги.

При одинаковой температуре (22°C) и незначительном повышении влажности почвы (до 31,1 %), на фоне работающего вентилятора интенсивность испарения влаги возросла. В течение первых двух дней из почвы было потеряно почти половина влаги от моделируемых «осадков» (рисунок 5.3).

В этих условиях солома заделка в почву была малоэффективной для влагосбережения.

Полученные зависимости отражены в уравнениях регрессии (приложение Б.35).

Противостоять непродуктивным потерям почвенной влаги и выполнять влагонакапливающую роль в любых погодных условиях смогли лишь ВМ и СП.

Мульча из соломы слоем в 13 и 25 мм снижала среднесуточное испарение с 25,2 м³/га (контроль), соответственно до 15,6 и 12,2 м³/га, или в 1,6 и 2,1 раза.

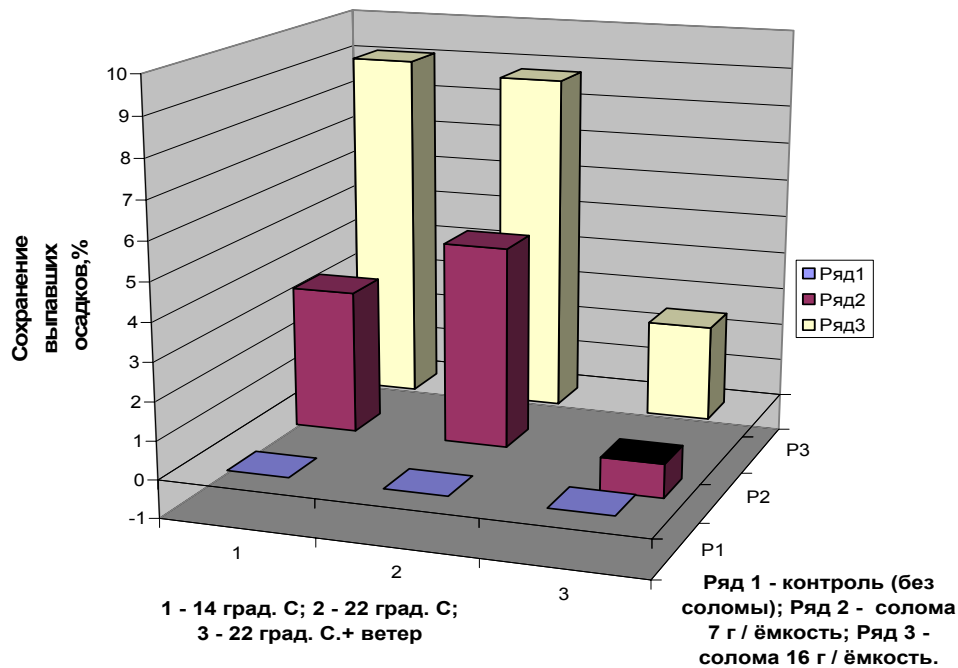


Рисунок 5.3 – Влияние количества солоmistых остатков в почве, температуры воздуха и ветрового режима на сохранность выпавших осадков

Использование в опыте ВМ в условиях безветрия позволяло экономить до 12,6 % (2,26 л/м²), при ветровом режиме – 10,6 % (1,87 л/м²).

В опыте вариант с локализацией всей «дождевой» влаги на глубину более 0,12 м по эффективности практически приравнивался к СП слоем 13 мм (3,5 т/га). Эти два приёма сэкономили от 34 до 41% влаги поступившей в почву.

Более половины влаги от «выпавших осадков» сохранялись в почве при увеличении слоя мульчи из соломы на её поверхности до 25 мм.

5.3 Влагосбережение при возделывании полевых культур

Основное влияние на стабильность и повышение сельскохозяйственного производства оказывает фактор влагообеспеченности.

В условиях орошения неблагоприятные климатические особенности теряют свою остроту. Однако, на богаре, особенно в аридной зоне опасность неурожая и зависимость от погодных условий ощущается наиболее остро.

В VII-й юго-восточной микроне Саратовского Заволжья в теплый период года (IV–X) выпадает 160–220 мм осадков или 64–66 % от годовой суммы, а за период с температурой выше +10°C, 120–150 мм или 45–48 % годового количества. Природные ресурсы влаги, в виде осадков пополняя почвенные влагозапасы, влияют на урожайность сельскохозяйственных культур (рисунок 5.4)

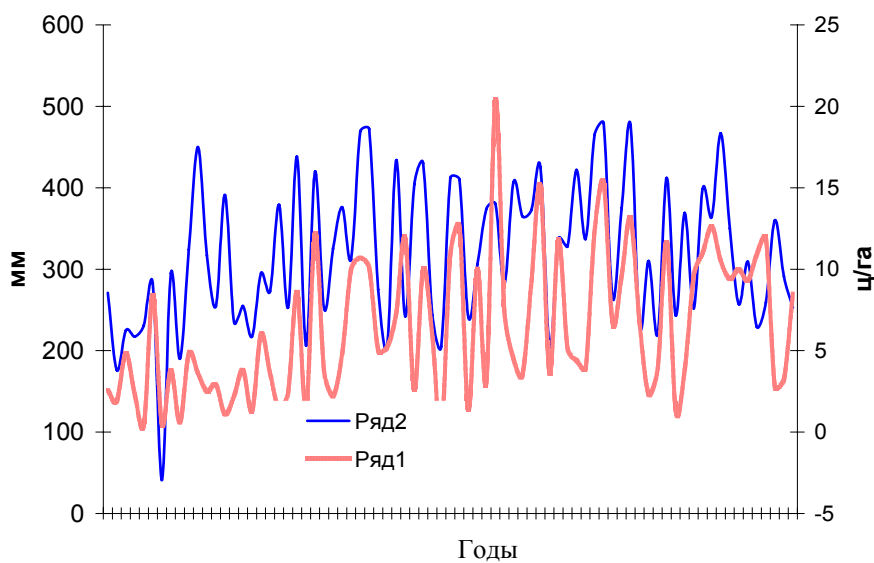


Рисунок 5.4– Зависимость урожайности сельскохозяйственных культур на юго-востоке Саратовского Заволжья от общего количества осадков (1935–2011 гг.)

Долевое участие предпосевных запасов почвенной влаги для роста и развития культур снижается во влажные годы и повышается в засушливые. Из общего количества воды, расходуемой озимыми за вегетацию для формирования урожая, на долю весенних запасов почвенной влаги во влажные годы приходится 37–42 %, в сухие – 73–75, яровыми – соответственно 35–38 и 70–71 % [561].

Запасы влаги на черном пару к весне складываются на 28% из остаточной влаги, на 25 % за счет осадков осени и 57 % приходится на долю зимних и ранневесенних осадков. Запасы влаги глубже метра пополняются весной. В годы со средними и высокими запасами влаги весной, независимо от количества летних

осадков, происходит быстрое иссушение 0–1,0 м слоя почвы в интервале от НВ до ВРК и в дальнейшем влага стабильно сохраняется на этом уровне [561].

В засушливых районах на долю зимних осадков приходится до 30% годовой нормы. На юго-востоке европейской части страны количество снега, сносимого ветрами с полей, составляет в среднем 50 %. Снегозадержание обеспечивает прибавку урожая зерновых 3–5 ц/га [782].

Определенные ресурсы для влагосбережения заложены в различных способах, приемах и системах обработки почвы, а также в биомелиорации.

На плодородных почвах обладающих хорошей структурой и оптимальным строением пахотного слоя допустима минимальная обработка почвы (сокращение глубины и частоты). Она ослабевает процессы минерализации органического вещества и соответственно азота, повышает противозерозийную устойчивость почвы и способствует лучшему влагонакоплению. Например, по данным В.И. Кирюшина, А.Н. Власенко, Л.Н. Иодко [264] в засушливые годы минимальная и нулевая обработки почвы имели преимущество по запасам продуктивной влаги перед глубокими безотвальными в 1,2–1,5 раза, а выщелоченных – в 1,1–1,3 раза.

Известно, что от содержания влаги в почве зависят ее потери на испарение. Непроизводительные потери почвенной влаги в весенне-летний период значительно изменяются в зависимости от строения пахотного слоя. Работами В.Р. Вильямса [98], А.Г. Дояренко [190], П.А. Костычева [303, 304], Н.М. Тулайкова [674] установлено, что условия, сводящие к минимуму испарения влаги, достигаются созданием изолирующего (рыхлого) слоя на поверхности почвы. Поэтому такие известные приемы как ранневесеннее боронование, применение в предпосевной обработке или при уходе за паром рабочих органов с небольшим углом крошения позволяют продолжительное время сохранять влагу в посевном слое.

Мелкая обработка почвы с оборотом пласта и мульчирование является важнейшим фактором стабилизации гумусового состояния почвы и экологической ситуации окружающей среды. Но многие растения отзывчивы на глубину обработки почвы. Поэтому обрачивание всего слоя почвы с точки зрения

воспроизводства плодородия, энергозатрат, стабилизации экологической обстановки – нецелесообразно.

Периодическое глубокое безотвальное рыхление на тяжелых малогумусных почвах играет большую роль в накоплении и сохранении осенне – зимних осадков. Разрушение переуплотненного подпахотного слоя почвы улучшает водно-физические свойства почвы, ее водный и воздушный режим (рисунок 5.5) и способствует развитию корневой системы возделываемых культур (рисунок 5.6).

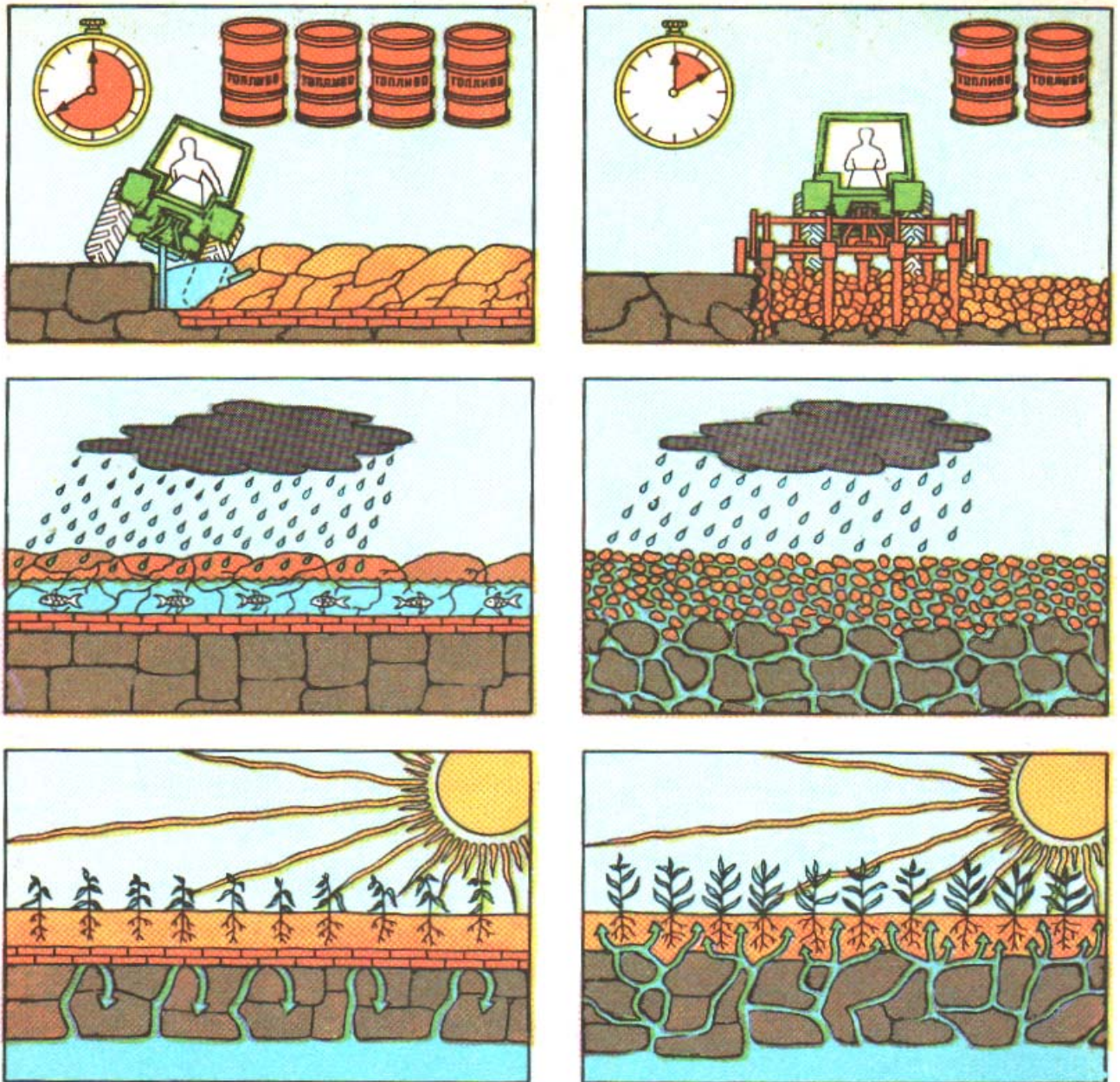


Рисунок 5.5 – Разрушение плотного подпахотного слоя почвы – эффективный способ влагосбережения



Рисунок 5.6 – Корни подсолнечника выращенного на почвах с плотным и рыхлым подпахотным горизонтом (Фото С.Н. Косолапова, 2011 гг.)

Дифференцирование безотвальной обработки почвы в зависимости от почвенных условий связано с применением семейства рыхлящих рабочих органов: плоскорезов, щелевателей, стоек СибИМЭ (на влажных почвах), чизелей (на чистых от корнеотпрысковых сорняков почвах), параплау (на плотных и пересохших почвах).

Эффективно влагосбережение при щелевании, которое обладает протиэрозионным эффектом из-за аккумуляции и повышенной инфильтрацией воды в щелях, являющихся дополнительной емкостью для воды.

Расчеты и результаты опытов показывают, что щелевание увеличивает накопление влаги в почве в 1,2–1,4 раза. На участках почвы без щелей 63% влаги 0–1,0 м слоя приходится на 0–0,5 м слой. Щелевание аккумулирует влагу в глубоких слоях, что уменьшает испарение.

По данным Д.А. Маштакова [404] щелевание посевов кукурузы повысило запасы воды в слое почвы 0,5 м на 100 м³/га. Благодаря мульчированию и использованию щелей обработанных структурообразователем (полиакриламидом) урожайность орошаемой кукурузы на силос возросла на 13–16 %.

Таким образом, важнейшим приемом влагосбережения осеннее – зимних осадков является минимализация обработки на плодородных и оструктуренных и глубокое безотвальное рыхление тяжелых малогумусных почвах.

Концепцию влагосбережения при мульчирующей обработке почвы, мы проверяли в лесостепи. А концепцию влагосбережения при разрушении плужной подошвы оценивали в сухостепной зоне.

Проведению исследований в сухостепной зоне способствовало наличие в хозяйстве современной техники (рисунок 5.7).

В производственных условиях было выявлено, что щелерез «Кивонь» (тип SSD) способен разрушать плужную подошву и разрыхлять почвогрунты до 0,4 м.

Повышение эффективности использования природной влаги с помощью снегозадержания, сохранения её при глубоком безотвальном рыхлении и применение поверхностных обработок почвы не исчерпывают резервы влагосбережения.

В настоящее время часть водных ресурсов сосредоточенно в атмосферных осадках вегетационного периода, которые используются не всегда эффективно.



Рисунок 5.7 – Тяжелая дисковая борона Флео/Флео и щелерез «Кивонь»

Например, в аридной зоне для формирования биомассы растений доступно не более 50–70 % выпадающей влаги. Кратковременные дожди и ливни (менее 5–7 мм) для растений недоступны. Они промачивают лишь верхний слой почвы и быстро испаряются. Поэтому в этих условиях актуальным направлением является разработка теоретических основ и практических способов повышения эффективности использования всех ресурсов влаги.

5.3.1 Зимние ресурсы влаги в аридных, субаридных зонах и их значение для возделывания озимой пшеницы

Снежный покров имеет большое значение для сельского хозяйства, так как меняет радиационный и тепловой баланс подстилающей поверхности, предохраняя почву от выхолаживания, а озимые культуры от вымерзания, накапливает зимние осадки, являясь весной важнейшим источником повышения почвенных влагозапасов. На долю зимних осадков приходится до 30 % годовой нормы. Сформированные с их помощью весенние влагозапасы почвы занимают в общем расходе воды на формирование урожая зерновых культур в период влажного лета – до 42 %, в период засушливого – до 75 % [561]. Поэтому потери (до 50 %) водных ресурсов зимой для хозяйств – упущенная прибыль (до 3–5 ц/га зерна) [782].

Во время метелей снег начинает перемещаться при скорости ветра 2,5–3,0 м/с. При скорости 7–8 м/с сдувается и переносится на высоте 0,1–0,2 м до 90–95 % снега. Препятствия в виде снежных валиков, стерни, стерневых и высеваемых кулис задерживают и сохраняют снег на полях [321, 616].

Отмечено [180], что за период 1976–2005 гг. в Саратове высота снежного покрова в январе-феврале уменьшилась на 60–70 мм, а даты схода снега сместились на более ранние сроки. Из-за изменения климата и ряда малоснежных зим с повторяющимися оттепелями традиционно используемые в сельскохозяйственном производстве снегопахи, на фоне небольшого (до 0,15 м

[397]) снежного покрова для многих сухостепных и степных районов потеряли свою актуальность (рисунок 5.8) [Агрометеорологический бюллетень по Саратовской области за вторую декаду января 2008 г. №2].

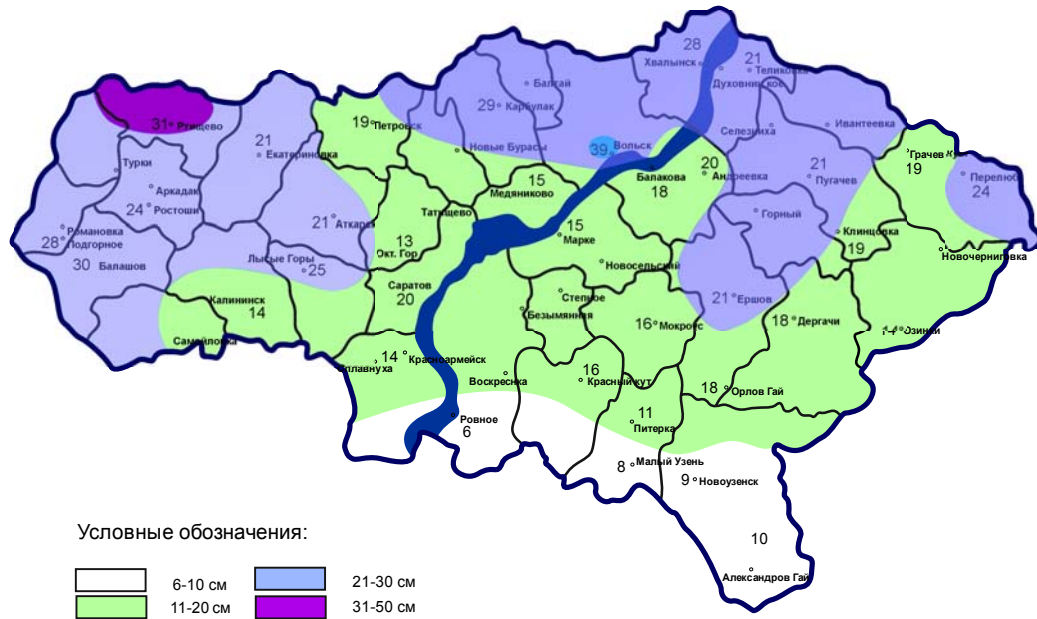


Рисунок 5.8 Карта распределения высоты снежного покрова (см) года в Саратовской области 20 января 2008

В этой связи возросло значение задержания снега с помощью стерни и кулис. Оставление высокой стерни после уборки озимых и яровых культур достаточно эффективный прием снегозадержания (рисунок 5.9).

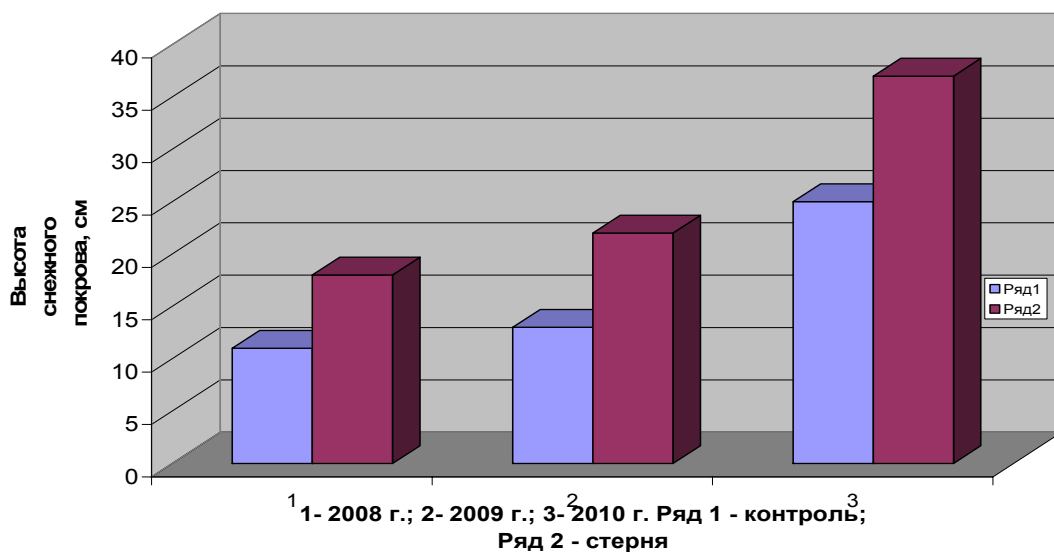


Рисунок 5.9 – Задержание снега стерней в Питерском районе

Замеры снега в Саратовском районе на поле с нескошенным подсолнечником (из-за засухи 2009 г.) показали, что оставленные в зиму стебли этой культуры высотой 0,75–0,88 м задерживали до 0,25 м снега или до 63 мм влаги (рисунок 5.10).

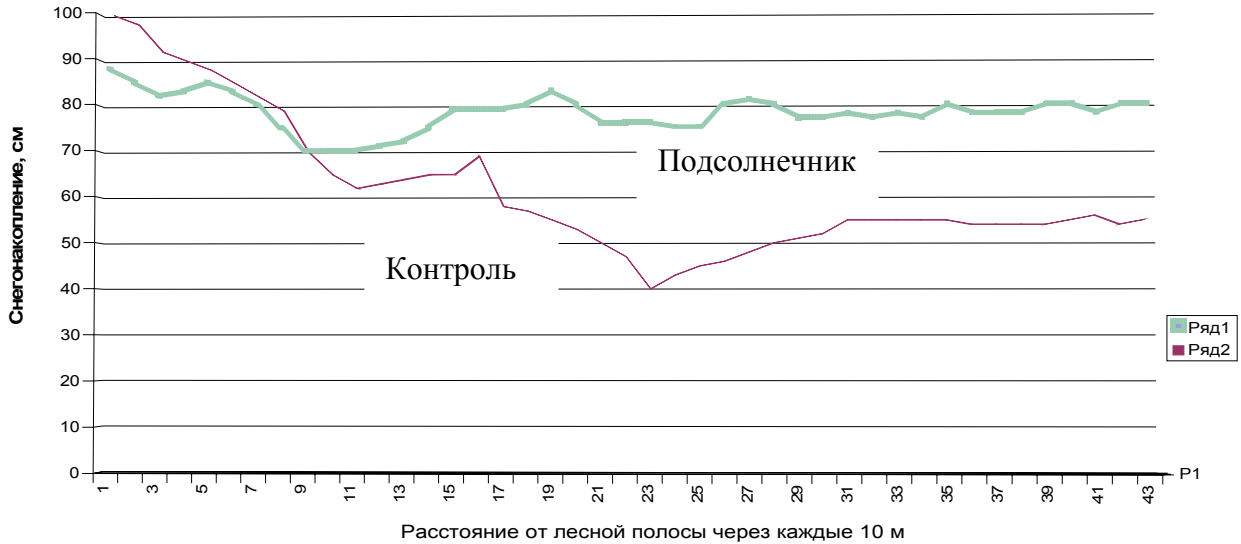


Рисунок 5.10 – Влияние нескошенных растений подсолнечника на снегозадержание в Саратовском районе в 2010 г.

В настоящее время имеются исследования по снегозадержанию с помощью стерневых и высеваемых кулис, на основе которых разработаны рекомендации по формированию необходимого расстояния между различными кулисами в зависимости от их высоты. Благодаря этому можно влиять на величину снегонакопления (от 0,07 до 0,25 м) [321, 729]. Например, оставление, при отдельной уборке стерневых кулис высотой 0,35–0,40 м, шириной 1,5 м через 4,5 м обеспечивает накопление сплошного снежного покрова в степных районах высотой 0,30–0,35 м. Урожайность яровой пшеницы на вариантах, где были оставлены стерневые кулисы, достигла 14 ц, а на вариантах с обычной стерней без снегозадержания – 12,2 ц с 1 га [782].

Использование кулис из высокостебельных растений (горчица, подсолнечник и др.) рекомендуется с расстоянием от 7 до 14 м. По данным Ю.И. Чиркова [729] наилучший результат по снегозадержанию отмечен при использовании кулис горчицы (0,38 м), подсолнечника (0,24 м) и стерни (0,14 м) (рисунок 5.11).

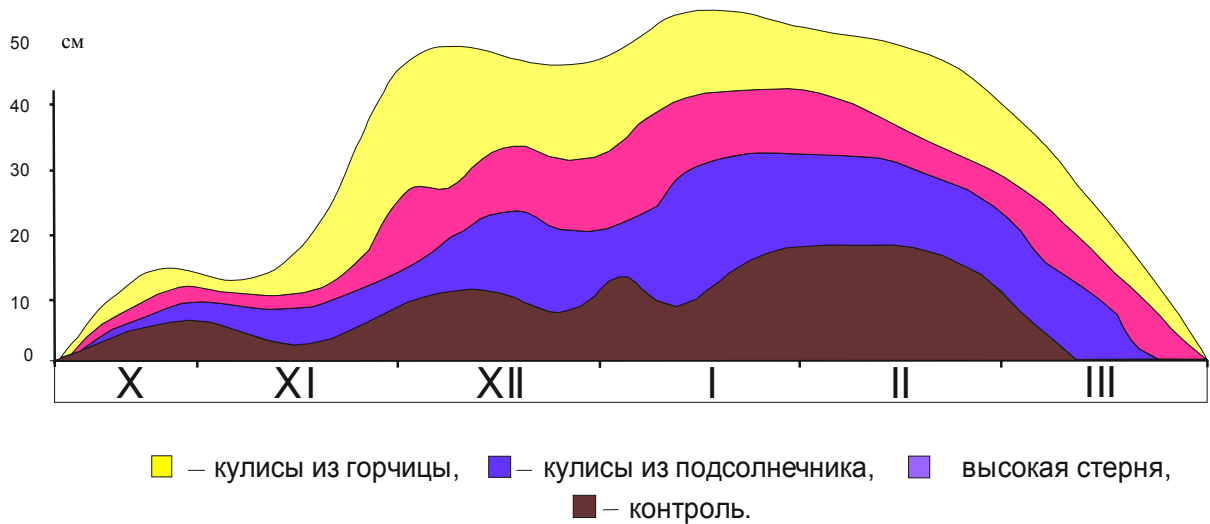


Рисунок 5.11 – Динамика снегонакопления на фоне различных кулис [725]

Сравнивая снегозадержание с помощью кулис и лесных полос необходимо отметить, что лесные полосы не обеспечивают равномерного снегонакопления. Значительная часть снега откладывается в самих полосах и в непосредственной близости от них. На середине межполосного пространства высота снежного покрова незначительно превышает показатели незащищенных полей. Кулисы обеспечивают более равномерное распределение снежного покрова.

Анализ литературных источников показал, что разрозненные, территориально ограниченные эксперименты не позволяют полностью раскрыть взаимосвязь оптимизации мощности снежного покрова в условиях изменения климата с водным режимом почвы и урожайностью возделываемых культур в различных почвенно-климатических условиях. Определенные вопросы по актуальности снегозадержания возникают в черноземно-степной и лесостепной зоне.

Известно, что оптимальная влагообеспеченность черноземов улучшает их плодородие и повышает урожайность культур. И наоборот, перенасыщение почв талыми водами ухудшает их тепловой, питательный режим (за счет вымывания нитратов), что снижет производство растениеводческой продукции.

Изменение климата подталкивает хозяйственников проводить снегозадержание в лесостепи. Например, в ТНВ «Пугачевское» [753] Пензенской области для снегозадержания после уборки урожая зерновых оставляют высокую стерню.

Проведенные нами исследования показали, что география снегоотложения, запасов воды в снеге и почвенных влагозапасов весной от аридной до субаридной зоны подчиняется математическим закономерностям (таблица 5.6).

Таблица 5.6 – Зависимость изменения ресурсов влаги от местоположения на территории от сухой степи Саратовской до лесостепи Тамбовской области

У	Уравнение	η	t_η	R^2	t_ϕ	t_{05}
Мощность снежного покрова, см	$y = 0,0451x^* + 15,95$ (5.1)	-	-	0,806	7,95	2,31
Запасы воды в снеге, м ³ /га	$y = -0,0018x^{**2} + 2,0559x + 296,56$ (5.2)	0,703	2,79	-	-	2,31
Продуктивные влагозапасы в 0–1,0 м слое почвы, м ³ /га	$y = 1,919x^{**} + 1229,9$ (5.3)	-	-	0,985	9,3	4,43

где: x^* – расстояние от 50.165298° с. ш. 48.500252° в. д. до 52.650490° с. ш. 42.728580° в. д., км;
 x^{**} – расстояние от 50.671040° с. ш. 47.437881° в. д. до 52.650490° с. ш. 42.728580° в. д., км

Выявлено, что в период отрастания озимой пшеницы наименьшее количество продуктивных влагозапасов в 0–1,0 м слое почвы содержалось в сухой степи 1377 м³/га, наибольшее в лесостепной зоне – до 1841 м³/га. Снегозадержание повышало количество влагозапасов в почве в сухостепной, степной и лесостепной зоне соответственно на 251, 151, 115–131 м³/га, или на 18, 10, 6–8 % (приложение Б.36).

В сухой степи на фоне снегозадержания растения озимой пшеницы в течение вегетации были лучше обеспечены водными ресурсами. По сравнению с контролем их водопотребление из 0–1,0 м слоя было на 229 м³/га, или 19 % выше.

Относительно сухой степи в черноземно-степной зоне эффект от снегозадержания уменьшился в 2 раза. В аридной зоне водопотребление озимой пшеницы из 0–1,0 м слоя почвы на фоне дополнительного снегоотложения в черноземной степи превышало показатели контроля лишь на 111 м³/га, или на 7,8 %.

Наименьший эффект от снегонакопления был отмечен в лесостепной зоне. Разница в водопотреблении озимой пшеницы из метрового слоя почвы на фоне снегозадержания относительно контроля составила 78–90 м³/га, или 4,7–5,0 %.

Анализ биологической урожайности озимой пшеницы, общего расхода влаги из 0–1,0 м слоя почвы и эффективных осадков в аридной, субаридной зонах выявил их тесную взаимосвязь (рисунок 5.12), которую можно выразить уравнением:

$$y = 0,0001x^2 + 0,0108x + 11,352 \quad (\eta = 0,89; t_{\eta} = 5,05 > t_m = 2,45), \quad (5.4)$$

где: x – общий расход влаги из 0–1,0 м слоя почвы + эффективные осадки, м³/га; y – урожайность зерна, г/м².

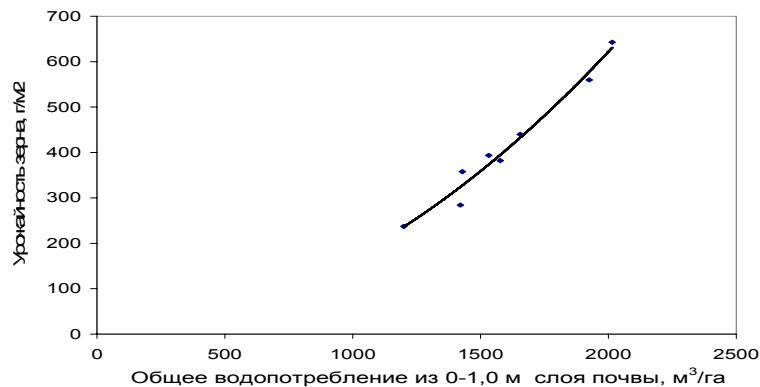


Рисунок 5.12 – Взаимосвязь общего водопотребления озимой пшеницы (слой почвы 0–1,0 м) с урожайностью зерна

Исходя из выше проведенного анализа, можно с уверенностью сказать, что рациональное использование зимних осадков является существенным резервом повышения продуктивности агроландшафтов, особенно в сухостепных районах.

5.3.2 Перераспределение зимних осадков – способ влагосбережения в сухостепной зоне

Изучение резервов влаги имеет важное значение для земледелия.

Проведенные исследования различных способов влагосбережения в посевах яровой пшеницы в сухой степи подтвердили предположение о наличии резервов природной влаги и о возможности их эффективного использования.

Эффективным способом экономии водных ресурсов в сухой степи является разрушение уплотненных подпахотных горизонтов почвы.

Было выявлено, что в светло-каштановых почвах 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 0,2–0,4 м слое плотность резко увеличивалась (до 1,55 г/см³), а общая пористость и пористость аэрации снижалась соответственно до 43 и 6 % (таблица 5.7).

Таблица 5.7 – Влияние обработок почвы на водно-физические свойства светло-каштановой почвы ЗАО «Дружба» Новоузенского района Саратовской области

Глубина, м	Плотность твердой фазы, г/см ³	Плотность сложения, г/см ³		НВ, % от объема		Общая пористость, %		Пористость аэрации, %	
		1*	2**	1*	2**	1*	2**	1*	2**
0–0,1	2,67	1,19	1,21	36,8	36,6	55,4	55,1	18,6	18,1
0,1–0,2	2,67	1,23	1,22	36,7	35,9	53,9	54,3	18,2	16,9
0,2–0,3	2,70	1,46	1,29	39,7	37,1	45,9	52,2	6,2	15,1
0,3–0,4	2,70	1,55	1,35	35,7	37,5	42,6	50,0	6,9	12,5
0,4–0,6	2,70	1,50	1,49	35,1	35,2	44,5	45,0	9,4	9,8
0,6–0,8	2,72	1,46	1,46	34,5	34,3	46,3	46,2	11,8	11,9
0,8–1,0	2,73	1,50	1,49	33,9	34,6	45,1	45,5	11,2	10,9
1,0–1,2	2,72	1,52	1,52	33,6	33,9	44,3	44,2	10,7	10,3
1,2–1,4	2,73	1,55	1,55	32,1	32,7	43,2	43,3	11,1	10,7

1* - вспашка; 2** - глубокая безотвальная обработка

По данным В.И. Кирюшина [270] при плотности почвы 1,4–1,6 г/см³ проникновение растений в углубленные горизонты сильно затруднено, их развитие угнетается, при более высоких значениях плотности рост корней невозможен.

Применение щелереза «Кивонь» разуплотнило подпахотный горизонт до 1,29–1,35 г/см³ (на 0,17–0,20 г/см³) и повысило общую пористость до 50–52 %

(на 6,3–7,4 %), порозность аэрации – до 12–18 % (на 5,6–8,9 %). При глубоком безотвальном рыхлении почвы суммарный объем пор в 0,2–0,4 м слое увеличился на 145 м³/га, повысив его водопроницаемость для талых вод.

По мнению Е.В. Полуэктова [524] и С.В. Кирюшина [269], наличие в пахотном и подпахотном горизонте плотных слоев уменьшает скорость продвижения воды и приводит к формированию над слоем с повышенной плотностью подвешенной влаги. Чем меньше глубина обработки почв, тем ближе к поверхности слой с повышенной влажностью, из-за чего усиливается вероятность попадания этого слоя под первые морозы и образования водоупора на «плужной подошве».

Периодическое глубокое рыхление почвы обеспечивает в период снеготаяния высокую инфильтрационную способность почвенного слоя и проникновение влаги на большую глубину, в результате чего исчезает поверхностный сток.

Светло-каштановые почвы обладают невысокой скоростью впитывания и фильтрации воды. В течение суток подпахотные горизонты почвы при равновесной плотности 1,38–1,48 г/см³ впитывают до 14–19 мм влаги [564]. При дальнейшем уплотнении (свыше 1,55 г/см³) возможность создания водоупора на глинистых слабооструктуренных почвах многократно возрастает [309].

Разрыхление уплотненных слоев позволяет части почвенной влаги (задерживаемой ранее над плотным горизонтом), при беспрепятственном проникновении по крупным порам вглубь почвогрунтов, увеличивать глубину увлажнения и тем самым – удлинять капиллярный ток влаги от места ее локализации до поверхности почвы. В этих условиях период разрыва капилляров (ВРК) наступает раньше, в результате чего сокращаются весенние потери влаги по капиллярам. Заглубление влагозапасов снижает их летние потери на диффузно-конвекторное выдувание.

Исследователи [685] отмечали, что отношение величин испарения из слоев 0–0,3, 0,3–0,6, 0,6–0,9 м равняется 13:7:5. Было также выявлено [639], что

перераспределение влаги из 0–0,12 м слоя в 0,12–0,22 м горизонт снижает её испарение на 34–41 %.

Наблюдение за влажностью почвы, в посевах яровой пшеницы возделываемой в сухой степи на фоне вспашки и глубокой безотвальной обработки почвы, подтвердило предположение о наличии дополнительных водных ресурсов, возможности их перераспределения, накопления и эффективного использования.

Расчеты содержания в почве доступных влагозапасов показали, что уплотненный подпахотный горизонт увеличивал влагозапасы в верхнем полуметровом слое почвы в фазу кущения яровой пшеницы на 57 м³/га (таблица 5.8). При разрыхлении подпахотного горизонта во второй полуметровый слой дополнительно перераспределялось 122 м³/га легкодоступной влаги. В результате чего общее количество доступных влагозапасов повышалась на 65 м³/га, или на 9 %.

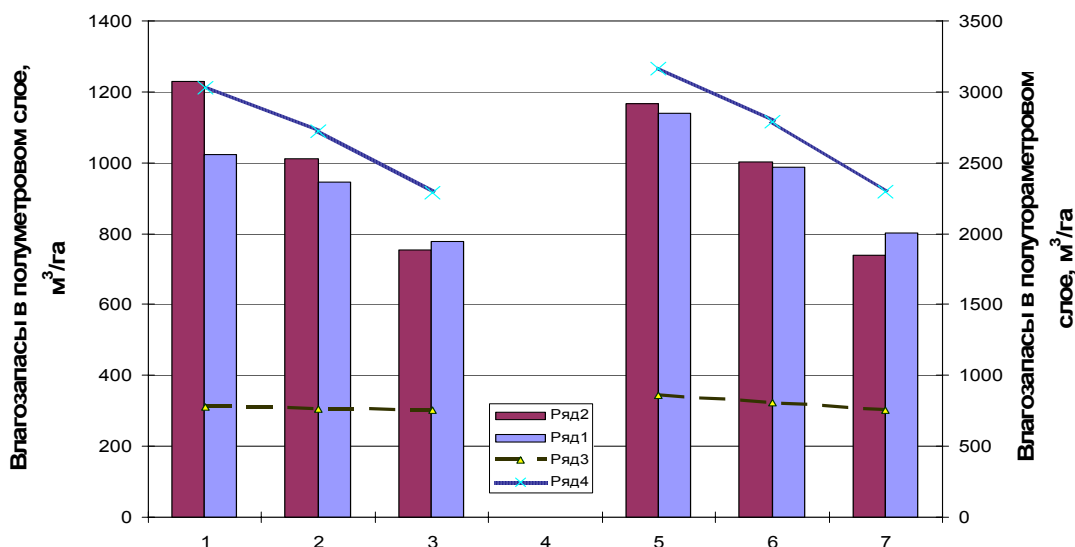
Таблица 5.8 – Влияние глубины и способа обработки почвы на изменение продуктивных влагозапасов в период кущения яровой пшеницы (в среднем за 2002–2006 гг.)

Глубина, м	Вспашка, м ³ /га	Глубокое рыхление, м ³ /га	Эффект от глубокого рыхления	
			м ³ /га	%
0–0,5	484	427	–57	–11,8
0,5–1,0	227	349	+122	+53,7
0–1,0	711	776	+65	+9,1

Во время кущения яровой пшеницы верхний 0–0,5 м слой почвы на фоне вспашки был лучше обеспечен влагой (1229 м³/га), чем при глубокой безотвальной обработке (1169 м³/га) (рисунок 5.13).

В период кущения – выхода в трубку незначительное преимущество во влагообеспечении яровой пшеницы на фоне отвальной вспашки полностью утрачивалось. Корневая система зерновых злаков, сдерживаемая снизу уплотненным

горизонтом, ограничивалась использованием влаги в пределах пахотного слоя и была полностью зависима от имеющихся влагозапасов и атмосферных осадков.



Способы обработки почвы: 1-3 – вспашка; 5-7 – глубокая безотвальная обработка.
 Периоды вегетации: 1;5 – кушение; 2;6 – колошение; 3;7 – уборка.
 Слой почвы: Ряд 2 – 0–0,5 м; Ряд 1 – 0,5–1,0 м; Ряд 3 – 1,0–1,5 м; Ряд. 4 – 0–1,5 м

Рисунок 5.13 – Влияние способов обработки на общие влагозапасы почвы в посевах яровой пшеницы возделываемой в сухой степи, в среднем за 2002–2006 гг.

В этот и последующие периоды преимущество во влагообеспечении получали злаки, возделываемые на фоне обработки почвы щелерезом «Кивонь», за счет лучших условий для развития корневой системы и возможности использовать влагу и элементы питания из 0,2–0,4 м слоя и из более глубоких горизонтов почвы.

Влагозапасы в 0,5–1,0 м слое почвы на фоне глубокой безотвальной обработки почвы во время кушения, колошения и перед уборкой урожая пшеницы были выше показателей вспашки – на 117, 41, и 24 м³/га.

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

$$Y = 134,23x - 34,564x^2 - 32,54 \quad (\eta = 0,98, t_{\eta} = 312 > t_{05} = 2,45), \quad (5.5)$$

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

Анализ показателей водопотребления яровой пшеницы, возделываемой на границе с полупустынной зоной, подтверждает факт улучшения водного режима почвы в результате разрыхления подпахотного горизонта почвы (таблица 5.9).

Таблица 5.9 – Влагозапасы в 0–1,5 м слое почвы и их расход на формирование урожая яровой пшеницы в сухостепной зоне Заволжья, в среднем за 2002–2006 гг.

Варианты	Запасы влаги, м ³ /га		Показатели водопотребления				
	в начале вегетации	в конце вегетации	Суммарное водопотребление, м ³ /га	в том числе		Урожайность, т/га	Коэффициент водопотребления, м ³ /т
				из почвы	осадки		
Отвальная вспашка							
Контроль	3031	2286	1269	745	524	0,72	1763
N30	3031	2286	1269	745	524	0,86	1476
Глубокое безотвальное рыхление							
Контроль	3167	2293	1398	874	524	0,83	1684
N30	3167	2293	1398	874	524	0,97	1441

В опытах зафиксирован повышенный (874 против 745 м³/га) расход почвенной влаги на вариантах с глубоким безотвальным рыхлением относительно вспашки.

При выпадении 524 м³/га эффективных осадков ($K_{эфф.} = 0,5$) суммарное водопотребление на контроле со вспашкой составило 1269 м³/га, на варианте с использованием щелереза «Кивонь» – 1398 м³/га.

В итоге, максимальный расход влаги при производстве 1 т зерна был отмечен на контроле при вспашке – 1763 м³. На варианте с глубоким безотвальным рыхлением он уменьшился до 1684 м³. Применение азотных удобрений в норме N30 сократило коэффициент водопотребления яровой пшеницы на 14–16 %.

Сочетание глубокого безотвального рыхления и N30 повысило эффективность использования водных ресурсов, что в положительно отразилось на фитометрических показателей яровой пшеницы и всех слагаемых ее продуктивности.

Необходимо подчеркнуть, что соблюдение сроков проведения основной обработки почвы оказывает влияние на сохранение остаточных влагозапасов в почве.

В 2006 году у нас появилась возможность проверить это утверждение.

Так, в производственных условиях (ЗАО «Дружба») было выявлено, что в отличие от проведенной в оптимальные сроки обработки почвы щелерезом «Кивонь» (после уборки озимой пшеницы), поздняя обработка (из-за поломки трактора), привела к потере из сентябрьской зяби до 39 мм почвенной влаги, причем 25 мм – из второго полуметрового слоя (таблица 5.10).

Таблица 5.10 – Влияние сроков обработки почвы щелерезом «КИВОНЬ» на сохранение почвенных влагозапасов к фазе кущения яровой пшеницы

Глубина, м	Кущение		Колошение		Уборка	
	% НВ	мм	% НВ	мм	% НВ	мм
Обработка почвы 24.07.06						
0–0,5	58,5	108,8	52,0	96,7	43,8	81,4
0,5–1,0	71,6	122,3	59,7	102,1	48,9	83,6
0–1,0	64,8	231,1	53,7	198,8	46,2	165,0
Обработка почвы в 04.09.06						
0–0,5	51,0	94,8	49,0	91,1	40,5	75,3
0,5–1,0	57,0	97,5	51,0	87,2	45,8	78,3
0–1,0	53,8	192,3	50,0	178,3	43,0	153,6

Подводя итог, следует отметить, что наличие уплотненных подпахотных горизонтов концентрирует влагозапасы в пахотном горизонте, что во влажных условиях может быть благоприятно для растений. Однако в сухой степи такие периоды бывают редко. Жаркая погода и суховеи – спутники земледелия в этой зоне. Поэтому наличие максимальных запасов влаги в пахотном слое приводит к ее потере.

Перераспределяет зимние осадки из пахотного в подпахотный горизонт почвы глубокое безотвальное рыхление. Оптимальный срок обработки почвы – сразу после уборки озимых. В это время глубокое рыхление почвы не наносит вред почвенным влагозапасам, так как они в 0–0,3 м слое уже истощены их корневой системой.

Остаточная влага в подпахотном горизонте сохраняется из-за разрыхленного поверхностного слоя. После уборки яровых культур и засухе вспашка не целесообразна. Она способствует потере влаги «законсервированной» в крупных почвенных структурах.

При отсутствии обработки почвы дождевые осадки по трещинам заглубляются вниз, впитываются в почвогрунты и в «законсервированном» виде сохраняются. Поэтому в засушливые годы на фоне нулевой обработки почвы урожайность зерновых культур бывает выше, чем при вспашке. Однако уплотненность почвы при отсутствии обработок почвы может стать отрицательным фактором в сохранении зимних осадков. Талые воды теряются на склонах или впитываются лишь в верхние слои почвы. В этих случаях глубокое рыхление подпахотных горизонтов (при первых заморозках) и повышение водовместимости почвы с помощью щелерезов, на наш взгляд, гарантирует сохранность осадков зимнего периода.

5.3.3 Мульчирующий слой на поверхности черноземов – мелиоративный прием влагосбережения в лесостепной зоне

При проведении исследований в лесостепи установлено, что солома и сидераты повышают влажность и улучшают водный режим почвы (приложение 37).

Так, перед посевом яровой пшеницы, влажность 0–1,5 м слоя почвы на варианте без соломы в звеньях севооборота с чистым и занятым паром на фоне вспашки была в

пределах 94,3–95,6 % НВ (550,4–557,9 мм), на фоне мульчирующей обработки почвы незначительно (на 9–10 мм) выше – 95,8–97,5 % НВ (559,0–568,2 мм).

Запашка в почву измельченной соломы после уборки озимой пшеницы в звене севооборота с сидеральным паром увеличивала влажность почвы на 1,3–2,6 % НВ (на 7,3–14,8 мм), поверхностная заделка соломы – на 1,5–3,2 % НВ (10,0–18,8 мм).

При этом поверхностная заделка соломы в звеньях севооборота с чистым и занятым паром сберегала в 1,4–2,0 раза больше влаги, в среднем за вегетацию, чем запашка соломы, при которой сохраненные влагозапасы увеличивались незначительно – на 4–14 мм (рисунок 5.14).

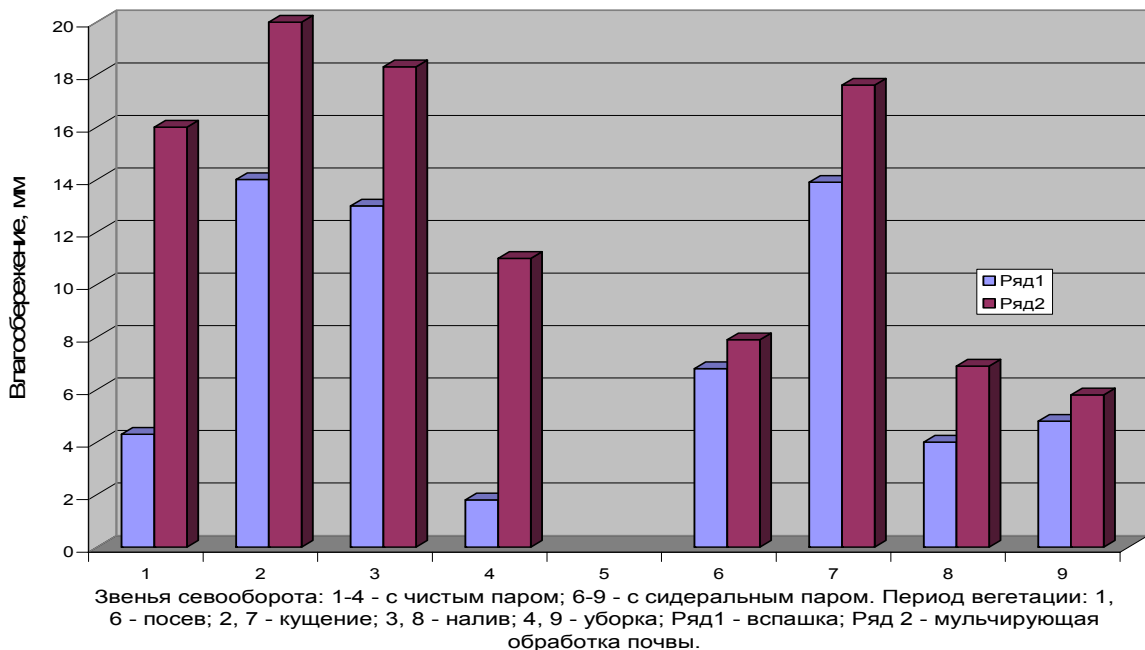


Рисунок 5.14 – Влагосбережение в посевах яровой пшеницы при различных способах заделки соломы в звеньях севооборота с чистым и сидеральным паром

Благодаря влагосбережению при поверхностной заделке соломы и сидератов яровая пшеница в течение вегетации была лучше обеспечена (на 9–15 мм) почвенной влагой, чем отвальная вспашка на контроле (рисунок 5.15).

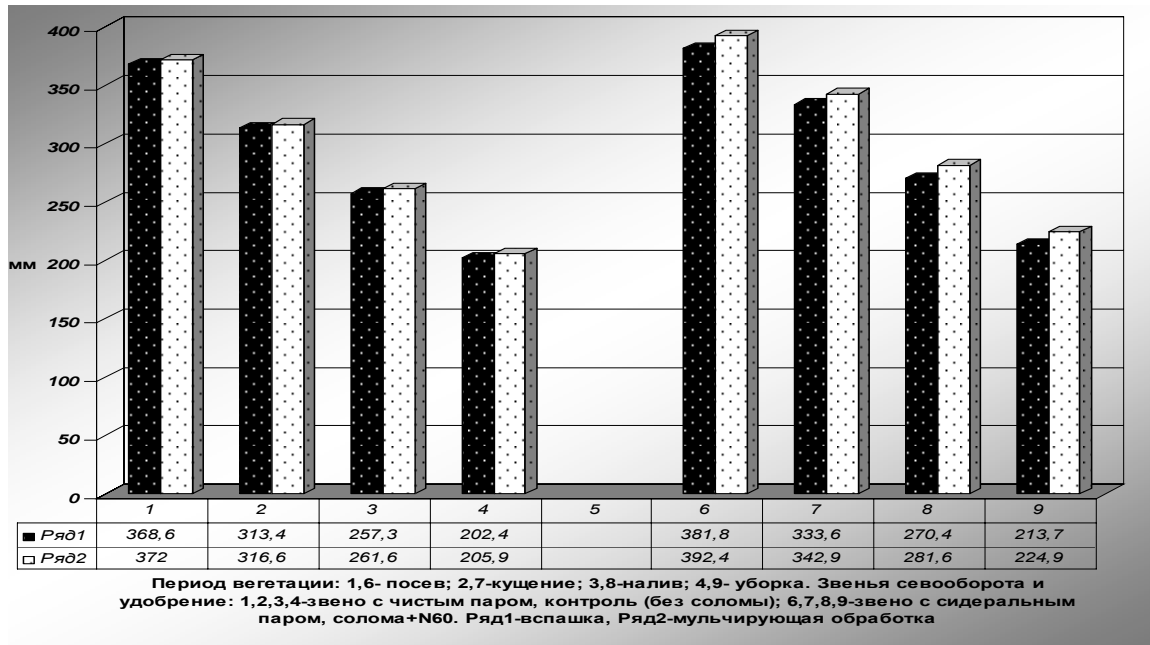


Рисунок 5.15 – Взаимосвязь приемов биологизации земледелия (2003–2006 гг.) с изменением почвенных влагозапасов (0–1,0 м) в период вегетации яровой пшеницы

На контроле (без соломы) разница во влагозапасах при отвальной и мульчирующей обработках почвы была несущественной.

Между сложением почвы и ее влажностью просматривается взаимосвязь, объясняемая формулой [450] применяемой для расчета, выделяемого из почвы воздуха:

$$V = C \cdot A \cdot T, \quad (5.6)$$

где: V – объем воздуха (см^3), C – коэффициент его расширения, A – показатель некапиллярной аэрации и T – температурная амплитуда.

Из формулы следует, что увеличение скважности и температуры интенсифицирует воздухообмен в почве и усиливает испарение влаги с ее поверхности. Мульчирующая обработка, снижая некапиллярную скважность, способствует уменьшению диффузно-конвекторного выдувания влаги, а наличие мульчирующего слоя на поверхности почвы снижает испарение влаги по капиллярам. Поэтому поверхностная заделка растительных остатков в почву лучше сохраняет влагу, чем вспашка. Академик А.Н. Каштанов [255] говорит о 20–30 % преимуществе поверхностной обработки почвы перед вспашкой по сохранению продуктивной влаги.

При отсутствии послеуборочных остатков преимущество мульчирующей обработки почвы перед вспашкой теряется. В этой связи отмечается ухудшение водного режима почвы не только на фоне мульчирующей обработки почвы, но и на фоне вспашки. Весной влагонасыщенная пашня без соломы сильнее уплотняется, при этом усиливается испарение капиллярной влаги, особенно в период до начала полевых работ. Малоснежные зимы также ухудшают водный режим на пашне.

Интерес к проблеме влаго- и ресурсосбережения подтолкнул нас определить влагообеспеченность производственных посевов в ТНВ «Пугачевское» Мокшанского района Пензенской области, где длительное время (более 24 лет) применяется мульчирующая обработка почвы. В качестве контроля было выбрано ближайшее (40–45 км) хозяйство ТНВ «Вирга» Нижне-Ломовского района Пензенской области, где применялась вспашка. Анализ полученных данных (28 июля 2008 г) показал, что влагообеспеченность 0–1,0 м слоя почвы на фоне мульчирующей обработки почвы, была на 681 м³/га выше, чем при отвальной вспашке (таблица 5.11).

Таблица 5.11– Влияние технологий обработок почвы на содержание влаги в посевах яровой пшеницы

Глубина, м	Вспашка (ТНВ «Вирга»)		Мульчирующая обработка (ТНВ «Пугачевское»)		Разница, м ³ /га
	%	м ³ /га	%	м ³ /га	
0–0,5	75,8	1546	93,6	1962	416
0,5–1,0	71,7	1412	85,2	1677	265
0–1,0	73,8	2958	90,7	3639	681

Биологизация земледелия влияла на накоплении почвенной влаги.

Исследования выявили зависимость влагонакопления от структурного состояния чернозема и в первую очередь от водопрочности агрегатов почвы:

$$y = 0,0776x^2 - 10,476x + 722,36 (\eta = 0,79; t_{\eta} = 3,20 > t_m = 2,45), \quad (5.7)$$

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

Анализ водного режима почвы показал, что суммарное водопотребление яровой пшеницы составило от 3614 до 3715 м³/га, в том числе: из почвы – 2394–2483 м³/га и из осадков – 1232 м³/га (таблица 5.12).

Таблица 5.12 – Запасы влаги в 0–1,5 м слое чернозема выщелоченного и показатели водопотребления яровой пшеницы, в среднем за 2006–2008 гг.

Варианты		Запасы влаги, м ³ /га		Показатели водопотребления			
Обработка почвы	Удобрение	в начале вегетации	в конце вегетации	Суммарное водопотребление, м ³ /га	в том числе		Коэффициент водопотребления, м ³ /т
					из почвы, м ³ /га	осадки, м ³ /га	
Звено севооборота с чистым паром							
Вспашка	Без соломы	5550	3108	3626	2394	1232	806
	Солома +N60	5550	3136	3646	2414	1232	697
Мульчир. обработка	Без соломы	5545	3149	3628	2396	1232	834
	Солома +N60	5720	3273	3679	2447	1232	745
Звено севооборота с сидеральным паром							
Вспашка	Без соломы	5579	3190	3614	2382	1232	766
	Солома +N60	5652	3247	3637	2405	1232	645
Мульчир. обработка	Без соломы	5688	3233	3687	2455	1232	798
	Солома +N60	5779	3296	3715	2483	1232	682

По сравнению с контролем (без соломы), при заделке в почву растительных остатков отмечался не большой (на 2–5 %) расход почвенной влаги.

Наиболее высокий коэффициент водопотребления яровой пшеницей был отмечен в звене севооборота с чистым паром на контроле при вспашке – 806

м³/т и при мульчирующей обработке почвы – 834 м³/т. Наименьший КВ (645–682 м³/т) был достигнут при использовании N60 на фоне соломы и сидератов.

Подводя итоги необходимо отметить, что внесение в почву соломы и сидератов улучшает водный режим чернозема, который больше накапливает и лучше сохраняет влагу, как при отвальной (больше на 100–170 м³/га), так и при мульчирующей его обработке (больше на 190–220 м³/га). Заделка в почву растительных остатков улучшает влагообеспеченность посевов в течение всей вегетации, благодаря чему расход КВ снижается с 806–834 до 645–682 м³/т.

5.3.4 Вертикальное и горизонтальное мульчирование почвы – способ повышения эффективности использования летних осадков

В степи растения используют из осадков 50–70 % влаги [630]. Повысить коэффициент использования осадков культурами можно при щелевании почв [195, 361, 404].

Проведенные нами исследования вертикального и горизонтального мульчирования почвы соломой подтвердили предположение об эффективности этих агроприемов при перераспределении и сохранении осадков (рисунок 5.16, приложение Б.38).

Использование соломенного покрытия (СП) позволяло во время колошения пшеницы сохранять в аридной и субаридной зоне от 0,5 до 14,0 мм почвенной влаги. Вертикальное мульчирование почвы (ВМ) дополнительно аккумулировала вдоль щелей от 2,5 до 4,0 мм атмосферных осадков. Тогда как между щелями, в отличие от контроля отмечалось превышение почвенных влагозапасов лишь на 0,3–3,8 мм. Сочетание СП и ВМ увеличило количество почвенных влагозапасов вдоль щелей на 3,6–8,0, а между щелями – на 1,5–3,4 мм. Во время уборки пшеницы различия между контролем, СП, ВМ и СП+ВМ сохранялись.

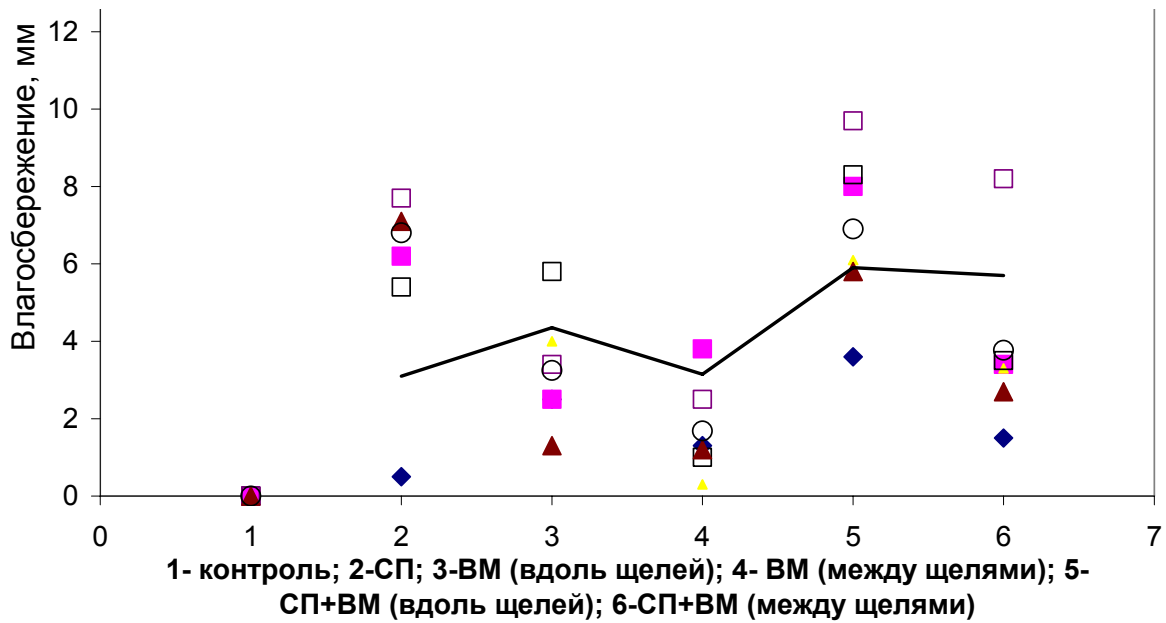


Рисунок 5.16 – Влагоберегающий эффект от применения ВМ и СП в посевах яровой пшеницы

Как показывали лизиметрические исследования (лизиметры Е.И. Шиловой [126]) вдольщелевое пространство на глубине 0,2 и 0,3 м было в 2,8–3,0 раза лучше обеспечено почвенными влагозапасами, чем варианты контроля (таблица 5.13).

Таблица 5.13 – Перераспределение атмосферных осадков в почве под влиянием вертикального мульчирования, в среднем за 2004–2006 гг.

В числителе – мм, в знаменателе – %

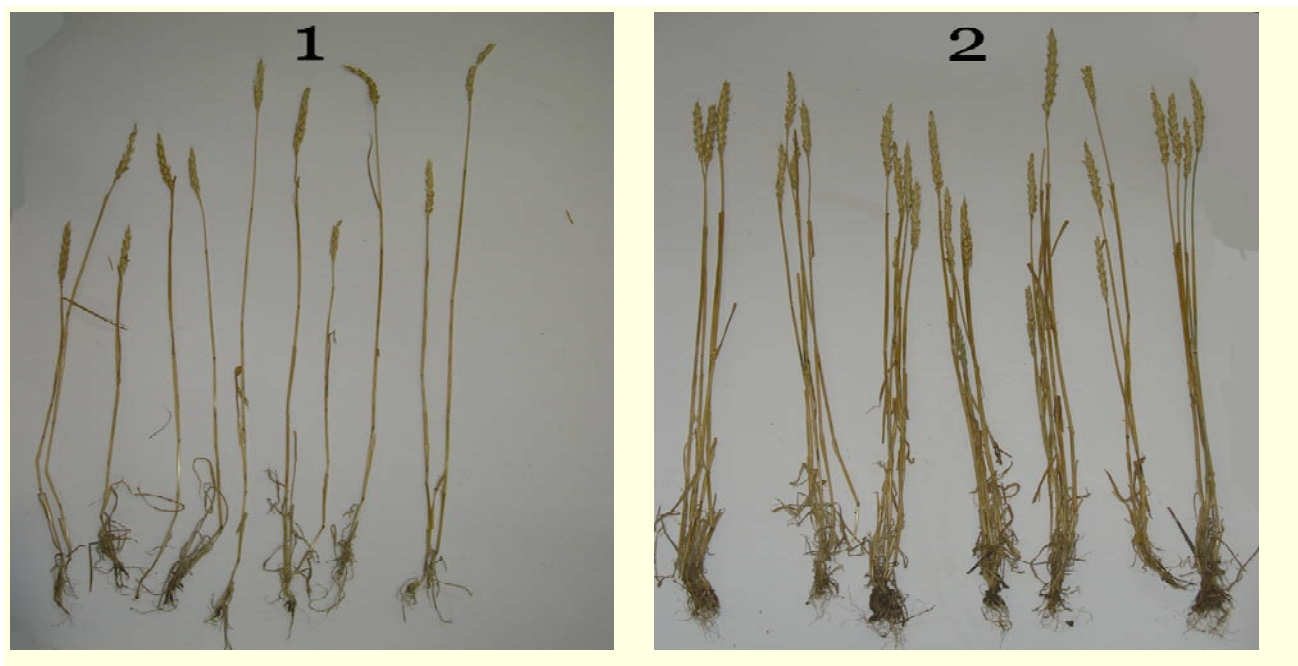
Месторасположение лизиметра от поверхности почвы	Контроль	Щель	Между щелями
Поверхность	31/100	31/100	31/100
10 см	1,9/6,3	*	1,3/4,2
20 см	0,6/1,9	3,9/12,6	0,4/1,4
30 см	0,3/1,0	1,6/5,1	0,07/0,2
40 см	0	0,4/1,3	0

*– лизиметры не устанавливались

Детальное (ежедневное) обследование межщелевого пространства показало, что перераспределение осадков (40 мм) и влагонасыщение вдольщелевого пространства происходит неравномерно. Под действием гравитационных,

сорбционных и менисковых сил и вода проникает не только вниз относительно дна щели (до 0,3–0,5 м), но и насыщает межщелевое (до 0,1–0,2 м) пространство (приложение А.7).

Перераспределение дождевой влаги с помощью ВМ и ее сохранение с помощью СП позволило в сухой степи (на границе с полупустыней) увеличить количество продуктивных стеблей у яровой пшеницы в 1,5–2,0 раза (рисунок 5.17).



1 – обычная технология; 2 – влагосберегающая технология

Рисунок 5.17 – Влияние вертикального и горизонтального мульчирования почвы соломой на количество продуктивных стеблей яровой пшеницы в сухостепной зоне

Влагосберегающие агроприемы (ВМ и СП) позволяли также выживать растениям кукурузы в условиях сухой степи при минимальных ресурсах влаги (таблица 5.14), тогда как на фоне традиционной технологии возделывания она, в отличие от условий степной и лесостепной зоны, полностью погибала (рисунок 5.18).

Посев кукурузы вдоль вертикально мульчируемых щелей увеличивал коэффициент использования атмосферных осадков в сухостепной зоне с 0,5 до 0,7. Этому во многом способствовала особенность расположения листьев на стебле кукурузы.

Листья, расположенные в радиусе до 0,3 м и на высоте до 1,5 м, улавливали и направляли дождевые капли вниз по стеблю, где они попадали в щель и затем – в глубокие влагосберегающие горизонты почвы.

Таблица 5.14 – Показатели условий водного питания кукурузы возделываемой в различных почвенно-климатических зонах

Показатели	Сухая степь (2004–2006 гг.)		Черноземная степь (2003, 2007, 2008 гг.)		Лесостепь (2006–2008 гг.)	
	Посев	Уборка	Посев	Уборка	Посев	Уборка
Почвенные влагозапасы в 0–1,5 м слое почвы, м ³ /га	4125	2409	5065	2682	5488	2779
Расход почвенной влаги, м ³ /га	1716		2383		2709	
Осадки, м ³ /га	491		960		1214	
Общий расход влаги, м ³ /га	2207		3343		3923	
Сумма активных температур за вегетационный период, °С	1145		979		916	
Относит. влажность воздуха в среднем за вегетационный период, %	57		59		61	

Соломенное покрытие отражало до 11–12 % солнечного света (показания фотоэкспонетра Ленинград 6) и снижало температуру верхнего слоя почвы на 3–4°С. Это позволяло дополнительно уменьшить испарение влаги и усилить эффект от ВМ. Влага на вариантах с ВМ сохранялась в основном под щелью, а на вариантах ВМ + СП дополнительное влагосбережение происходило и в верхних горизонтах почвы. Указанные эффекты хорошо видны на растениях кукурузы (рисунок 5.19) и на ее корневой системе (рисунок 5.20), развитие которой свидетельствует о месторасположении сохраненных влагозапасов.

Исследования на кукурузе в черноземной степи так же подтвердили эффект перераспределения и сохранения дождевой воды с помощью ВМ. Корневая система растений расположенных вблизи щелей, по сравнению с контролем, отличалась своей направленностью в сторону наиболее доступных влагозапасов (рисунок 5.21).



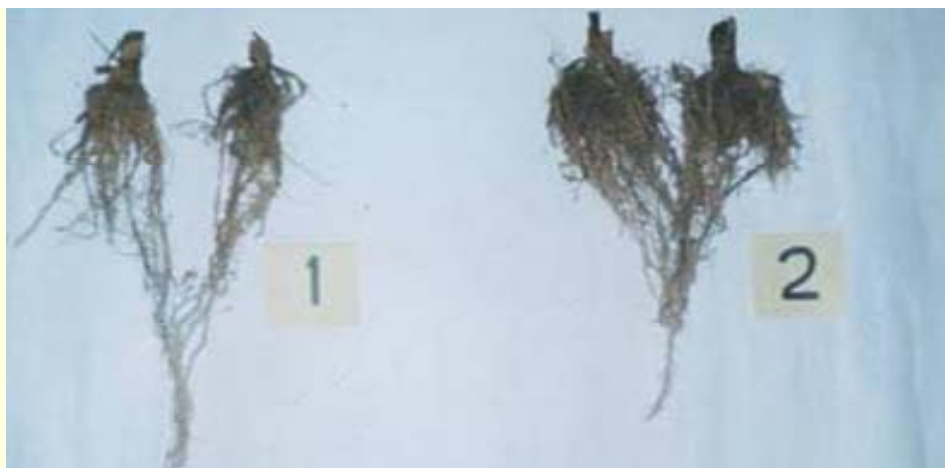
Левая часть делянки – обычная технология (растения кукурузы погибли);
 Правая часть делянки – влагосберегающая технология (BM, BM+СП)

Рисунок 5.18 – Влияние вертикального мульчирования и соломенного покрытия почвы на выживаемость кукурузы в сухостепной зоне



Слева – BM + N30; Справа – BM + СП + N30

Рисунок 5.19 – Влияние вертикального мульчирования почвы и соломенного покрытия на внешний вид кукурузы в сухостепной зоне



Слева – ВМ; Справа – ВМ + СП

Рисунок 5.20 – Влияние вертикального мульчирования почвы и соломенного покрытия на развитие корневой системы кукурузы в сухой степи



Рисунок 5.21 – Развитие растений и корневой системы кукурузы в черноземно-степной зоне фоне ВМ и контроля

Детальное исследование эффекта перераспределения влаги в посевах кукурузы в 2003 году показало, что до 20–35 % дождевой воды аккумулировалась в рядках непосредственно у основания стебля. Однако через 4 дня она быстро расходовалась на транспирацию и испарение с поверхности почвы (приложение Б. 39). Подпахотный слой в рядках кукурузы, из-за локализации корневой системы, быстрее терял влагу, чем междурядья. СП снижало физическое испарение и сохраняло до 13–17 % почвенных влагозапасов 0–0,6 м слоя. ВМ

перераспределяло почвенные запасы, уменьшая их в междурядьях на 3 % и увеличивая непосредственно у корневой системы вдоль щелей на 6–7 %. Сочетание ВМ и СП сохраняло в течение 4–5 дней после дождя до 4–5 % влаги в междурядьях и до 17–18 % влаги вдоль щелей.

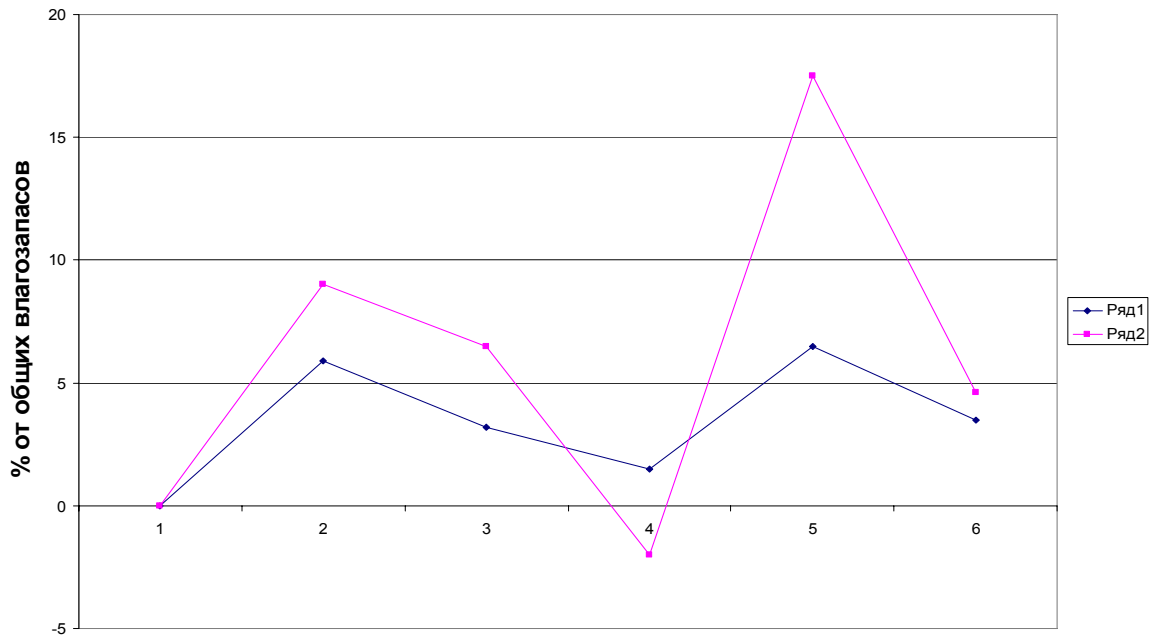
Сравнивая эффективность ВМ в аридной, субаридной зонах необходимо отметить, что выживаемость кукурузы в сухой степи обеспечивалась агроприемами, повышающими доступность и сохранность почвенной влаги после кратковременных дождей. Эти же приемы, дополненные использованием водопоглощающего полимера расположенного на дне щелей, улучшали условия произрастания кукурузы в начальный период ее жизни в черноземной степи. Однако в лесостепи применение ВМ и СП было неэффективным из-за усиления биологической активности почвы и возрастания токсичных для растений продуктов разложения (см. раздел. 5.6.).

Сравнение эффекта от влагосберегающих приемов в посевах яровой пшеницы и кукурузы показало преимущество пропашной культуры (рисунок 5.22).

В посевах кукурузы в замульчированные щели попадало и сохранялось в 2–2,7 раз больше влаги, чем на вариантах с яровой пшеницей.

Представленные данные информируют об кратковременном эффекте перераспределения и сохранения осадков. Так, после ливней при жаркой погоде и отсутствии растений 0–0,5 м слой тяжелосуглинистой почвы сохраняет повышенную влажность вдоль щелевого пространства до 10 дней. После этого влажность почвы вдоль щелевого и между щелевым пространством выравнивается. Наличие пропашных культур возделываемых вдоль щелей почти в 2 раза ускоряет потребление влаги корневой системой, в результате чего в рядках влагозапасы быстро снижаются и зачастую становятся ниже, чем между щелевым пространством.

Таким образом, можно заключить, что ВМ целесообразно применять под пропашные культуры. Однако наличие бокового впитывания влаги в щелевом пространстве не исключает использования ВМ при возделывании зерновых культур.



Варианты: 1 – контроль; 2 – СП (на кукурузе применялось в сухой степи); 3– ВМ вдоль щелей; 4– ВМ между щелями; 5– ВМ+СП (на кукурузе СП заменили на ВПП в степной и лесостепной зоне) вдоль щелей; 6– ВМ+СП (на кукурузе СП заменили на ВПП в степной и лесостепной зоне) между щелями; Ряд 1 – яровая пшеница; Ряд 2 – кукуруза

Рисунок 5.22 – Влагосбережение в 0–0,5 м слое почвы при использовании ВМ, СП, ВПП в посевах яровой пшеницы и кукурузы, в среднем за период исследований

Анализ эффективности ВМ, СП, ВМ+СП в различных зонах на посевах яровой пшеницы определил закономерности в расходовании почвенной влаги.

Так, в сухой степи глубокое безотвальное рыхление дополненное ВМ, СП, ВМ+СП было наиболее эффективным (таблица 5.15).

Отмечено, что при глубоком безотвальном рыхлении затраты влаги на производство 1 т зерна снижались относительно вспашки на 34–164 м³ или на 3–10 %.

При использовании СП, ВМ, ВМ+СП совместно с N30 расход влаги из 1,5–метрового слоя почвогрунтов сократился относительно удобренного (N30) варианта: на фоне вспашки на 33–61 м³/га (на 4–8 %), на фоне глубокой безотвальной обработки на 66–97 м³/га (и 8–11 %).

Наибольший коэффициент водопотребления (*KB*) при вспашке (1693 м³/т) и глубокой безотвальной обработке почвы (1529 м³/т) отмечен на контроле (б/у). Внесение азотных удобрений сократило этот показатель соответственно до 1421 и

1311 м³/т. По сравнению с удобренным фоном комплексное применение ВМ+СМ+ N30 позволило снизить *КВ* яровой пшеницы до минимума – 1131 и 1097 м³/т.

Таблица 5.15 – Влияние обработок почвы и дополнительных приемов влагосбережения на почвенные влагозапасы и показатели водопотребления яровой пшеницы в сухостепной зоне

Варианты		Запасы влаги, м ³ /га		Показатели водопотребления				
Основная обработка почвы	Приемы дополнительного влагосбережения	в начале вегетации	в конце вегетации	Суммарное водопотребление, м ³ /га	в том числе		Урожайность, т/га	Коэффициент водопотребления, м ³ /т
					из почвы	осадки		
Вспашка	Контроль	3031	2286	1269	745	524	0,72	1693
	N30	3031	2286	1269	745	524	0,86	1421
	СП + N30	3031	2347	1208	684	524	0,91	1327
	ВМ + N30	3031	2319	1236	712	524	1,00	1236
	ВМ+СП+N30	3031	2334	1221	697	524	1,08	1131
Глубокое безотвальное рыхление	Контроль	3167	2293	1398	874	524	0,83	1529
	N30	3167	2293	1398	874	524	0,97	1311
	СП + N30	3167	2390	1301	777	524	1,04	1251
	ВМ + N30	3167	2359	1332	808	524	1,12	1189
	ВМ+СП+N30	3167	2386	1305	781	524	1,19	1097

По мере продвижения посевов яровой пшеницы из сухой степи в степную и лесостепную зону возрастало количество доступных осадков – с 524 до 780 и 1232 м³/га и увеличивался расход влаги из влагонасыщаемого слоя почвогрунтов соответственно с 684–745 до 948–1041 и 2384–2414 м³/га (таблица 5.16).

Это, в свою очередь, повысило показатели суммарного водопотребления с 1208–1269 до 1731–1821 и 3616–3646 м³/га, увеличило урожайность яровой пшеницы с 0,72–1,08 до 1,39–1,61 и 4,50–4,98 т/га и сократило затраты влаги на производство 1 тонны зерна с 1131–1693 до 1108–1307 и 732–806 м³.

Таблица 5.16 – Влияние обработок почвы и дополнительных приемов влагосбережения на почвенные влагозапасы и показатели водопотребления яровой пшеницы в сухостепной, степной и лесостепной зоне

Почвенно-климатическая зона	Варианты	Запасы влаги, м ³ /га		Показатели водопотребления				
		в начале вегетации	в конце вегетации	Суммарное водопотребление, м ³ /га	в том числе		Урожайность, т/га	Коэффициент водопотребления, м ³ /т
	из почвы				осадки			
Сухостепная (в среднем за 2004-2006 гг.)	Контроль	3031	2286	1269	745	524	0,72	1693
	N30	3031	2286	1269	745	524	0,86	1421
	СП+N30	3031	2347	1208	684	524	0,91	1327
	BM+N30	3031	2319	1236	712	524	1,00	1236
	BM+СП+N30	3031	2334	1221	697	524	1,08	1131
Степная (в среднем за 2008-2010 гг.)	Контроль	3409	2372	1817	1037	780	1,39	1307
	N40	3409	2368	1821	1041	780	1,61	1131
	СП+N40	3409	2458	1731	951	780	1,53	1131
	BM+N40	3409	2391	1798	1018	780	1,49	1207
	BM+СП+N40	3409	2461	1728	948	780	1,56	1108
Лесостепная (в среднем за 2006-2008 гг.)	Контроль	5550	3108	3626	2394	1232	4,50	806
	N60	5550	3136	3646	2414	1232	4,98	732
	СП+N60	5550	3166	3616	2384	1232	4,83	749
	BM+N60	5550	3149	3633	2401	1232	4,76	763
	BM+СП+N60	5550	3140	3642	2410	1232	4,64	785

Наибольший эффект от BM, СП и BM+СП был отмечен в сухой степи. Сравнительный анализ *KB* яровой пшеницы показал, что эффективность этих приемов при сокращении расхода водных ресурсов на производство единицы продукции, достигла соответственно 7, 13, 20%, относительно фона с N30.

В степной и лесостепи эти агроприемы были не эффективными. Так, *KB* яровой пшеницы в черноземно-степной зоне на вариантах СП+N40, BM+N40, BM+СП+N40 были близки (+/- 1 %) к показателю фона с азотными удобрениями (N40), а в лесостепи превышали на 2–7 % фоновый (N60) показатель.

В степи и лесостепи перераспределенная и «законсервированная» в почве атмосферная влага была менее значима для зерновых злаков, чем в сухой степи. На фоне улучшения водного режима почвы усилились микробиологические процессы, которые, в свою очередь, ухудшили азотный режим почвы и повысили концентрацию токсичных продуктов разложения. На наш взгляд, это послужило основной причиной снижения продуктивности яровой пшеницы в степной и лесостепной зоне, и как следствие – привело к возрастанию коэффициента водопотребления.

5.4 Влагосбережение и засоренность посевов

Закономерное следствие улучшения водного режима почвы – повышение засоренности посевов.

В исследованиях, проводимых в сухой степи Саратовского Заволжья, была выявлена взаимосвязь степени засоренности посевов от применения основной обработки почвы (глубокого безотвального рыхления), дополнительных приемов влагосбережения (СП, ВМ, ВМ+СП) и азотных удобрений (N30) (таблица 5.17).

Было отмечено, что переход от отвальной вспашки к глубокому безотвальному рыхлению увеличил засоренность опытных посевов с 8,5–19,8 до 12,2–32,6 шт./ м², или на 33–65 %. При этом сухая масса сорняков возросла с 4,3–15,0 до 5,8–26,2 г/ м² (на 35–76 %). По сравнению со вспашкой при глубоком безотвальном рыхлении происходило увеличение численности многолетних сорняков с 26–40 % от общего количества до 38–45 % (рисунок 5.23).

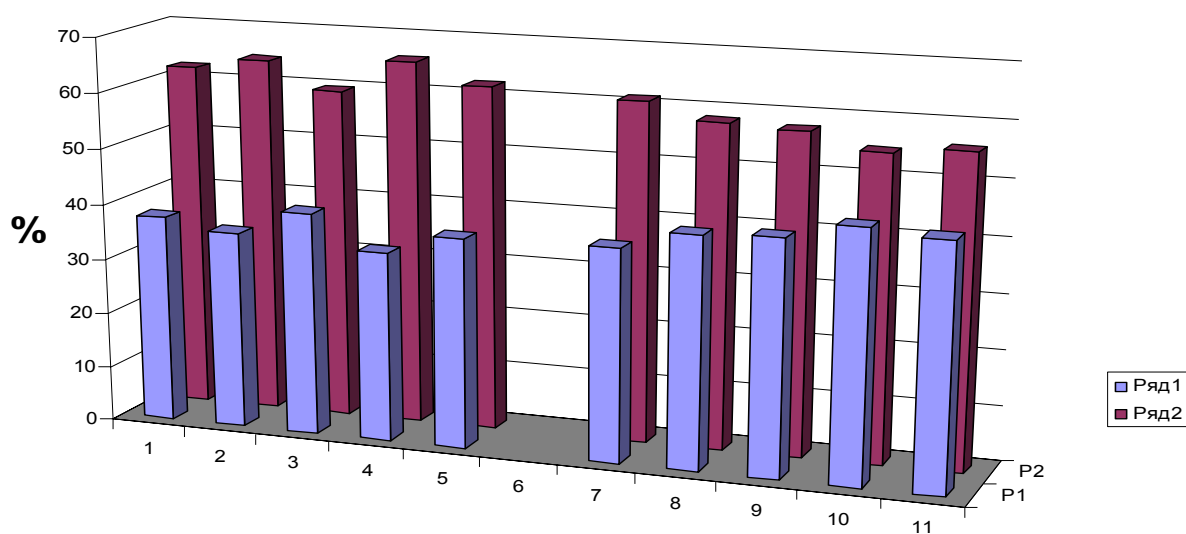
Использование в опыте азотных удобрений в норме N30 увеличило засоренность посевов на 19–34 %, а их сухая масса возросла в 1,7–2,1 раза.

Соломенное покрытие почвы слоем 3 см снизило численность малолетних сорняков (за счет двудольных) на 11–21 %, но при этом не оказало существенного влияния на многолетнюю сорную растительность.

Таблица 5.17– Влияние основной обработки почвы и дополнительных приемов влагосбережения на засоренность яровой пшеницы в сухостепной зоне

В среднем за 2004–2006 гг.

Варианты	Количество, шт./м ²			Масса, г/м ²	
	всего	в т.ч.		сырая	сухая
		многолетние	малолетние		
Отвальная вспашка					
Контроль (б/у)	8,5	3,2	5,3	10,6	4,3
N30	10,1	3,6	6,5	17,6	7,1
N30 + СП	7,8	3,1	4,7	14,2	5,7
N30 + ВМ	19,8	6,8	13,0	40,6	14,9
N30 + ВМ + СП	19,5	7,4	12,1	42,0	15,0
Глубокое безотвальное рыхление					
Контроль (б/у)	12,2	4,6	7,6	14,2	5,8
N30	16,3	6,8	9,5	31,2	12,4
N30 + СП	10,4	4,4	6,0	21,2	8,2
N30 + ВМ	32,6	14,7	17,9	69,4	26,2
N30 + ВМ + СП	27,5	12,1	15,4	62,3	23,3



Основная обработка почвы: 1–5 – вспашка; 7–11 – глубокое безотвальное рыхление.
 Варианты: 1;7 – контроль; 2; 8 – N30; 3;9 – N30+СП; 4;10 – N30+ВМ; 5;11 – N30+СП.
 Сорняки: Ряд 1 – многолетние; Ряд 2 – малолетние.

Рисунок 5.23 – Влияние основной обработки почвы, удобрения и приемов влагосбережения на соотношение многолетних и малолетних сорняков в посевах яровой пшеницы в сухостепной зоне

Перераспределение летних осадков вглубь с помощью ВМ способствовало максимальному (в 2,2–2,7 раза) увеличению численности и сухой массы (в 3,5–4,5 раза) сорняков в опыте. На варианте где применялось ВМ и СП при высокой общей засоренности посева (в 2,3 раза выше контроля) отмечалось меньше (на 7–14 %) малолетних сорняков по сравнению с отдельным применением ВМ.

Следовательно, при комплексе влагосберегающих приемов обязателен стремительный рост засоренности посевов. Поэтому прежде чем переходить от традиционной к влагосберегающей технологии возделывание культурных растений необходимо планировать проведение мероприятий по борьбе с сорной растительностью.

Изучение снежной мелиорации в различных почвенно-климатических зонах показало, что сохранение зимних ресурсов влаги является перспективным приемом повышения эффективности зернового производства.

Например, по данным Р.Э Давида [157] при проведении снегозадержания, урожайность пшеницы и подсолнечника увеличилась в 3 раза.

Однако, необходимо учитывать, что снегозадержание на полях в системе полезащитных лесных полос (ПЗЛП) влияет на биогео- и агроценозы [8], способствует эколого-биоценолотическому преобразованию культурного ландшафта [88, 48].

Наряду с положительным влиянием снегозадержания на водный режим почвы в агроценозах возможно отрицательное воздействие на полевые культуры.

В результате снегозадержания улучшается водный режим почвы, что стимулирует всходы, рост и развитие многих, ранее спящих семян сорняков. Сорняки вступают в конкурентную борьбу с культурными растениями за свет, влагу и питательные вещества. В итоге, эффект от снегозадержания может быть сведен к нулю. Следовательно, при изучении сорняков важно учитывать их количество и массу. Необходимо знать, что в зоне максимального снегоотложения развивается патогенная микрофлора. Количество паразитов и хищников в шлейфовых зонах снегоотложения на 38–55 % превышает аналогичный показатель в зоне без снегозадержания. В пограничной территории

между лесными полосами и посевами откладывается значительное количество снега, и здесь сосредотачиваются сорняки и растения резерваты инфекции [47, 87, 320, 354, 506]. Поэтому при изучении влияния снежной мелиорации важно уделять внимание не только количеству и массе сорных растений находящихся в шлейфовой зоне, но и структуре компонента агрофитоценоза.

В исследованиях мы рассматривали изменение засоренности посевов в лесостепи в зоне снежного шлейфа от ПЗЛП. За основу исследований было взято второе поле парового звена – озимая пшеница, так как она после пара существенно подавляет сорную растительность. Было важно знать, как снегозадержание стимулирует и как различные системы обработки почвы и агротехнологии противостоят степени засоренности посевов. Поэтому обследовались территории лесостепных хозяйств с одинаковой почвой, но с агротехнологическими отличиями.

В первом хозяйстве (ООО «Агротехмальянс», Кирсановский район Тамбовской области) внедрена индустриальная технология. В двух остальных хозяйствах использовались экстенсивные технологии (без минеральных удобрений и гербицидов). Технологическое отличие заключалось лишь в системе обработки почвы – это длительная вспашка (ТНВ «Вирга» Нижне-Ломовского района Пензенской области) и длительная (более 24 лет) мульчирующая обработка почвы (ТНВ «Пугачевское» Мокшанского района Пензенской области).

Изучение засоренности посевов озимой пшеницы проводилось одновременно с отбором почвенных и растительных образцов для проведения биотестовых исследований.

Сравнительный анализ показал, что увеличение слоя задержанного снега увеличивает видовой состав сорных растений (с 4–6 до 5–7) в основном за счет малолетних компонентов в структуре агрофитоценоза озимой пшеницы (приложение Б.40).

В условиях экстенсивного земледелия при использовании мульчирующей обработки почвы и вспашки количество видов малолетних сорняков увеличилось соответственно с 3 до 5 (с 17,4 до 56,7 %) и с 3 до 4 видов (с 37,4

до 60,7 %). При индустриальной технологии на фоне отвальной обработке почв – с 2 до 3 видов (с 33,6 до 41,6 %).

Наибольшее количество сорняков было при экстенсивном земледелии. С ростом мощности снежного покрова их количество возрастало: при мульчирующей обработке с 23,4 до 45,8, при отвальной с 24,7 до 28,8 шт./м² (таблица 5.18).

Таблица 5.18 – Влияние снегозадержания, способов обработки почвы и химизации земледелия на засоренность озимой пшеницы в лесостепной зоне

Варианты дополнительного снегоотложения (ДСО), % относительно естественного фона	Количество, шт./м ²			Масса, г/м ²	
	всего	в т.ч.		сырая	сухая
		многолетние	малолетние		
Мульчирующая обработка почвы (без гербицидов)					
Контроль (Фон)	23,4	19,3	4,1	13,3	6,3
Фон + 30% ДСО	24,6	20,1	4,5	18,7	7,9
Фон + 60% ДСО	47,3	22,6	24,7	118,7	42,6
Фон + 100% ДСО	45,8	19,8	26,0	171,9	55,9
Отвальная обработка (без гербицидов)					
Контроль (Фон)	24,7	15,4	9,3	83,6	27,2
Фон + 30% ДСО	20,6	10,4	10,2	52,4	23,6
Фон + 60% ДСО	24,9	12,7	12,2	94,4	30,8
Фон + 100% ДСО	28,8	11,0	17,8	291,6	72,1
Отвальная обработка (с применением гербицидов)					
Контроль (Фон)	9,5	6,3	3,2	28,3	10,9
Фон + 30% ДСО	8,6	5,6	3,0	26,7	10,3
Фон + 60% ДСО	10,4	6,3	4,1	32,4	12,5
Фон + 100% ДСО	12,2	7,1	5,1	45,2	16,1

При интенсивном земледелии сорняков было в 2,5–3,7 раза меньше.

Сравнение отвальной и мульчирующей обработки почвы при экстенсивном земледелии показало, что избавиться от многолетних сорняков при поверхностной обработке почвы намного сложнее, чем при отвальной. Если при мульчирующей обработке почвы на 1 кв. м насчитывалось от 20,1 до 22,6 многолетних сорняков, то на фоне вспашки их количество снизилось в 1,3–1,8 раза.

Индустриальная технология уменьшила засоренность многолетними сорняками в 3,2–3,4 раза, по сравнению с поверхностными обработками.

Наибольшая сырая и сухая масса сорной растительности отмечалась при экстенсивном земледелии на фоне отвальной обработки почвы. По мере увеличения снегоотложения более 60% от естественного фона происходило увеличение сырой и сухой массы сорняков соответственно с 83,6 – до 291,6 и с 27,2 – до 72,1 г/м².

При мульчирующей обработке почвы на фоне снегоотложения + 30% от естественного фона сорняки (в основном многолетние) отличались небольшой массой сырого (13,3–18,7 г/м²) и сухого (6,3–7,9 г/м²) вещества. При увеличении мощности снежного покрова более 60% от естественного фона количество сорняков увеличилось в 2,0 раза, а их сырая и сухая масса – в 8,9–9,2 и 4,8–6,8 раза.

При индустриальной технологии, сырая (28,3–45,2 г/м²), сухая масса (10,9–16,1 г/м²) сорняков и их количество (9,5 шт./ м²) находилась на низком уровне.

Увеличение мощности снежного покрова на 100 % от естественного фона оказало небольшое влияние на увеличение количества (на 28 %), сырой (в 1,6 раза) и сухой (в 1,5 раза) массы сорняков. Однако представленная засоренность на полях, где использовались гербициды, была меньше в 2,4–3,8 раза по количеству и в 3,8–6,5 по сырой и сухой массе, чем без их применения.

Из выше проведенного анализа следует, что в агроценозах между культурными растениями и сорняками существует конкуренция за водные и пищевые ресурсы, снижающая продуктивность культур по данным А.В. Фисюнова [698] на средне засоренных полях до 10...12%, на сильно засоренных полях – в 1,2–2 раза

Многokратная обработка почвы, включающая глубокую отвальную вспашку, считается основным методом борьбы с сорняками [785]. Выявлено, что ежегодная глубокая пахота не уменьшает засоренность, так как семена сорняков при повторной вспашке, оказываются в верхнем слое и дают дружные всходы [42, 257, 386].

Безотвальная обработка почвы увеличивает засоренность полей [245].

По данным А. Г. Бондарева [75] минимализация обработка в отличие от вспашки снижает количество крупносемянных широколистных сорняков, тогда как засоренность мелкосемянными сорняками, возрастает.

Одной из причин усиления засоренности посевов на фоне безотвальной обработки является повышение влажности почвы [51].

В годы с недостаточным количеством осадков минимализация не приводит к увеличению засоренности посевов. По мнению Б. С. Векшина [94] это объясняется тем, что верхний слой почвы, где находятся семена сорняков, сильно пересыхает.

Имеются данные, когда засоренность посевов при поверхностной обработке в течение ряда лет не увеличивается. Это наблюдается на полях, где до перехода к минимальной обработке почвы исходная засоренность была низкая. Где не допускалось обсеменение сорняков путем создания условий для дружного прорастания семян расположенных в поверхностном слое, с последующим уничтожением проростков. А также где с первых лет освоения минимализированных систем обработки почвы сорняки уничтожались гербицидами [153, 560].

5.5 Био-, фитомелиорация агроландшафтов и их эколого-мелиоративное состояние

5.5.1 Влияние приемов био-, фитомелиорации на поступление растительных остатков в почву и влагосбережение

По мере продвижения земледелия из аридной в субаридную зону увеличивается влагообеспеченность агроландшафтов. При этом на фоне вспашки усиливаются деградационные процессы снижающие плодородие почв.

Известно, что плодородие почвы зависит от многих факторов, важнейшим из которых является содержание в ней органического вещества. Запасы

органического вещества в почве постоянно снижаются в результате их минерализации.

В настоящее время из-за сокращения поголовья скота возросла потребность в органических удобрениях. Одновременно во хозяйствах отпала необходимость в заготовке соломы, как в качестве корма, так и в качестве подстилочного материала. Поэтому применение соломы как удобрения и мелиоранта отдельно, или в сочетании с бобовыми сидеральными удобрениями – один из эффективных способов биологизации земледелия и поддержания почвенного плодородия на высоком уровне.

Нами выявлено, что использование соломы и сидератов заметно влияло на поступление органических остатков в почву (таблица 5.19, приложение Б.21).

Таблица 5.19 – Количество органического вещества, поступившего в чернозем выщелоченный в звеньях севооборота с чистым и сидеральным паром

В тоннах абсолютно сухой массы на 1 гектар

Культура	Варианты опыта							
	контроль		солома		солома + N60		солома + N30 + Бисолби-Сан	
	вспашка	мульчир. обработка	вспашка	мульчир. обработка	вспашка	мульчир. обработка	вспашка	мульчир. обработка
Звено севооборота с чистым паром								
Пар чистый	-		-		-		-	
Озимая пшеница	6,03	5,49	14,53	13,32	14,53	13,32	14,53	13,32
Яровая пшеница	4,05	3,92	9,57	9,30	10,56	9,98	10,36	9,89
Итого:	10,08	9,41	24,1	22,62	25,09	23,3	24,89	23,21
Звено севооборота с сидеральным паром								
Сидеральный пар (клевер)	13,79	12,80	14,87	13,95	14,87	13,95	14,87	13,95
Озимая пшеница	6,72	6,02	15,94	14,23	15,94	14,23	15,94	14,23
Яр. пшеница с подсевом клевера	4,25	4,16	10,23	9,97	11,38	11,01	11,12	10,85
Итого:	24,76	22,98	41,04	38,15	42,19	39,19	41,93	39,03

В звене севооборота с чистым паром максимум органических остатков поступало в почву при возделывании озимой пшеницы. Так, на контроле (без соломы) после уборки озимой пшеницы в почву попадало до 6,0 т/га растительных остатков, что в 1,5 раза больше чем после яровой пшеницы. Уборка культур комбайнами оборудованными измельчителями соломы увеличила содержание органического вещества в почве после уборки озимой до 13,3–14,5 т/га (на 7,3–8,5 т/га) и после яровой пшеницы – до 9,9–10,6 т/га (на 5,9–6,5 т/га). Таким образом, 1 гектара пашни в звене севооборота с чистым паром обеспечивался 23–25 тоннами высокоуглеродистого органического вещества.

В звене севооборота с сидеральном паром при заделке в почву зеленой массы клевера в почву дополнительно поступало до 13–15 т/га абс. сухих растительных остатков, что позволило в сочетании с солоmistыми и другими остатками зерновых злаков увеличить количество органического сырья в почве до 39,2–42,2 т/га.

Мульчирующая обработка почвы в сравнении со вспашкой сокращала поступление общего количества растительных остатков почву на 6–8 %.

5.5.2 Баланс гумуса в зависимости от способов заделки в почву био- и фитомелиорантов

При разложении в почве растительных остатков преобладают два процесса трансформации органического вещества: 1) до конечных продуктов – углекислоты, воды и минеральных элементов (минерализация) и 2) до образования стабильных гумусовых веществ (гумификация). Минерализация способствует переходу в доступное состояние закрепленных в органическом веществе элементов питания. При гумификации растительных остатков формируются агрономически ценные физические свойства почвы: структура, водопроницаемость, влагоемкость и т.д. В среднем из поступившего в почву органического вещества 80–90 % минерализуется до конечных продуктов и лишь 10–20 % участвуют в синтезе гумусовых веществ [481].

Биологизация земледелия основывается на максимальном обеспечении почвенной микрофлоры высокоуглеродистым и белковым сырьем. Немаловажную роль при этом играют способы заделки растительных остатков в почву.

Расчеты баланса гумуса показывают, что в звене севооборота с чистым паром в лесостепной зоне при отчуждении с поля побочной продукции процессы минерализации гумуса преобладают над процессами гумификации органического вещества (рисунок 5.24, таблица 5.20).

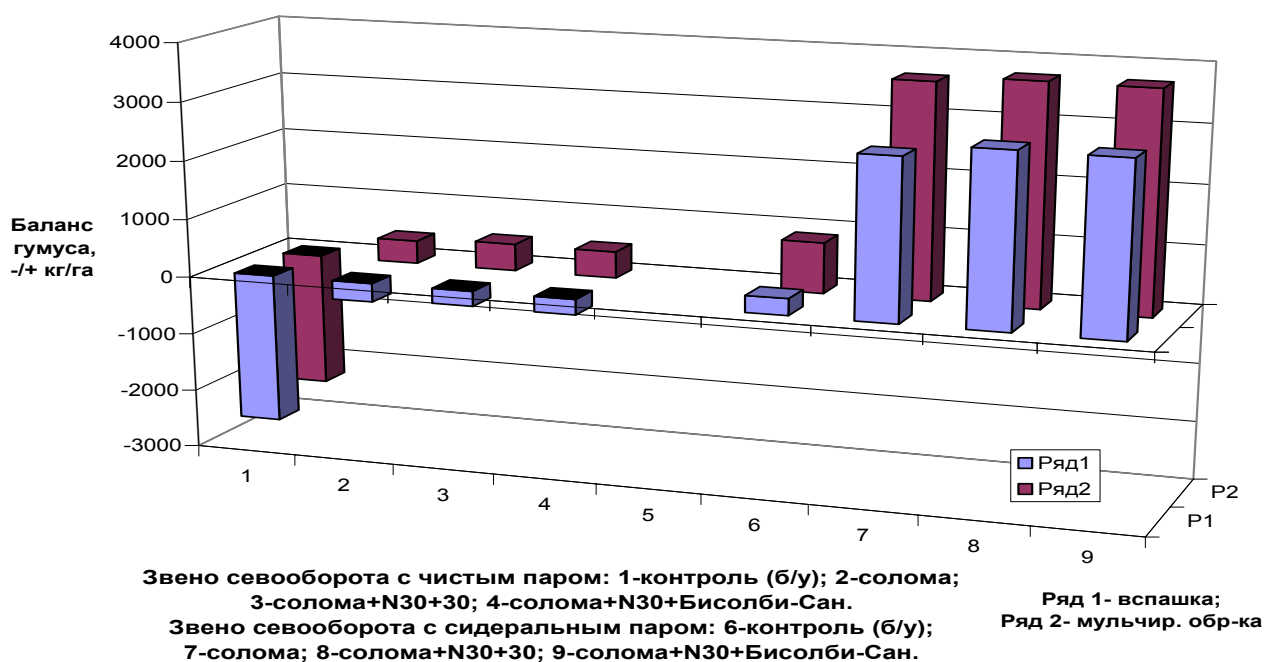


Рисунок 5.24 – Влияние приемов биологизации земледелия на баланс гумуса в черноземе выщелоченном в звене севооборота с чистым и сидеральным паром

Поэтому максимально отрицательный баланс гумуса (минус 2283–2551 кг/га) отмечался на контроле (без соломы). На вариантах где солому оставляли в поле, происходило новообразование гумусовых веществ в количестве от 4157 до 4622 кг/га. Это позволяло в условиях отвальной обработки почвы уменьшить отрицательный баланс гумуса без использования удобрений до минус 256–319 кг/га. Применение мульчирующей обработки почвы, в сравнение со вспашкой, снижало минерализацию гумуса на 3–9 % и увеличивало его новообразование на 5–8 %.

Таблица 5.20 – Баланс гумуса в черноземе выщелоченном в зависимости от приемов биологизации земледелия

В килограммах на 1 гектар

Показатели	Варианты опыта							
	контроль		солома		солома+N ₆₀		солома+N ₃₀ + БисолбиСан	
	вспашка	мульчир. обработка	вспашка	мульчир. обработка	вспашка	мульчир. обработка	вспашка	мульчир. обработка
Звено севооборота с чистым паром								
Минерализация гумуса	-4290	-4150	-4477	-4093	-4584	-4162	-4562	-4150
Новообразование гумуса	+1739	+1867	+4157	+4487	+4328	+4622	+4294	+4604
Баланс гумуса: за 3 года	-2551	-2283	-319	+394	-256	+460	-268	+454
в среднем за 1 год	-850	-761	-106	+131	-85	+153	-88	+151
Звено севооборота с сидеральным паром								
Минерализация гумуса	-4462	-4206	-4874	-4483	-4869	-4594	-4841	-4579
Новообразование гумуса	+4764	+5066	+7592	+8122	+7791	+8328	+7746	+8296
Баланс гумуса: за 3 года	+284	+860	+2718	+3639	+2922	+3734	+2905	+3717
в среднем за 1 год	+95	+287	+906	+1213	+974	+1246	+968	+1239

Заделка в почву зеленой массы клевера влияло на процессы гумусообразования. На контрольном варианте (без соломы) баланс гумуса на фоне вспашки и мульчирующей обработки почвы стал положительным + 284 и +860 кг/га.

Сочетание сидератов и соломы увеличило положительный баланс гумуса на фоне отвальной вспашки до +2718 кг/га, на фоне мульчирующей обработки почвы – до + 3639 кг/га (на 34 % больше вспашки).

Применение азотных удобрений повысило гумусообразование на 2,5–4,1 %.

Полученные зависимости отражены в уравнениях регрессии (таблица 5.21).

Таблица 5.21 – Взаимосвязь баланса гумуса (Y , кг/га в год) с поступлением органических остатков (X , т/га в год абс. сух. в-в) в звеньях севооборота при вспашке и мульчирующей обработке почвы

Звенья севооборота	Способ обработки почвы	Уравнение	R^2	t_ϕ	t_{05}
С чистым паром	Вспашка	$Y = -1331,0 + 155,4x$ (5.8)	0,98	9,9	4,3
	Мульчирующая обработка	$Y = -1383,2 + 198,9x$ (5.9)	0,99	45	4,3
С сидеральным паром	Вспашка	$Y = -1153,2 + 151,3x$ (5.10)	0,99	45	4,3
	Мульчирующая обработка	$Y = -1084,4 + 179,1x$ (5.11)	0,99	45	4,3

Баланс гумуса по агрохимическим показателям и динамика его изменения в почве на исследуемых вариантах были близки к расчетным данным (приложение Б.41).

5.5.3 Изменение показателей почвенного плодородия при био- и фитомелиорации

Академик Д. Н. Прянишников придавал большое значение обеспеченности сельскохозяйственных растений азотом [приводится по 597].

Использование соломы и сидератов – источник пополнения запаса питательных веществ, в том числе и азота [158, 173].

Исследователи [481] считают, что запашка соломы заметно смещает соотношение микробиологических процессов мобилизации и иммобилизации азота в сторону преобладания последнего, в результате чего большая часть внесенного азота закрепляется в почве в органической форме.

В наших исследованиях так же отмечено положительное влияние соломы и бобовых сидератов на улучшение питательного режима почвы (таблица 5.22).

Так, внесение соломы и N60 в почву увеличило содержание щелочногидролизуемого азота в фазу кущения яровой пшеницы по сравнению с

контролем (без соломы) на вариантах с вспашкой с 147,6 до 178,4 мг/кг, при мульчирующей обработке – с 129,9 до 158,3 мг/кг почвы, или на 21–22 %.

Таблица 5.22 – Влияние приемов биологизации земледелия (2003–2008 гг.) на содержание элементов питания в черноземе выщелоченном (0–0,3 м)

В миллиграммах на 1 кг почвы

Варианты			Год обследо- вания	Щелочно- гид- ролизу- емый азот	Подвижные формы	
Звенья севооборота (Фактор А)	Обработка почвы (Фактор В)	Удобрение (Фактор С)			фосфора	калия
Пашня			2005 г.	159,4	124	148
С чистым паром	Вспашка	Контроль (б/у)	2008 г.	147,6	121	140
		Солома +N60		178,4	131	148
	Мульчирующая обработка	Контроль (б/у)		129,9	119	139
		Солома +N60		158,3	130	151
С сидеральны м паром	Вспашка	Контроль (б/у)		165,2	126	146
		Солома +N60		188,1	139	169
	Мульчирующая обработка	Контроль (б/у)		146,5	128	147
		Солома +N60		166,0	136	156
НСР ₀₅ (для частных средних)				11,5	-	13,1
НСР ₀₅ (для главных эффектов)				5,7	10,2	6,5
Критерий Фишера ($F_{\phi} > F_t$)			Вариан ты	29,6>3,8	-	5,3>3,8
			А	28,3>4,3		11,7>5,6
			В	65>4,3		
			С	110>4,3	5,9>5,6	20,3>5,6
Различия			А	153; 166	-	145; 154
			В	170; 150	-	-
			С	147; 173	123; 134	143; 158

В отличие от вспашки, на фоне мульчирующей содержание азота в почве было на 12–14 % меньше (из-за снижения темпов минерализации органических веществ).

Сидераты улучшили обеспеченность почвы щелочногидролизующим азотом при отвальной и мульчирующей обработки соответственно на 17,6 (11,9 %) и 16,6 (12,8 %) мг/кг почвы, а при сочетании с соломой и минеральным N – на 40,5 и 36,1 мг/кг почвы, или на 27–28 %.

Отмечено также положительное влияние органических остатков на улучшение фосфорного (на 9%) и калийного (на 10%) питания растений.

Приемы биологизации земледелия оказали заметное влияние на содержание гумуса и физико-химические свойства почвы (таблица 5.23).

Таблица 5.23 – Влияние приемов биологизации земледелия (2003–2008 гг.) на содержание гумуса и физико-химические свойства чернозема (0–0,3 м)

Варианты			Год обсле дова ния	Гумус, %	рН (KCl)	Гидро литичес кая кислотн ость	Сумма поглоще нных основан ий
Звено севооборот (Фактор А)	Обработка почвы (Фактор В)	Удобрение (Фактор С)				мг-экв./100 г почвы	
Пашня			2005 г.	7,75	5,1	5,85	48,2
С чистым паром	Вспашка	Контроль (б/у)	2008 г.	7,68	5,0	5,90	45,5
		Солома + N60		7,75	5,2	5,87	48,4
	Мульчирующ ая обработка	Контроль (б/у)		7,70	5,0	6,70	44,6
		Солома + N60		7,77	4,9	6,74	45,1
С сидераль- ным паром	Вспашка	Контроль (б/у)		7,73	5,2	5,74	47,6
		Солома + N60		7,80	5,2	5,82	48,7
	Мульчирующ ая обработка	Контроль (б/у)		7,75	4,9	6,61	44,1
		Солома + N60		7,83	4,9	6,79	40,6
НСР ₀₅ (для частных средних)				0,086	-	-	3,48
НСР ₀₅ (для главных эффектов)				0,043	-	0,46	1,7
Критерий Фишера ($F_{\phi} > F_t$)			Вариан ты	2,9>2,5	-	-	5,5>3,8
			А	5,7>4,3	-	-	-
			В	-	-	21>5,6	-
			С	13>4,3	-	-	6,4>5,6
Различия			А	7,7; 7,8	-	-	-
			В	-	-	5,8; 6,7	47; 44
			С	7,7; 7,8	-	-	-

Сочетание соломы, N60 и сидератов увеличили содержание гумуса на 0,1 %.

Отмечено, что разложение растительных остатков на фоне вспашки и мульчирующей обработки почвы по-разному влияли на физико-химические свойства почвы. В отличие от вспашки при мульчирующей обработке почвы повысилась (на 0,8–0,9 мг-экв./100 почвы) гидролитическая кислотность и уменьшилась степень насыщенности основаниями на 4–13 % (рисунок 5.25).

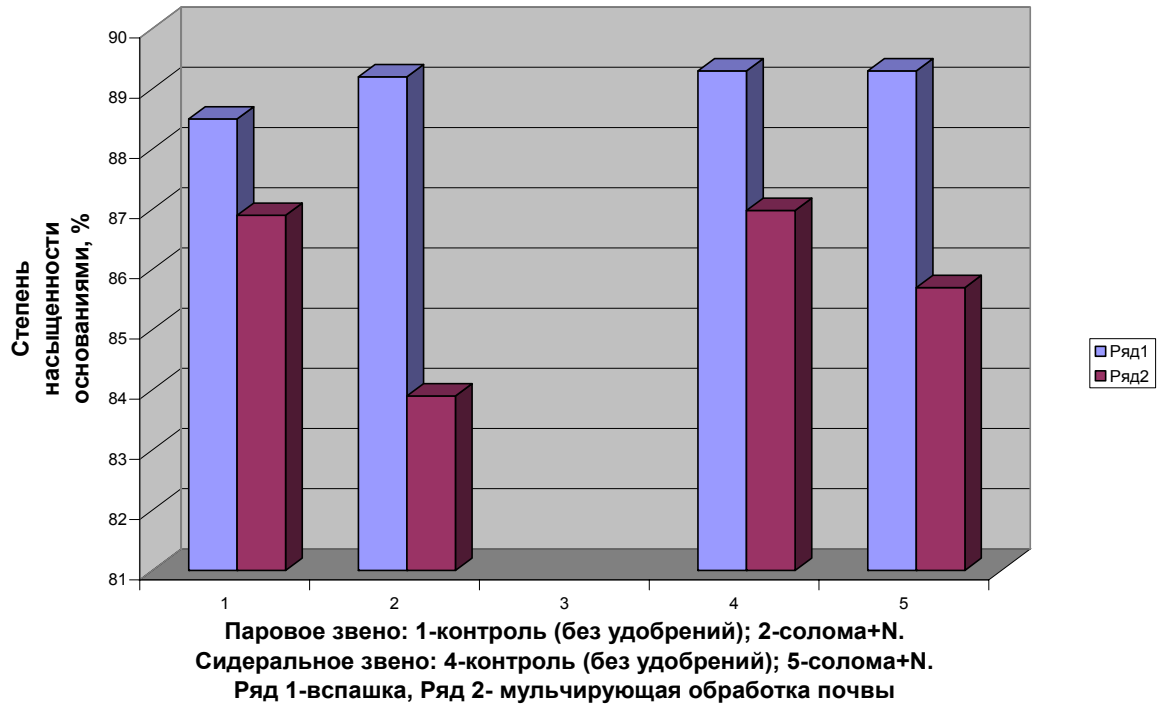


Рисунок 5.25 – Влияние растительных остатков и системы обработки почвы на степень насыщенности чернозема выщелоченного основаниями

Это явление, на наш взгляд, связано с повышенной влажностью почвы, благоприятно влияющей на развитие почвенной микрофлоры и особенно грибов, основным показателем жизнедеятельности которых является выделение CO_2 .

Повышенная влажность почвы и CO_2 вела к образованию H_2CO_3 ($\text{H}^+ + \text{HCO}_3^-$). Увеличение гидролитической кислотности на 15% и снижение суммы поглощенных оснований на 6% – результат попадания катионов H^+ в ППК.

5.5.4 Изменение численности дождевых червей и почвенной микрофлоры в зависимости от количества, качества и способов заделки в почву био- и фитомелиорантов

В условиях недостаточной обеспеченности многих хозяйств финансовыми и материально-техническими ресурсами единственной возможностью

сохранения почвенного плодородия остается активное использование растительной биомассы в качестве источника питания для почвенной микрофлоры и зоофауны.

В черноземе содержится 0,18–0,24 % бактериальной массы относительно гумуса. В живом виде это количество пахотном слое достигает 1,8–2,4, в сухом – 0,36–0,48 т/га [433]. Биомасса дождевых червей достигает 2–4 т [427, 716].

Пестициды и минеральные удобрения снижают численность дождевых червей на 300 тыс. шт./га. Глубокая вспашка наносит им больший вред, чем поверхностная обработка [244]. Возделывание культур без интенсивной обработки почвы позволяет сохраняться и интенсивно размножаться дождевым червям. Это, в свою очередь, оптимизирует агрофизические свойства почвы. Дождевые черви образуют в почве густую сеть ходов с прочными стенками, что способствует формированию упругого почвенного каркаса, способного в значительной мере противостоять деформирующему действию ходовых систем машин [246, 714].

Исследователи отмечают, что дождевые черви находятся вблизи растительных остатков [246, 329, 365]. Поэтому минимализация обработок почвы и оставление растительных остатков улучшают их жизнедеятельность. Но в этом есть и некоторые проблемы. Как показывает опыт, минимальная обработка почвы обычно сочетается с применением пестицидов. Однако при рациональном использовании гербицидов и снижении глубины обработки почвы численность дождевых червей по сравнению с отвальной вспашкой заметно возрастает [26, 177].

Солома – компонент питания дождевых червей и способ накопления влаги в почве, благоприятно влияющий на их жизнедеятельность. Ряд авторов [246, 716] отмечают, что численность дождевых червей возрастает пропорционально количеству растительных остатков. По данным Н. И. Картамышева и А. А. Тарасова [246] мульчирование соломой увеличивало численность дождевых червей в 2,5–4 раза, что в свою очередь снижало плотной почвы с 1,50 до 1,08 г/см³, повышало её водопроницаемость и положительно сказывалось на урожайности культур.

Нами выявлено, что в паровом звене севооборота без внесения соломы на 1 кв. метре почвы находилось до 29–30 дождевых червей (таблица 5.24). В сидеральном звене севооборота на фоне растительных остатков в виде соломы и бобовых сидератов численность дождевых червей возросла на 14–17 % и достигла 33–35 шт./м².

Таблица 5.24 – Количество микроорганизмов и дождевых червей в черноземе выщелоченном в зависимости от приемов биологизации земледелия (2003–2008 гг.)

Варианты			Микроорганизмы в слое 0–15 см				Дождевые черви, шт./м ²
Звено севооборота	Обработка почвы	Удобрение	Общее число	Грибы	Споры	Азотобактер, %	
			тыс. шт. на 1 г абс. сухой почвы				
С чистым паром	Вспашка	Контроль	25300	400	250	20,0	29
		Солома + N60	27800	550	300	24,5	31
	Мульчирующая	Контроль	26400	650	350	12,5	30
		Солома + N60	27900	1850	500	14,5	32
С сидеральным паром	Вспашка	Контроль	26100	500	300	24,0	30
		Солома + N60	28700	650	350	28,5	33
	Мульчирующая	Контроль	28700	750	450	14,5	34
		Солома + N60	29500	2100	550	17,0	35
НСР ₀₅ (для частных средних)							3,3
НСР ₀₅ (для главных эффектов)							1,6
Критерий Фишера ($F_{\phi} > F_t$)			Варианты				3,6 > 2,5
			А				10 > 4,3
			В				6,4 > 4,3
			С				6,4 > 4,3
Различия			А				30; 33
			В				31; 33
			С				31; 33

По сравнению со вспашкой, мульчирующая обработка почвы увеличивала численность дождевых червей на 3–10 %.

Было также выявлено, что характер поступления и разложения органических остатков влияет на количество микроорганизмов в почве (рисунок 5.26).

Общее число микроорганизмов (253000 тыс. шт./г), грибов (400 тыс. шт./г) и спор (250 тыс. шт./г) было наименьшим в паровом звене севооборота на контроле (без соломы) при вспашке. При мульчирующей обработке почвы общая численность микроорганизмов, грибов и спор увеличилась соответственно на 3, 25, 20 %.



Рисунок 5.26 – Определение численности почвенной микрофлоры

В сидеральном звене севооборота солома и сидераты на фоне вспашки повысили общую численность микроорганизмов, грибов и спор – на 13, 63, 40 %.

Мульчирующая обработка почвы увеличила концентрацию растительных остатков в 0–0,15 м слое и повысила влажность почвы. В результате чего общая численность микрофлоры и спор возросла – на 12 и 57 %, а количество грибов – в 3 раза.

Наибольшее содержание азотобактера в почве было при вспашке. На контроле (без соломы) в паровом звене севооборота его количество составило 20 %, тогда как при мульчирующей обработке почвы – 12,5 %.

В сидеральном звене севооборота заделка в почву соломы и сидератов увеличило количество азотобактера соответственно в 1,43 и 1,36 раза.

Подводя итоги необходимо отметить, что биологизация и перевод земледелия на поверхностную мульчирующую обработку почвы увеличивает количество дождевых червей в 1,1–1,2 раза и численность грибов – в 4–5 раз, повышает общую численность микроорганизмов на 10–17 %, в количество спор – т.ч. в 2,0–2,2 раза. Отвальная вспашка создает наилучшие условия для азотофиксирующих бактерий и повышает их численность относительно поверхностной обработки почвы в 1,5–4,4 раза. Солома и сидераты увеличивают количество азотобактера в почве при различных системах основной обработки почвы на 40 %.

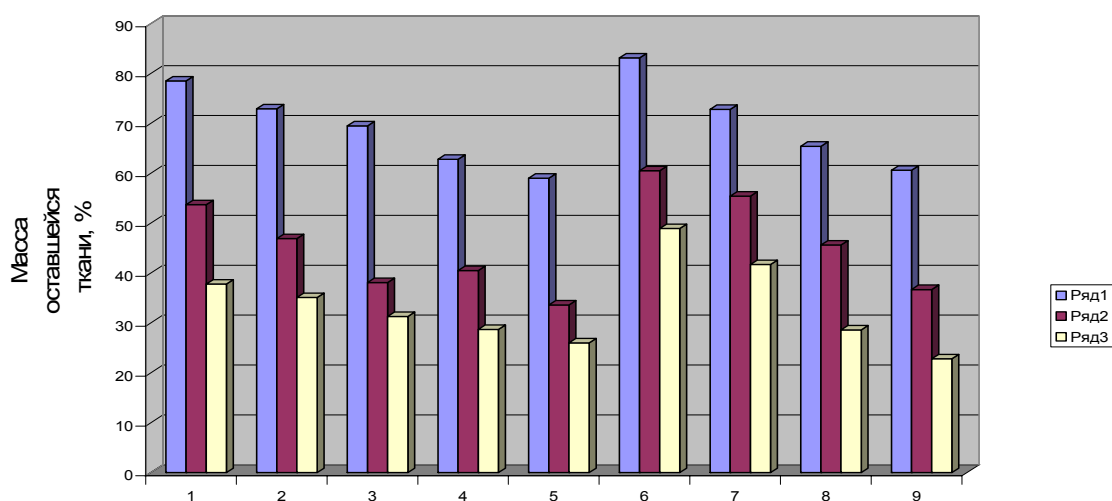
5.6 Разложение соломы и ее влияние на всхожесть яровой пшеницы

Солома содержит 15 % воды и 85 % органического вещества. Целлюлоза, пентозаны, гемицеллюлоза и лигнин (до 80 %) являются энергетическими материалами для почвенных микроорганизмов и материалом для синтеза гумуса почвы. В соломе имеется 1...5 % протеина, 0,7...2,0 % декстрина и 3...7 % золы.

При внесении соломы в почву в ней сначала разлагаются простые углеводы, гемицеллюлозы, белковые соединения, затем целлюлоза и лигнин [6].

Очень важно для сельскохозяйственного производства интенсифицировать процесс разложения соломы с тем, что бы выделяемые продукты в результате этих процессов не угнетали рост и развитие культурных растений.

Разложение льняной ткани показало зависимость интенсивности микробиологических процессов от массы соломы в почве (рисунок 5.27).



1 – контроль (без соломы); 2 – солома 7 г/ёмкость; 3 – солома 21 г / ёмкость; 4 – солома 7 г + NH_4NO_3 2 г / ёмкость; 5 – солома 21 г + NH_4NO_3 8 г/ёмкость ; 6 – солома 7 г + Бисолби-Сан 10 мл / ёмкость; 7 – солома 21 г + Бисолби-Сан 10 мл / ёмкость; 8 – солома 7 г + Байкал ЭМ 10 мл / ёмкость 9 – солома 21 г + Байкал ЭМ 10 мл / ёмкость.
Период исследования: Ряд 1 – 2 мес.; Ряд 2 – 3 мес.; Ряд – 4 мес.

Рисунок 5.27 – Влияние биопрепаратов, азотных удобрений и массы измельченной соломы на разложение льняной ткани в почве

Выявлено, что через два месяца после закладки опыта на контроле (без соломы) разложилось до 79 % ткани, а при внесении 7 и 21 г соломы в пяти литрах почвы соответственно 73 и 70 %. Через 4 месяца – 38, 35, 32 %.

Удобрение почвы аммиачной селитрой через 2 месяца интенсифицировало разложение льняной ткани на 10–11 %, через 4 месяца – на 6–7 %.

Обработка соломы биопрепаратам Байкалом ЭМ усиливала процессы разложения ткани в период исследований на 6–9 %, Бисолби-Саном снижало – на 10–14 % (что соответствует его использованию в качестве фунгицида [628])

Определение протеолитической активности почвы выявило наиболее высокую активность микрофлоры на варианте с Байкалом-ЭМ (таблица 5.25).

Таблица 5.25 – Влияние соломы, биопрепаратов и азотных удобрений протеолитическую активность почвы

В единицах отраженного света (показатели фотоэкспонетра Ленинград-6)

Варианты	Количество соломы в почве, т/га				
	0	2	4	6	9
1.Контроль	9,39	9,24	9,30	9,41	9,44
2.Амм. селитра	*	9,30	9,47	9,54	9,37
3.Бисолби-Сан	*	*	9,43	*	9,40
4.Байкал ЭМ	*	*	9,14	*	9,14
НСР ₀₅	0,2				

*- исследования не проводились

Выделение из почвы CO₂ – показателя микробиологической активности почвы (рисунок 5.28), было наиболее активным на вариантах: с использованием соломы (320 кг/га в сутки), при обработке соломы биопрепаратом Байкал ЭМ (369 кг/га CO₂ в сутки) и при внесении N (383 кг/га в сутки) (рисунок 5.29). На указанных вариантах выделение CO₂, превышало показатели контроля (без соломы) соответственно на 3, 19 и 23 %. Бисолби-Сан снижал «дыхание почвы» на 18 %.

В опыте с соломой в мешочках из капрона (для снижения контакта с частицами почвы) было установлено, что обработка соломы Байкалом ЭМ и аммиачной селитрой не оказало существенного влияния на ее разложение (рисунок 5.30).



Рисунок 5.28 – Проведение исследований выделения углекислого газа из почвы

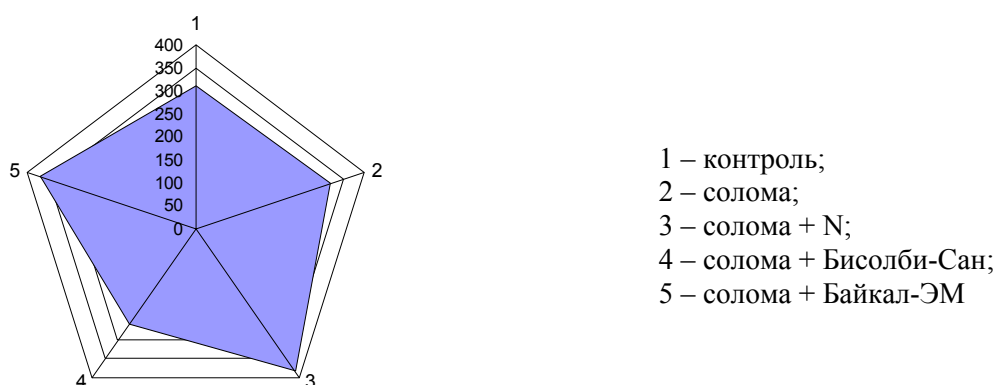


Рисунок 5.29 – Зависимость выделения CO₂ от условий разложения соломы в почве, кг/га в сутки

Этот факт не соответствует рекомендациям по использованию биопрепарата Байкал ЭМ в качестве ускорителя процессов разрушения соломы [603], однако согласуется с предыдущими опытами относительно Бисолби-Сана.

Вопрос влияния Бисолби-Сана на разложение растительных остатков в различных источниках противоречив. По мнению одних авторов [574, 775] Бисолби-Сан (Экстрасол) ускоряет разложение соломы при его совместном применении с азотными удобрениями или сидератами. По мнению других авторов [715] бактерии рода *Bacillus* (из Экстрасола) закрепляются и зимуют в ризосфере растений, создавая положительный эффект последствия,

проявляющийся в санации почвы и пожнивных остатков в отношении патогенных грибов и бактерий, а также обогащении микробиоценоза пашни полезной микрофлорой.

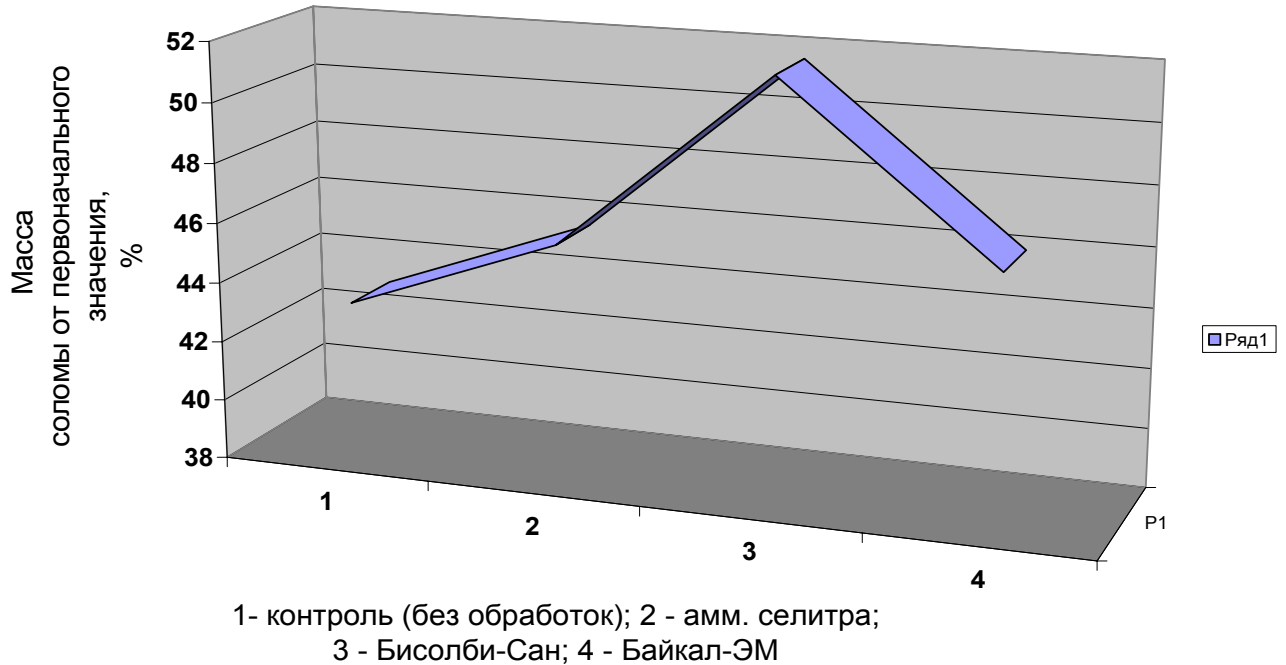


Рисунок 5.30 – Разложение соломы в мешочках в зависимости от биопрепаратов и азотного удобрения через 4 месяца после закладки опыта

Из информации представленной В.К. Чеботарь, А. А. Завалиным и Е.И. Кипрушкиной [711] можно судить, что бактерии из рода *Bacillus* способны быть эпифитами (колонизировать ризосферу и ризоплан растений) и эндофитами (проникать и колонизировать внутренние ткани растений без причинения вреда). Основным источником их пищи являются продукты выделения растений. Бактерии рода *Bacillus*, обладают уникальной прожорливостью. При отсутствии пищи они способны пожирать друг друга [85].

Изучение всхожести семян и высоты проростков яровой пшеницы от количества соломы в почве и условий ее разложения выявили следующие зависимости (таблица 5.26, приложение А.8).

Таблица 5.26 – Зависимость всхожести семян и высоты проростков яровой пшеницы от количества соломы в почве и условий ее разложения

№	Варианты		Кол-во проросших семян		Высота проростков	
	Кол-во (г/ёмкость) и способы заделки соломы	Дополнительные условия для разложения соломы	шт.	%	мм	%
1	Контроль	(без соломы)	94,6	100	66	100
2	7		88,9	94,0	64	97,0
3	14		83,3	88,1	65	98,5
4	21		66,7	70,5	73	110,6
5	7	NH ₄ NO ₃ 2 г	94,4	99,8	72	109,1
6	14	NH ₄ NO ₃ 6 г	80,6	85,2	47	71,2
7	21	NH ₄ NO ₃ 8 г	36,2	38,3	23	34,8
8	7	Бисолби-Сан 10 мл	93,5	98,8	74	112
9	21	Бисолби-Сан 10 мл	77,8	82,2	78	118
10	7	Байкал ЭМ 10 мл	94,5	99,9	86	130
11	21	Байкал ЭМ 10 мл	88,9	94,0	65	98,5
12	СП (1,3 см)		90,2	95,3	71	107,5
13	СП (2,5 см)		83,3	88,1	93	141,0
14	ВМ+СП (2,5см)		75,0	79,3	78	118,2

При увеличении массы соломы в почве с 7 до 14 и 21 г на пятилитровый сосуд, после 4,5 месяцев ожидания и последующего посева пшеницы, отмечалось снижение всхожести ее семян, соответственно, до 94, 89 и 71 %.

Уменьшение взошедших семян на 6 и 12 % не отразилось на высоте проростков. Снижение всхожести на 30 %, за счет улучшения условий для роста и развития растений, при ослаблении их конкурентности, увеличило высоту молодых злаков на 11 %.

Внесение в почву азота определило два процесса: 1) стимулирование всхожести семян, роста и развития яровой пшеницы; 2) интенсификация разложения соломы почвенной микрофлорой и выделение вредных веществ, для молодых проростков [284].

Поэтому на фоне 7 г соломы в пяти литрах почвы всхожесть семян не отличалась от контроля, а высота проростков на 9 % превышала контрольные растения. При увеличении массы соломы до 14 и 21 г/ёмкость, возросло вредное

влияние продуктов разложения соломы усиленное азотом, что уменьшило количество взошедших семян, соответственно до 85 и 38 % и снизило высоту проростков – на 29 и 65 %.

Обработка соломы биопрепаратами Бисолби-Саном и Байкалом ЭМ положительно отразилась на всхожести семян и высоте проростков. На фоне максимальной массы соломы в почве (21 г/ёмкость) всхожесть пшеницы была наибольшей (на 12 % выше у Бисолби-Сана и на 24 % выше у Байкала ЭМ, по сравнению с аналогичным вариантом по количеству соломы, но без обработки).

Высота проростков была наибольшей (118 %) на фоне обработки соломы Бисолби-Саном. На фоне Байкала ЭМ она была меньше (98,5 %). По всей видимости, на рост пшеницы, наряду с влиянием самих биопрепаратов, определенную роль играл фактор конкуренции, при которой, чем меньше численность растений, тем лучше условия для их роста и развития.

Вертикальное (ВМ) и горизонтальное (СП) мульчирование почвы соломой влияли на всхожесть семян и высоту проростков пшеницы. Так, СП слоем 13 мм снизило всхожесть пшеницы на 5 %, слоем в 25 мм – на 12 %, а сочетание ВМ и СП (25 мм) – на 21 %. Высота проростков на указанных вариантах превысила показатели контроля, соответственно на 7,5; 41,0 и 118,2 %.

Вегетационные опыты подтвердили гипотезу об отрицательном влиянии продуктов разложения на рост и развитие яровой пшеницы (рисунок 5.31).



Рисунок 5.31 – Развитие яровой пшеницы на контроле и на варианте ВМ + СП

На фото видно, что на фоне ВМ + СП высота пшеницы превосходит высоту контроля, однако, продукты разложения соломы и недостаток N её угнетают.

Подводя итоги необходимо отметить следующее:

1. Усиливают микробиологическую активность в почве: солома, азотные удобрения и биопрепарат Байкал ЭМ.
2. Биопрепарат Бисолби-Сан saniрует почву.
3. Разлагающаяся солома (в течение 4–5 месяцев) снижает всходы семян пшеницы на 20–25 %, а ускоренно разлагающаяся солома с помощью азота – на 60 %.
4. Бисолби-Сан и Байкал ЭМ повышают всхожесть семян – на 12 и 24 %.

5.7 Биопрепараты – способ повышения эффективности использования природных ресурсов

Важнейшим фактором повышения урожайности возделываемых культур в аридной зоне является их способность давать дружные всходы и быстро развиваться. Благодаря такой интенсивности они эффективнее используют природные ресурсы влаги, почвенного плодородия и лучше конкурируют с сорной растительностью.

Бактеризация семенного материала расширяет адаптивные возможности растений [403]. Поэтому при подготовке семян к посеву большое значение имеет подбор препаратов усиливающих энергию и ускоряющих прорастание семян, стимулирующих рост и развитие растений.

В нашем эксперименте испытывались: Гумат +Йод, Бисолби-Сан, Байкал ЭМ, Мизорин, Ризоагрин, экспериментальный биопрепарат 17-1, вытяжка из проростков пшеницы (ВП), активированная вода (АВ) из католитного раствора. Контролем служила дождевая вода. Перед посевом семена яровой пшеницы в течение 12 часов замачивались в изучаемых растворах и суспензиях.

Как показали исследования устойчивый эффект усиления роста растений в начальный период их развития был отмечен при использовании биопрепаратов Бисолби-Сан, Ризоагрин и экспериментального-17-1 (таблица 5.27, рисунок 5.32).

Таблица 5.27 – Интенсивность роста яровой пшеницы после всходов

В числителе – миллиметры, в знаменателе – проценты

Варианты	Количество дней после всходов				
	1	2	4	8	16
1. Контроль	35,0/100	62,5/100	95,5/100	120,5/100	227,5/100
2. АВ	31,0/88,6	58,0/92,8	100,5/105,2	124,0/102,9	241,0/105,9
3. ВП	30,7/87,7	62,0/99,3	113,5/118,8	130,5/108,3	228,0/100,2
4. Гумат+Йод	30,5/87,1	58,5/93,6	86,4/90,5	125,5/104,1	258,0/113,4
5. Бисолби-Сан	48,5/138,6	74,5/119,2	112,0/117,3	141,0/117,0	249,0/109,4
6. Байкал ЭМ	29,5/84,2	55,0/88,0	91,4/95,7	114,0/94,6	228,0/100,2
7. Мизорин	30,2/86,3	63,0/100,8	107,8/112,9	118,0/97,9	234,0/102,9
8. Ризоагрин	55,5/158,6	84,0/134,4	126,4/132,4	152,5/126,6	267,0/117,4
9. Биопр.17-1	56,9/162,3	78,5/125,6	117,0/122,5	147,2/122,2	268,0/117,8
10. ВП+АВ	46,0/131,4	74,5/119,2	120,0/125,7	147,3/122,2	279,0/122,6
11. Бисолби-Сан+АВ	54,4/155,4	83,0/132,8	124,4/130,3	148,5/123,2	271,0/119,1
12. Байкал ЭМ+АВ	41,7/119,1	79,0/126,4	117,8/123,4	153,3/127,2	274,0/120,4

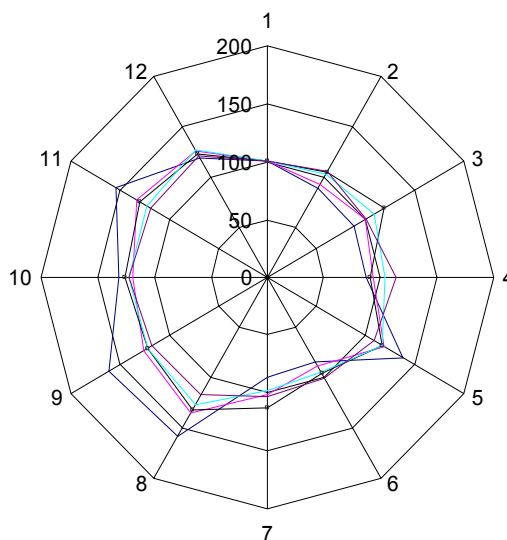


Рисунок 5.32 – Влияние биопрепаратов на интенсивность роста яровой пшеницы, % относительно контроля (вода)

Через 16 дней после всходов растения пшеницы на указанных вариантах превышали контроль, соответственно на 9, 17, 18%. Менее эффективными

были: АВ, ВП, Гумат+Йод и Мизорин. Сочетание АВ и биопрепаратов взаимно усиливало их эффективность в сравнение с их отдельным применением. Так на вариантах с ВП, Бисолби-Саном и Байкалом ЭМ через 16 дней после всходов растения превышали показатели контроля по интенсивности роста на 19–23 %.

Для производственных условий актуальны исследования направленные на повышение энергии прорастания, всхожести и жизнеспособности семян.

В наших исследованиях испытывались семена подсолнечника (Веста 17) с низкой всхожестью и нулевой энергией прорастания.

Задачей исследований было найти эффективные препараты (или их сочетание), положительно влияющие на всхожесть и жизнеспособность семян. Исследовались: Гумат+Йод, Бисолби-Сан, Байкал ЭМ и АВ.

Препараты испытывались отдельно или с АВ, путем опрыскивания семян. Опыты закладывались по методике ГОСТа 12038-84.

Было выявлено, что препараты были неспособны влиять на энергию прорастания (таблица 5.28). Влияла на всхожесть и дружность прорастания семян АВ.

Таблица 5.28 – Влияние активированной воды (АВ) и биопрепаратов на всхожесть, скорость и дружность прорастания семян подсолнечника

Биопрепараты	Способ стимуляции роста и развития	Всхожесть, %			Скорость прорастания одного семени, сутки			Дружность прорастания, %		
		5 дней	7 дней	10 дней	5 дней	7 дней	10 дней	5 дней	7 дней	10 дней
Контроль	Вода	7	45	72	5,0	6,3	7,5	7	15,0	14,4
	АВ	13	61	73	4,8	6,2	6,6	6,7	15,2	12,2
	прибавка, %	+86	+35	+1	+4	+2	+12	-4	+1	-15
Гумат+Йод	Вода	10	44	72	5,0	6,3	7,2	10	14,7	12,0
	АВ	14	60	76	5,0	6,1	6,6	14	20,0	13,8
	прибавка, %	+40	+36	+6	0	+3	+8	+40	+36	+15
Бисолби-Сан	Вода	10	42	64	5,0	6,3	7,1	10	14	11,4
	АВ	14	62	70	5,0	6,9	7,1	14	20,7	11,7
	прибавка, %	+40	+48	+9	0	-9	0	+40	+48	+3
Байкал ЭМ	Вода	6	44	66	5,0	7,2	7,6	6	14,7	16,3
	АВ	8	32	66	5,0	6,9	7,4	8	4,8	11,0
	прибавка, %	+33	-27	0	0	+4	+3	+33	-67	-33

Её отдельное применение увеличило всхожесть семян через 5 дней после сева в 1,9 раза, в сочетании с Гумат+Йодом и Бисолби-Саном – на 40 %, Байкалом ЭМ – на 33 %.

Одновременно с использованием биопрепаратов + АВ возросла дружность прорастания семян. Через 10 дней после сева динамика увеличения всхожести семян, при использовании АВ сохранилась на вариантах с Гумат+Йод и Бисолби-Саном – 6–9 %.

Анализ влияния АВ на усиление роста и развития семян подсолнечника позволил дать выявленному эффекту количественную характеристику (таблица 5.29).

Таблица 5.29 – Влияния активированной воды (АВ) и биопрепаратов на усиление роста и развития семян подсолнечника

Варианты	Длина ростков вышедших на поверхность, мм/раст.			Масса ростков вышедших на поверхность, г/раст.		
	Вода	АВ	Прибавка, %	Вода	АВ	Прибавка, %
Контроль	94	123	+31	0,40	0,52	+30
Гумат + Йод	79	135	+71	0,31	0,48	+55
Бисолби-Сан	130	140	+8	0,48	0,53	+10
Байкал ЭМ	135	125	-7	0,47	0,49	+4

Так, совместное использование АВ с Гумат+Йод дало максимальный эффект. Длина ростков вышедших на поверхность превышала показатели отдельного применения биопрепарата (с водой) на 71 %, а их масса – на 55 %.

Обработка семян только АВ было так же эффективна (рисунок 5.33).



Рисунок 5.33 – Влияние активированной воды на рост проростков семян подсолнечника

Длина ростков увеличилась на 31 %, их масса – на 30 %. Сочетание Байкала ЭМ с активированной водой не дало ожидаемого результата.

Показатели роста яровой пшеницы после всходов (8, 16 день) и подсолнечника (10 день) имеют схожую зависимость (таблица 5.30).

Таблица 5.30 – Сравнительный анализ влияния биопрепаратов на рост проростков семян яровой пшеницы и подсолнечника

В числителе – миллиметры, в знаменателе – проценты

Варианты	Яровая пшеница		Подсолнечник
	8 дней	16 дней	10 дней
1.Контроль	120/100	228/100	94/100
2.АВ	124/103	241/106	123/131
3.Гумат + Йод	125/104	258/113	79/84
4.Бисолби-Сан	141/117	249/109	130/138
5.Байкал-М	114/95	228/100	135/144
6.Гумат + Йод + АВ	*	*	135/144
7.Бисолби-Сан + АВ	148/123	270/119	140/149
8.Байкал ЭМ + АВ	153/127	274/120	125/133

*- исследования не проводились

Устойчивый эффект усиления ростовых процессов у проростков пшеницы и подсолнечника (на 9–38 %) наблюдался при использовании Бисолби-Сана. Совместное применение этого биопрепарата и АВ заметно (на 19–49 %) ускоряло их прирост.

Стабильный эффект был при отдельном применении АВ – 3–31 %, и при совместном применении АВ с биопрепаратом Байкал ЭМ – 20–33 %.

Использование Гумат+Йод и Байкала ЭМ не имело устойчивых показателей.

Рассмотрев результаты лабораторных исследований, необходимо обратить внимание на потребности производства. Известно, что из всех возможных вариантов поэтапного вывода агропромышленного производства России из кризиса единственным реальным остается вариант реализации достижений науки,

техники и передового опыта как производственного, так и организационно экономического.

Распространение инноваций в производстве сдерживается недоверием и консервативным мышлением производителей. В связи с этим комплексные программы (приложение Б.42) научных исследований и производственные испытания (приложение Б.43) позволяют сделать наиболее объективные экономические оценки предлагаемых способов повышения эффективности использования природных ресурсов, за счет гораздо большей приближенности к реальным условиям работ с посевами, а не в особых условиях, как при лабораторных опытах.

Положительные результаты Бисолби-Сана в различных регионах РФ, сочетание в этом препарате фунгицидного, азотофиксирующего, стимулирующего рост и влагосберегающего эффекта определили наш интерес и его место в научно-производственных опытах в ЗАО «Дружба» Новоузенского района.

Как показали производственные испытания, обработка семян яровой твердой пшеницы (Краснокутка 10) Бисолби-Саном в 2004 году, ускорила прорастание и повысила их всхожесть, что весьма важно, так как усиление поглотительной и синтетической деятельности растений в этот период, когда почва насыщена влагозапасами – один из способов экономии водных ресурсов.

Семена, обработанные биопрепаратом, на 3–5 дней раньше покрыли поверхность почвы раскустившейся пшеницей, что позволило снизить потери почвенной влаги на испарение и диффузно-конвекторное выдувание, в отличие от отстающих в развитии контрольных посевов. Расчетная экономия почвенных влагозапасов за этот период развития зерновых злаков составила до 100–150 м³/га.

В сравнение с контролем и химическим протравителем семян – Фенорам-Супер, Бисолби-Сан оказал влияние на начальный рост, развитие злаков (таблица 5.31) и на формирование урожая зерна яровой твердой пшеницы (таблица 5.32).

В отличие от Фенорам–Супер, (где прибавка урожая зерна была незаметной – 0,01 т/га), обработка семян биопрепаратом дала более ощутимый эффект.

Таблица 5.31 – Влияние протравливания (Фенорам–Супер) и инокуляции (Бисолби-Сан) семян яровой твердой пшеницы на степень развития зерновых злаков

Вариант	Густота растений, шт./м ²	Масса растений г/м ²	Масса 1 растения, г	Стадия развития	Внешний вид листьев
Контроль	317	284,5	0,89	начальное листообразование	узкие, бледно зеленые
Фенорам-Супер	373	299,0	0,80	начальное листообразование	узкие, бледно зеленые
Бисолби-Сан	355	470,5	1,33	кущение	широкие темно зеленые

Таблица 5.32 – Влияние био - и химпрепарата на структурные элементы урожая и урожайность яровой твердой пшеницы Краснокутка 10

Варианты	Масса 1000 зерен, г	Количество зерна в колосе, шт.	% больных растений	Урожайность, т/га
Контроль	36,5	25,1	3,8	0,667
Фенорам-Супер	36,7 (+0,5 %)	26,8 (+6,8 %)	0,0 (-100 %)	0,676 (+1,3 %)
Бисолби-Сан	37,3 (+2,2 %)	27,9 (+11,2 %)	0,0 (-100 %)	0,727 (+9,0 %)
НСР ₀₅				0,047

Урожайность зерна от Бисолби-Сана поднялась на 0,06 т/га или на 9 % по сравнению с контролем. При этом в исследуемых снопах мы не обнаружили больных растений. Колосья пшеницы – с фона обработки биопрепаратом имели большее количество зерна в колосе – до 27,9 шт., что на 11% больше, чем на контроле и на 4% – в сравнение с вариантом, где использовали Фенорам–Супер. Масса 1000 зерен на варианте с Бисолби-Саном была на 0,6–0,8 г выше, чем на других вариантах.

Лабораторные исследования показали, что обработка семян Бисолби-Саном повышает посевные качества яровой пшеницы (таблица 5.33). Так, энергия прорастания обработанных биопрепаратом семян увеличилась на 5,5%, всхожесть – на 2,5 %, дружность прорастания – 1,2 %, скорость прорастания сократилась с 4,2 до 3,9 суток.

Таблица 5.33 – Влияние обработки семян яровой пшеницы Краснокутка 10 на их посевные качества

Варианты	Энергия прорастания, %	Всхожесть, %	Скорость прорастания, суток	Дружность прорастания, %
Контроль	74,0	95,0	4,2	12,8
Бисолби-Сан	79,5	97,5	3,9	15,1

Производственные опыты в 2005 году закладывались на посевах ячменя (Донецкий 8), все семена которого в хозяйстве были обработаны Бисолби-Саном. Для исследований представляла интерес внекорневая обработка биопрепаратом.

Было выявлено, что обработка посевов ячменя раствором Бисолби-Сана (2 л/га) в фазу кущения увеличило количество стеблей с 225 до 329 шт./м² (или в 1,46 раза), но при этом число продуктивных стеблей уменьшилось на 5,4 %. В структуре урожая возросла общая масса колосьев с 1 м² в 1,3 раза. Масса одного колоса повысилась на 43,8 %, а масса зерна с 1 колоса – в 1,25 раза (таблица 5.34).

Таблица 5.34 – Структура урожая ячменя в зависимости от способов обработки Бисолби-Саном

Обработка почвы	Варианты	Высота растений, м	Максимальная площадь листьев, тыс. м ² /га	ФП, тыс. м ² * сутки/га	ЧПФ, г/м ² * сутки	Сухая надземная биомасса, т/га	К _{хоз} , %
Вспашка	Контроль	0,61	15,8	599	4,6	2,77	26,4
	N30	0,64	17,2	666	4,6	3,06	28,2
	Бисолби-Сан	0,63	17,6	660	4,9	3,24	26,6
Глубокая безотвальная обработка	Контроль	0,65	16,3	633	4,9	3,12	26,9
	N30	0,70	18,3	693	5,1	3,56	28,9
	Бисолби-Сан	0,66	18,3	688	5,0	3,44	27,7

В сравнении с вариантом где использовались инокулированные семена и где урожайность ячменя на 1 кв. метре не превышала 53,2 г., на варианте с

инокуляцией семян и обработкой Бисолби-Саном вегетирующих растений урожайность зерна возросла до 68,5 г/м², или на 28,8 %.

Научно-производственные исследования, проведенные с яровой пшеницей, выявили сравнительную эффективность биопрепарата Бисолби-Сан и азотных удобрений относительно контроля (без удобрений) на фоне различных обработок почвы (таблицы 5.35, 5.36) и почвенно-климатических условий (таблица 5.37).

Таблица 5.35 – Влияние Бисолби-Сана, азотных удобрений обработок почвы на фитометрические показатели яровой пшеницы в сухостепной зоне

В среднем за 2002–2006 гг.

Обработка почвы	Варианты	Высота растений, м	Максимальная площадь листьев, тыс. м ² /га	ФП, тыс. м ² *сутки/га	ЧПФ, г/м ² *сутки	Сухая надземная биомасса, т/га	К _{хоз} , %
Вспашка	Контроль	0,96	65,6	3009	4,1	11,96	34,2
	N30 + 30	1,05	66,7	3124	4,5	13,51	33,4
	N30+ Бисолби-Сан	1,04	67,3	3165	4,4	13,32	33,2
Мульчирующая обработка	Контроль	0,95	64,8	2934	4,1	11,77	33,8
	N30 + 30	1,01	66,1	3091	4,4	12,89	33,0
	N30+ Бисолби-Сан	1,03	67,7	3142	4,3	12,79	33,0

Таблица 5.36 – Влияние Бисолби-Сана, азотных удобрений и обработок почвы на фитометрические показатели яровой пшеницы в лесостепной зоне

В среднем за 2006–2008 гг.

Варианты	Общее кол-во стеблей, шт./м ²	Кол-во продуктивных стеблей, шт./м ²	Масса колосьев, с 1 м ² , г	Масса 1 колоса, г	Масса зерна с 1 колоса, г	Масса зерна с 1 м ² , г
Инокуляция семян	225	102,1	71,8	0,73	0,59	53,2
Инокуляция семян + обработка в фазу кущения	329	96,6	93,1	1,05	0,74	68,5
Полученный эффект	+46,2	-5,4 %	+29,7 %	+43,8 %	+25,4%	+28,8 %

Было отмечено, что возрастающие нормы удобрений (N30, N40, N60) и биопрепарат Бисолби-Сан повышали высоту растений в сухостепной зоне на 20–50 мм (3–8 %), в степной – на 20–30 мм (3–4 %), в лесостепной – на 60–90 мм (6–9 %).

Таблица 5.37 – Влияние Бисолби-Сана и азотных удобрений на фитометрические показатели яровой пшеницы в различных почвенно-климатических зонах

Обработка почвы	Варианты	Высота растений, м	Максимальная площадь листьев, тыс. м ² /га	ФП, тыс. м ² *сутки/га	ЧПФ, г/м ² *сутки	Сухая надземная биомасса, т/га	К _{хоз} , %
Сухостепная зона (2002–2006 гг.)							
Вспашка	Контроль	0,61	15,8	599	4,6	2,77	26,4
	N30	0,64	17,2	666	4,6	3,06	28,2
	Бисолби-Сан	0,63	17,6	660	4,9	3,24	26,6
Степная зона (2004–2006 гг.)							
Вспашка	Контроль	0,75	22,2	975	4,4	4,32	32,3
	N40	0,78	23,9	984	4,6	4,49	34,5
	N10+ Бисолби-Сан	0,77	24,2	1001	4,9	4,96	32,6
Лесостепная зона (2006–2008 гг.)							
Вспашка	Контроль	0,96	65,6	3009	4,1	11,96	34,2
	N30 + 30	1,05	66,7	3124	4,5	13,51	33,4
	N30+ Бисолби-Сан	1,04	67,3	3165	4,4	13,32	33,2

При этом варианты с биопрепаратом в основном (исключение составляет фон мульчирующей обработки почвы в лесостепной зоне) уступали минеральному азоту по высоте растений на 10–20 мм.

Характерной особенностью Бисолби-Сана в аридной и субаридной зонах было влияние на площадь листовой поверхности и фотосинтетический потенциал.

Бисолби-Сан повышал ассимиляционную поверхность пшеницы на 1,7–2,9 тыс. м²/га (на 3–12 %) и ФП на 61–208 тыс. м² * сутки/ га (7–12 %), азотные удобрения увеличивали площадь листовой поверхности – на 1,1–2,0 тыс. м²/га (на 2–12 %), а ФП – на 67–157 тыс. м² * сутки/ га (4–11 %).

Отмечено, что в засушливых условиях у пшеницы, сформировавшей ранее на вариантах минеральными удобрениями и биопрепаратом большее количество стеблей и увеличенную ассимиляционную поверхность, в первую очередь (из-за недостатка влаги) происходит потеря нижних листьев в результате их завядания. Это обстоятельство способствует повышению чистой продуктивности фотосинтеза (ЧПФ) относительно контроля на 2–7 % и как следствие – более интенсивному (на 4–17 %) накоплению сухой биомассы растений

По сравнению с сухой степью в лесостепи величина ЧПФ на 12–13 % ниже.

В лесостепной зоне на фоне улучшенного водного режима почвы, на вариантах с минеральными удобрениями и биопрепаратом Бисолби-Сан (также как и в сухой степи) образуется более густой и облиственный стеблестой.

Однако из-за взаимного затенения нижние листья начинают отмирать, в результате чего на этих вариантах увеличивается нагрузка на оставшуюся ассимиляционную поверхность. Поэтому при использовании минеральных удобрений и Бисолби-Сана ЧПФ и сухая надземная масса – на 5–10 % и 9–13 % выше.

В исследованиях было выявлено, что минеральные и бактериальные удобрения улучшали показатели продуктивности яровой пшеницы (таблица 5.38).

Таблица 5.38 – Влияние Бисолби-Сана и азотных удобрений на слагаемые продуктивности яровой пшеницы возделываемой на фоне различных обработок почвы в сухостепной зоне, в среднем за 2002–2006 гг.

Обработка почвы	Варианты	Масса растений, г/м ²	Количество стеблей, шт./м ²		Масса зерна с 1 колоса	Кол-во колосков в колосе, шт.	Кол-во зерна с 1 колоса	Масса 1000 зерен, г	Урожайность, г/м ²
			все-го	В т. ч. прод.					
Вспашка	Контроль	344	257	167	0,48	12,3	15,0	32,2	89
	N30	355	272	175	0,53	12,9	16,4	32,3	106
	Бисолби-Сан	372	269	177	0,50	12,7	15,5	32,3	98
Глубокая безотвальная обработка	Контроль	362	253	181	0,53	12,6	16,3	32,5	103
	N30	408	288	201	0,57	13,0	17,5	32,7	122
	Бисолби-Сан	400	262	185	0,55	12,6	17,0	32,5	115

Возрастающие нормы азотных удобрений (N30, N40, N60) и биопрепарат повышали уборочную массу растений в сухостепной зоне на 11–46 г/м² (3–13 %), в степной – на 80–87 г/м² (14–16 %), в лесостепной – на 289–302 г/м² (20–22 %).

Внесение азотных удобрений и Бисолби-Сана в сухостепной, степной и лесостепной зоне повысило общее количество стеблей яровой пшеницы относительно контроля на 4–14, 14–17, 11–13 %, в результате чего их количество достигло 262–288, 415–423, 693–748 шт./м², продуктивная кустистость увеличилась на 2–11, 8–10, 6–7 % и достигла 175–201, 312–317, 611–645 шт./м².

Влияние бактериального препарата на показатели общего и продуктивного стеблестоя яровой пшеницы было близким к показателям азотного удобрения.

Анализ показателей элементов колоса яровой пшеницы показал, что общее количество колосков и число зерен в колосе, масса 1000 зерен и масса зерна в колосе изменяются в большей степени от почвенно-климатических условий и в меньшей степени – от применения минеральных, бактериальных удобрений и обработок почвы (таблица 5.39, 5.40, 5.41).

Таблица 5.39 – Влияние Бисолби-Сана и азотных удобрений на слагаемые продуктивности яровой пшеницы возделываемой на фоне различных обработок почвы в лесостепной зоне, в среднем за 2006-2008 гг.

Обработка почвы	Варианты	Масса растений, г/м ²	Количество стеблей, шт./м ²		Масса зерна с 1 колоса	Кол-во колосков в колосе, шт.	Кол-во зерна с 1 колоса	Масса 1000 зерен, г	Урожайность, г/м ²
			всего	в т. ч. продукт.					
Вспашка	Контроль	1439	657	605	1,05	15,4	27,0	38,8	636
	N30 + 30	1728	732	644	1,09	15,7	28,1	38,7	703
	N30+Бисолб и-Сан	1735	748	645	1,06	15,6	27,5	38,6	686
Мульчирующая обработка	Контроль	1361	613	571	1,06	15,4	27,6	38,4	619
	N30 + 30	1663	693	613	1,08	15,6	27,9	38,8	664
	N30+Бисолб и-Сан	1633	710	611	1,07	15,5	27,7	38,7	656

Таблица 5.40 – Влияние азотных удобрений, биопрепарата Бисолби-Сана на продуктивность яровой пшеницы в сухостепной, степной и лесостепной зоне при различной обеспеченности почвы растительными остатками

Варианты	Зоны проведения исследований							
	сухостепная* (2002–2006 гг.)		степная** (2008–2010 гг.)		лесостепная*** (2006–2008 гг.)			
	Обеспеченность почвы растительными остатками							
	стерневые + корневые				стерневые + корневые + солома		стерневые + корневые + солома + сидераты	
	т/га	%	т/га	%	т/га	%	т/га	%
Контроль	0,74	100	1,39	100	4,74	100	5,08	100
N, кг. д. в-ва /га (30*; 10+30**; 30+30***)	0,88	118,9	1,61	113,6	5,23	110,3	5,64	111,0
Бисолби-Сан (+N10**, +N30***)	0,82	110,8	1,51	107,8	5,13	108,2	5,51	108,5
НСР ₀₅	0,07		0,08		0,29		0,29	

Таблица 5.41 – Влияние азотных удобрений и биопрепарата Бисолби-Сан на структуру урожая кукурузы в степной и лесостепной зоне

Варианты	Высота растений, м	Количество растений на 1 га, тыс. шт.	Масса одного растения, г	Полноценные початки на одном растении (без обертки)		Урожай полноценных початков, т/га	Биологическая Урожайность, т/га
				количество, шт.	г		
Степная зона (2003, 2007, 2008 гг.)							
Контроль	2,04	68,6	544,7	0,96	150,2	9,9	37,5
N10 + 30	2,17	69,4	628,3	1,04	173,4	12,6	43,7
N10 + Бисолби-Сан	2,11	69,4	582,2	1,04	150,4	10,9	40,5
Лесостепная зона (2006–2008 гг.)							
Контроль	2,68	76,2	768,4	1,22	207,9	19,4	58,6
N30 + 30	2,86	76,8	873,2	1,26	239,0	23,4	67,0
N30 + Бисолби-Сан	2,78	77,2	816,1	1,24	219,0	21,0	63,0

По сравнению с контролем (без удобрений) в сухостепной зоне азотные удобрения более эффективно повышали общее количество колосков в колосе (на 3–5 %), число зерен в колосе (на 7–9 %) и массу зерна с 1 колоса (на 8–10 %), чем в лесостепи, где по указанным показателям отличия были минимальными.

Бисолби-Сан по рассмотренным показателям был на 30–60 % менее эффективен.

Изменение и взаимодействие рассматриваемых слагаемых продуктивности яровой пшеницы под влиянием азотных удобрений и бактериального препарата Бисолби-Сана в конечном итоге отразилось на урожайности.

Урожайность яровой пшеницы на контроле на фоне вспашки и различной обеспеченности почвы растительными остатками составила: в сухостепной зоне 0,74 т/га, в степной – 1,39 и в лесостепной зоне 4,74–5,08 т/га (таблица 5.40).

Применение азотных удобрений (с расчетной дозой компенсирующей затраты почвенного азота на разложение растительных остатков соответственно зонам – 30, 40 и 60 кг. д. в./га) увеличило урожайность яровой пшеницы соответственно до 0,88, 1,61 и 5,23–5,64 т/га, или на 18,9; 13,6 и 10,3–11,0 %.

Биопрепарат Бисолби-Сан уступал по эффективности азотным удобрениям в сухой степи на 0,06 т/га (на 9,1 %), в степи (применялся совместно с N10) – на 0,1 т/га (на 5,8 %), в лесостепной зоне (+N30) – на 0,13 т/га (на 2,5 %). Однако использование биопрепарата Бисолби-Сана позволило в аридной, субаридной зонах дополнительно обеспечить зерновые злаки азотом ассоциативной азотофиксации до 24–28 кг/га и защитить от большинства вредоносных болезней.

Положительное влияние Бисолби-Сана и азотных удобрений на продуктивность кукурузы отмечено в степи и лесостепной зоне (таблица 5.41).

Однако его эффективность, относительно минерального азота, была ниже. Например, относительно контроля высота растений обработанных в фазу 5–7 листьев Бисолби-Саном увеличилась во всех зонах на 70–100 мм (3–4 %), а от использования азотных удобрений – на 130–180 мм (6–7 %). Масса одного растения повысилась соответственно рассматриваемых вариантов на 37,5–47,7 г (6–7 %) и на 83,6–104,8 г (14–15 %). При этом возросло количество и масса полноценных початков.

Биологическая урожайность початков на варианте с Бисолби-Саном возросла на 0,96–1,6 т/га (8–10 %), на варианте с азотными удобрениями – на 2,6–4,0 т/га (21–26 %).

Продуктивность кукурузы в степи была ниже, чем в лесостепной зоне (таблица 5.42). В степной зоне на контроле она составила 26 т/га. В лесостепи урожайность зеленой массы кукурузы увеличилась до 41 т/га, или в 1,6 раза.

Таблица 5.42 – Влияние азотных удобрений и биопрепарата Бисолби-Сан на продуктивность кукурузы в степной и лесостепной зоне

Варианты	Зоны проведения исследований			
	степная*		лесостепная**	
	(в среднем за 2003, 2007, 2008 гг.)		(в среднем за 2006–2008 гг.)	
	т/га	%	т/га	%
Контроль	26,1	100	40,9	100
N, кг. д. вещества /га (10+30*; 30+30**)	30,9	118,4	46,0	112,5
Бисолби-Сан (+N10*, +N30**)	28,3	108,4	44,7	109,3
НСР ₀₅	1,4		1,6	

Применение в степной и лесостепной зоне в посевах кукурузы Бисолби-Сана (+N₁₀**,+N₃₀**) повысило урожайность зеленой массы на 8–9 %, тогда как внесение азотных удобрений (10+30*; 30+30** кг д. в. N /га) – на 12–18 %.

Расчеты показывают, что обработка кукурузы в фазу 5–7 листьев раствором Бисолби-Сана с нормой расхода 2 л/га по эффективности приблизительно соответствует норме азотных удобрений 28–36 кг д.в./га.

Таким образом, представленные данные подтверждают информацию, что, ассоциативные бактерии в составе данного биопрепарата за счет азотофиксации (>30 кг/га [206]) снижают зависимость растений от содержания азота в почве.

Анализ зерна яровой пшеницы возделываемой на фоне различных обработок почвы и почвенно-климатических зон показал, что биопрепарат Бисолби-Сан и азотные удобрения повышали не только урожайность, но и качество ее продукции (таблица 5.43). Отмечено, что расчетные нормы азотных удобрений и Бисолби-Сан увеличили содержание сырой клейковины в зерне

относительно контроля: в сухой степи с 26,8 до 28,4–29,6 % (на 1,6–2,8 %), в степи – с 24,5 до 27,8–28,2 % (на 3,3–3,7 %), в лесостепной зоне – с 22,8 до 27,2–27,9 % (на 4,4–5,1 %).

Таблица 5.43 – Влияние Бисолби-Сана и азотных удобрений на показатели качества зерна яровой мягкой пшеницы возделываемой в различных почвенно-климатических зонах

Варианты	Масса 1000 зерен, г	Натура, г/л	Содержание сырой клейковины	Качество клейковины, у. е. ИДК	Класс зерна
Сухостепная зона (2002–2006 гг.)					
Контроль	32,2	747	26,8	77,5	III
N30	32,3	759	29,6	76,5	III
Бисолби-Сан	32,3	750	28,4	76,8	III
Сухостепная зона (2004–2006 гг.)					
Контроль	32,2	751	24,5	81,5	III
N10 + 30	33,1	759	28,2	80,5	III
N10 + Бисолби-Сан	32,8	755	27,8	80,8	III
Лесостепная зона (2006–2008 гг.)					
Контроль	38,8	806	22,8	83,0	IV
N30 + 30	38,7	808	27,9	82,0	III
N30 + Бисолби-Сан	38,6	807	27,2	83,0	III

Так же отмечено, что применение минеральных удобрений отдельно или совместно с биопрепаратом улучшило классность зерна в лесостепи с IV до III.

Влияние азотных и бактериальных удобрений на массу 1000 зерен, натуру и ИДК было незначительным – в виде тенденций.

Подводя итоги необходимо отметить следующее:

1. Биопрепараты являются дополнительным резервом повышения продуктивности агроландшафтов в различных почвенно-климатических зонах страны.

2. Бактеризация семенного материала биопрепаратами (Бисолби-Сан, Ризоагрин) расширяет адаптивные возможности растений за счет повышения всхожести (на 3 %), энергии (на 5–6 %), дружности (на 1,2 %), скорости (на 7 %) прорастания семян и первичного (пускового) стимулирования роста семян (на 9–17 %).

3. Растворение биопрепаратов в активированной воде из католитного раствора дополнительно увеличивает всхожесть ослабленных семян более чем на 30 %.

4. Инокуляция семян Бисолби-Саном ускоряет развитие зерновых злаков в сухой степи, что повышает эффективность использования весенних влагозапасов.

5. Использование Бисолби-Сана дополнительно обеспечивает азотом ассоциативной азотфиксации зерновые и пропашные культуры до 24–36 кг/га д. в., защищает от болезней и повышает их урожайность на 8–10 %.

6. Инокуляция семян (1 л/т) и обработка посевов пшеницы в фазу кущения Бисолби-Саном (1–2 л/га) повышает содержание сырой клейковины в зерне на 1,5–1,7 %.

5.8 Продуктивность полевых культур в зависимости от почвенно-климатических условий, био-, фитомелиорантов и влагосберегающих агроприемов

5.8.1 Взаимосвязь приемов влаго-, почвосбережения с фенологией, фитометрией и показателями продуктивности яровой пшеницы

Наблюдение за реакцией растений на применение агроприемов в различных почвенно-климатических зонах содержит много полезной информации связанной с продолжительностью вегетации и межфазных периодов, ростом и формированием стеблестоя, что в дальнейшем сказывается на структуре урожая.

Нами выявлено, что влагосберегающие почвозащитные агроприемы в аридной и субаридной зонах влияли на период вегетации яровой пшеницы (таблица 5.44).

Наименьшая продолжительность вегетации яровой мягкой пшеницы 82–83 дня была в сухой степи, наибольшая – 93–94 дня – в лесостепной зоне.

Улучшенное питание на фоне азотных удобрений и Бисолби-Сана увеличило период вегетации яровой пшеницы в период колошения – кущения на 1 день.

Таблица 5.44 – Продолжительность вегетации и межфазных периодов яровой пшеницы в сухостепной, степной и лесостепной зоне, дней (в среднем за период исследований)

Факторы влияющие на фенологию		Продолжительность вегетации	Межфазные периоды					
Почвенно-климатическая зона	Варианты		посев – всходы	всходы – кущение	кущение – колошение	колошение – молочная спелость	молочная – восковая спелость	восковая – полная спелость
Сухо-степная	Контроль	82	8	14	31	17	13	7
	N30	83	8	14	32	17	13	7
	Бисолби-Сан	83	8	14	32	17	13	7
Степная	Контроль	89	8	16	33	18	14	8
	N10 + 30	90	8	16	34	18	14	8
	N10 + Бисолби-Сан	90	8	16	34	18	14	8
Лесо-степная	Контроль	93	9	17	34	19	15	8
	N30 + 30	94	9	17	35	19	15	8
	N30 + Бисолби-Сан	94	9	17	35	19	15	8

Исследование основных (обработка почвы) и дополнительных (ВМ, СП, ВМ+СП) приемов влагосбережения выявило отличительные особенности изменения фитометрических показателей и слагаемых продуктивности зерновых злаков.

Сравнительная оценка влагосберегающих агроприемов показала, что в сухостепной зоне благоприятное влияние на фитометрические показатели яровой пшеницы оказала глубокая безотвальная обработка почвы, способствующая лучшему накоплению и сохранению осенне-зимних осадков (таблица 5.45).

В результате разрыхления подпахотного горизонта и сохранения влаги в более глубоких слоях почвы у яровой пшеницы увеличилась высота растений на 30–60 мм (на 5–9 %), площадь листовой поверхности – на 0,5–0,7 тыс. м²/га (на 3–6 %), ФП – на 27–34 тыс. м²/га × сутки (на 4–6 %). Повышение ЧПФ злаков (на 2–11 %) на фоне глубокой безотвальной обработки почвы способствовало дополнительному (6–16 %) накоплению 0,2–0,5 т/га сухой надземной массы пшеницы.

Анализ слагаемых продуктивности пшеницы подтвердил взаимосвязь обработок почвы, фитометрических показателей с изменением структуры урожая зерна (таблица 5.46).

Таблица 5.45 – Влияние обработок почвы и удобрений на фитометрические показатели яровой пшеницы в сухостепной зоне, в среднем за 2002–2006 гг.

Обработка почвы	Варианты	Высота растений, м	Максимальная площадь листьев, тыс. м ² /га	ФП, тыс. м ² * сутки/га	ЧПФ, г/м ² сутки	Сухая надземная биомасса, т/га	K _{хоз} , %
Вспашка	Контроль	0,61	15,8	599	4,6	2,77	26,4
	N30	0,64	17,2	666	4,6	3,06	28,2
	Бисолби-Сан	0,63	17,6	660	4,9	3,24	26,6
Глубокая безотвальная обработка	Контроль	0,65	16,3	633	4,9	3,12	26,9
	N30	0,70	18,3	693	5,1	3,56	28,9
	Бисолби-Сан	0,66	18,3	688	5,0	3,44	27,7

Таблица 5.46 – Влияние обработок почвы и удобрений на слагаемые продуктивности яровой пшеницы возделываемой в сухостепной зоне, в среднем за 2002–2006 гг.

Обработка почвы	Варианты	Масса растений, г/м ²	Количество стеблей, шт./м ²		Масса зерна с 1 колоса	Кол-во колосков в колосе, шт.	Кол-во зерна с 1 колоса	Масса 1000 зерен, г	Урожайность зерна, г/м ²
			все го	в т. ч. прод.					
Вспашка	Контроль	344	257	167	0,48	12,3	15,0	32,2	89
	N30	355	272	175	0,53	12,9	16,4	32,3	106
	Бисолби-Сан	372	269	177	0,50	12,7	15,5	32,3	98
Глубокая безотвальная обработка	Контроль	362	253	181	0,53	12,6	16,3	32,5	103
	N30	408	288	201	0,57	13,0	17,5	32,7	122
	Бисолби-Сан	400	262	185	0,55	12,6	17,0	32,5	115

Отмечено, что при глубокой безотвальной обработке почвы увеличились: масса растений на 18–53 г/м² (5–15 %), количество продуктивных стеблей – на 8–14 шт./м² (4–15 %), масса и количество зерна с 1 колоса – на 7–10 %.

Это послужило основой для увеличения урожайности зерна с 89–106 до 98–122 г/м², или на 15–17 % выше относительно вспашки.

В отличие от сухой степи, где основным лимитирующим фактором повышения урожайности возделываемых культур является наличие почвенных

влагозапасов, в лесостепи особую актуальность приобретает сохранение почвенного плодородия путем увеличения в почве растительных остатков.

Выявлено, что фитометрические показатели пшеницы на вариантах с соломой превосходили показатели контроля (таблица 5.47).

Таблица 5.47 – Влияние обработок почвы и приемов биологизации земледелия на фитометрические показатели яровой пшеницы в лесостепной зоне

В среднем за 2006–2008 гг.

Обработка почвы	Варианты	Высота растений м	Максимальная площадь листьев, тыс. м ² /га	ФП, тыс. м ² × сутки/га	ЧПФ, г/м ² * сутки	Сухая надземная биомасса, т/га	K _{хоз} , %
Звено севооборота с чистым паром							
Вспашка	Контроль (б/у)	0,94	63,5	2900	3,9	11,01	35,2
	Солома	0,96	65,6	3009	4,1	11,96	34,2
	Солома +N60	1,05	66,7	3124	4,5	13,51	33,4
Мульчирующая обработка	Контроль (б/у)	0,90	61,0	2825	4,0	10,95	34,3
	Солома	0,95	64,8	2934	4,1	11,77	33,8
	Солома +N60	1,01	66,1	3091	4,4	12,89	33,0
Звено севооборота с сидеральным паром							
Вспашка	Контроль (б/у)	0,95	64,4	2979	4,1	11,81	34,5
	Солома	0,98	66,3	3055	4,3	12,93	33,9
	Солома +N60	1,08	67,7	3185	4,8	14,74	33,0
Мульчирующая обработка	Контроль (б/у)	0,92	62,1	2842	4,2	11,56	34,1
	Солома	0,99	65,8	3013	4,4	12,55	34,0
	Солома +N60	1,06	67,0	3137	4,7	14,10	33,3

Внесение азотных удобрений (N60) на удобренном соломой фоне улучшило фитометрические показатели яровой пшеницы в звеньях севооборота с чистым и сидеральным паром при отвальной и безотвальной обработке почвы.

Так, высота растений увеличилась с 0,90–0,95 м до 1,01–1,08 м, площадь листовой поверхности – с 61,0–67,7 тыс. м²/га, ФП – с 2825–2979 тыс. м²/га × сутки, ЧПФ – с 4,0–4,1 до 4,4–4,8 г/м² в сутки, сухая надземная масса – с 10,95–11,56 до 12,89–14,10 т/га.

В сидеральном звене севооборота было отмечено положительное влияние зеленых удобрений на фитометрические показатели яровой пшеницы через год после их внесения в почву. По сравнению с вариантами парового звена севооборота

в сидеральном звене отмечено увеличение высоты растений на 1–5 %, площади листьев – на 1–2 %, ФП – на 1–3 %, ЧПФ – на 5–9 %.

В условиях лесостепи вспашка способствовала улучшению условий для роста и развития яровой пшеницы. По сравнению с мульчирующей обработкой почвы на фоне вспашки отмечалось превышение высоты растений на 1–4 см, площади листьев – на 0,5–2,5 тыс. м²/га, ФП – на 23–137 тыс. м²/га × сутки, сухой надземной массы – на 0,1–0,6 т/га.

В лесостепи было также выявлено влияние приемов биологизации земледелия на изменение показателей продуктивности яровой пшеницы (приложение Б.44).

Так, на фоне вспашки в паровом и сидеральном звене севооборота в отличие от мульчирующей обработки почвы отмечалось повышение количества продуктивных стеблей на 14–34 шт./м² (2–6 %), что при относительно близких показателях массы зерна с 1 колоса (на сопряженных вариантах) определило повышение выхода зерна с 1 м² на 16–39 г (на 3–6 %).

Заделка в почву соломы и сидератов положительно отразилось на большинстве слагаемых продуктивности яровой пшеницы. Так, заделка в почву соломы и N60 повысила количество продуктивных стеблей относительно контроля (б/у) при отвальной обработке почвы в паровом и сидеральном звене севооборота на 55–62 шт./м² (9–11 %), при мульчирующей обработке – на 56–70 шт./м² (10–12 %).

Кроме того, при вспашке увеличилось количество колосков в колосе на 0,5–0,9 шт. (на 3–6 %), при мульчирующей обработке почвы – на 0,3–0,5 шт. (на 2–3 %), количество зерна с 1 колоса соответственно на 1,8–2,4 шт. (на 7–9 %) и на 0,7–1,0 шт. (на 3–4 %), масса зерна с 1 колоса – на 0,06–0,1 г (на 6–9 %) и на 0,03–0,05 г (на 3–5 %).

В результате этого, на фоне вспашки в паровом и сидеральном звене севооборота увеличился выход зерна с 1 м² на 102–119 г (на 17 %), при мульчирующей обработке почвы – на 79–107 г (на 14–18 %).

В отличие от парового в сидеральном звене севооборота на фоне повышения количества продуктивного стеблестоя на 10–30 шт. (на 2–5 %) и массы зерна с 1 колоса на 0,03–0,07 г (на 3–6 %) отмечалось увеличение биологической урожайности зерна на 28–56 г/м² (на 5–8 %).

Исследования дополнительных приемов влагосбережения проведенные на фоне вспашки выявили особенности изменения фитометрических показателей и слагаемых продуктивности яровой пшеницы в аридной, субаридной зонах.

Использование ВМ отдельно или в сочетании с СП в качестве дополнительных приемов влагосбережения было наиболее эффективно на глинистых, слабо оструктуренных светло-каштановых почвах в сухой степи.

На фоне вспашки и глубокой безотвальной обработки почвы указанные варианты превышали контроль по показателям высоты растений на 3–4 см (5–7 %), площади листьев – на 1–2 тыс. м²/га (на 7–13 %), ФП – 42–126 тыс. м²/га × сутки (на 3–7 %), сухой надземной массы – на 0,29–0,58 т/га (на 9–17 %) и по $K_{хоз}$ – на 6–10 % (по факту) (таблица 5.48).

Таблица 5.48 – Влияние удобрения и дополнительных приемов влагосбережения на фитометрические показатели яровой пшеницы в сухостепной зоне, в среднем за 2004–2006 гг.

Обработка почвы	Варианты	Высота растений, м	Максимальная площадь листьев, тыс. м ² /га	ФП, тыс. м ² × сутки/га	ЧПФ, г/м ² * сутки	Сухая надземная биомасса, т/га	$K_{хоз}$, %
Вспашка	Контроль	0,61	15,5	592	4,5	2,67	26,4
	N30	0,63	16,6	652	4,8	2,92	28,3
	ВМ+ N30	0,65	16,7	634	4,8	3,03	32,0
	СП+ N30	0,63	16,0	605	4,8	2,88	30,7
	ВМ+СП+N30	0,65	16,6	644	4,6	2,99	34,7
Глубокая безотвальная обработка	Контроль	0,65	16,0	560	5,8	3,24	24,2
	N30	0,70	17,7	674	5,2	3,51	27,9
	ВМ+ N30	0,68	18,0	686	5,1	3,53	33,9
	СП+ N30	0,68	16,5	630	5,2	3,29	30,8
	ВМ+СП+N30	0,69	17,9	685	5,6	3,82	34,3

Относительно удобренного фона (N30) варианты ВМ+ N30 и ВМ+СП+ N30 отличались более высокими (выше на 1–9 %) показателями сухой надземной биомассы и повышенным (на 3–6 % по факту) выходом зерновой продукции ($K_{хоз}$).

Вариант СП+ N30 превышал основные фитометрические показатели контроля на 2–11 %. Однако, был менее (на 1–7 %) эффективен, чем вариант N30.

При продвижении посевов на северо-запад основное влияние на изменение показателей продуктивности яровой пшеницы оказали почвенно-климатические условия и в меньшей степени приемы ресурсосбережения.

Так, по мере продвижения посевов яровой пшеницы от границы с полупустыней в лесостепь повышались фитометрические показатели яровой пшеницы (приложение Б.45).

Высота растений увеличилась с 0,61–0,65 до 1,04–1,07 м, площадь листьев – с 15,5–16,7 до 65,6–67,5 тыс. м²/га, фотосинтетический потенциал – с 592–644 до 3041–3187 тыс. м²/га в сутки, сухая наземная масса – с 2,67–3,03 до 14,57–16,29 т/га. При этом возрос выход зерновой продукции относительно надземной биомассы растений ($K_{хоз.}$) с 26,4–34,7 до 36,5–37,6 %.

Наиболее стабильным показателем в различных почвенно-климатических условиях была чистая продуктивность фотосинтеза (ЧПФ) – 4,5–5,2 г/м² в сутки.

По мере повышения влагообеспеченности агроландшафтов от сухостепной к степной зоне влияние ВМ, СП, ВМ+СП на фитометрические показатели пшеницы уменьшилось в 2–3 раза. Эффект на этих вариантах относительно контроля поддерживался за счет N40. При отдельном использовании азотных удобрений с соответствующей нормой фитометрические показатели были выше.

В лесостепи приемы ВМ, СП и ВМ+СП полностью утратили свое значение. Основная причина – токсичность разложения свежих соломистых остатков.

Анализ структуры урожая пшеницы в сухой степи показал, что в аридной зоне злаки положительно реагировали на разрыхление подпахотного горизонта.

По сравнению со вспашкой на фоне глубокого рыхления урожайность пшеницы повышалась за счет увеличения количества продуктивных стеблей на 15–45 шт./м² (9–26 %) (приложение Б.46).

Дополнительные приемы влагосбережения (ВМ, СП, ВМ+СП) применяемые на удобренном фоне (N30), по сравнению с другими почвенно-климатическими зонами, были наиболее эффективны в сухой степи.

Относительно фона с азотными удобрениями (N30) на варианте ВМ+N30, ВМ+СП+N30 количество продуктивного стеблестоя увеличилось соответственно на

16–19 (на 10 %), 13–45 шт./м² (8–24 %), количество колосков в колосе – на 0,3–1,3 (на 2–10 %), 1,1–1,2 шт. (на 9 %), количества зерна с 1 колоса – на 1,1–1,3 (6–7 %), 1,7 шт. (на 9 %), масса зерна с 1 колоса – на 0,04–0,07 (на 7–12 %), 0,09–0,09 г (на 13–15 %) и масса 1000 зерен – на 0,4–1,4 (1–4 %), 1,4–1,7 г (на 1–5 %).

На варианте СП+N30 по сравнению с N30 на фоне вспашки количества продуктивных стеблей почти не изменилось, а на фоне глубокого безотвального рыхления их количество уменьшилось на 12 шт./ м² (на 6 %).

Повышение урожайности зерна на варианте СП+ N30 относительно N30 было достигнуто за счет увеличения количества зерна с 1 колоса (на 1 шт., или на 6 %) и массы 1000 зерен (на 0,6–1,1 г, или на 2–3 %).

Изменение элементов продуктивности яровой пшеницы возделываемой при дополнительных приемах влагосбережения в сухостепной зоне позволило увеличить выход зерна с 1 м² относительно N30 на варианте ВМ+ N30 на 18–27 г (19–24 %), СП+N30 – на 5–7 г (4–7 %), ВМ+СП+N30 – на 24–70 г (25–61 %).

Сравнительный анализ влияния различных почвенно-климатических условий на эффективность дополнительных приемов влагосбережения показал, что при перемещении посевов из сухостепной зоны в черноземную степь и центральную лесостепную зону происходило увеличение общего количества стеблей соответственно с 248–258 до 363–401 и до 679–762 шт./м², в том числе продуктивных – с 154–174 до 288–317 и до 600–691 шт./м² (приложение Б.47).

Улучшение условий произрастания яровой пшеницы, повышение густоты стеблестоя растений в степной и лесостепной зоне способствовало увеличению массы растений с 346–318 г/м² соответственно до 552–640 и до 1500–1806 г/м².

Исследования колосьев показали, что в сухостепной и степной зоне количество колосков в колосе яровой пшеницы не превышало соответственно 11,7–14,9 шт., количество зерна с 1 колоса – 16–20,1 шт., масса зерна с 1 колоса – 16,0–35,3 г и масса 1000 зерен – 32,2–35,3 г.

По сравнению с сухостепными и степными агроландшафтами в лесостепи отмечалось увеличение количества колосков в колосе в 1,1–1,3, количества зерна с 1 колоса в 1,5–1,8, массы зерна с 1 колоса в 1,7–2,1 и массы 1000 зерен в 1,15 раза.

Улучшение элементов продуктивности яровой пшеницы способствовало достижению биологической урожайности зерна 81–184 г/м² в сухостепных, 164–196 г/м² в степных и 681–798 г/м² в центральных лесостепных районах.

Повышение влагообеспеченности посевов интенсифицировало процессы разложения соломы на вариантах ВМ+N30, СП+N30, ВМ+СП+N30, что стало причиной ухудшения показателей продуктивности пшеницы и снижения выхода зерна с 1 м² в степной зоне относительно N30 соответственно на 14 (7 %), 9 (4 %), 7 г/м² (3 %) и в лесостепной зоне – на 15 (2 %), 39 (5 %), 54 г/м² (7 %).

5.8.2 Взаимосвязь влагосберегающих почвозащитных мелиораций и агроприемов с урожайностью яровой пшеницы

Влагосберегающие агроприемы оказали существенное влияние на урожайность яровой пшеницы в аридной, субаридной зонах.

В сухой степи глубокое безотвальное рыхление почвы позволило сохранять в подпахотных горизонтах и направлять на формирование дополнительного урожая зерна часть почвенных влагозапасов. Благодаря этому приему средняя прибавка урожая зерна составила 0,12–0,15 т/га, или 16–18 % (таблица 5.49).

Положительный эффект был также отмечен при использовании минеральных и бактериальных удобрений (глава 5.7).

В лесостепной зоне фактор влагообеспеченности растений стал менее актуален, чем сухой степи. В этой почвенно-климатической зоне повысилась потребность растений в элементах питания и в улучшении структурного сложения почвы. Поэтому внесение в почву соломы, сидератов, а также способы их заделки, обеспечивающие наилучший водный и питательный режим стали наиболее востребованы.

Таблица 5.49 – Влияние обработки почвы, минеральных и бактериальных удобрений на урожайность яровой пшеницы в сухостепной зоне

В тоннах на 1 гектар

Обработка почвы (Фактор А)	Варианты (Фактор В)	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 А)		0,032	0,023	0,052	0,045	0,034	0,037
НСР ₀₅ (для фактора В)		0,039	0,041	0,064	0,055	0,042	0,048
Критерий Фишера (F _ф > F _t)	Варианты	18,9>2,9	54,8>2,9	20,1>2,9	10,1>2,9	10,2>2,9	22,8>2,9
	А	61,9>4,5	157,1>4,5	57,1>4,5	23,7>4,5	20,6>4,5	64,1>4,5
	В	15,9>3,6	57,8>3,6	21,6>3,6	12,9>3,6	14,8>3,6	24,6>3,6
Различия	А	0,50;0,67	1,15;1,34	1,02;1,20	0,53;0,63	0,83; 0,90	0,81; 0,95
	В	0,56;0,6; 0,62	1,13;1,34; 1,26	1,0;1,19;1,1 3	0,52;0,65;0,5 6	0,81;0,90;0,9 0	0,80;0,95; 0,90

Исследование приемов биологизации земледелия в лесостепи позволило определить эффективность применения соломы и способов ее заделки в почву в паровом и сидеральном звене севооборота на урожайность яровой пшеницы (таблица 5.50).

Наименьшая урожайность зерна яровой пшеницы в среднем за период исследований, была получена на контроле (без удобрений) – 4,35–4,72 т/га.

Заделка в почву соломы повысила урожайность зерна до 4,61–5,08 т/га, или на 5–8 %. А максимальная урожайность в паровом и сидеральном звене севооборота – 4,94–5,64 т/га была достигнута при совместном внесении в почву соломы и N60. Прибавка урожая на этом варианте составила 0,59–0,92 т/га, или 13,6–19,5 %.

Мульчирующая обработка почвы, не смотря на лучшую влагообеспеченность растений, по эффективности уступала вспашке. Урожайность пшеницы на фоне мульчирующей обработки была ниже, чем при вспашке на 0,1–0,3 т/га (2–6 %).

Таблица 5.50 – Урожайность зерна яровой пшеницы в лесостепной зоне в зависимости от приемов обработки почвы и биологизации земледелия (2003–2008 гг.)

Варианты			Урожайность, т/га			
Звено севооборота (Фон А)	Обработка почвы (Фон В)	Удобрение (Фон С)	2006 г.	2007 г.	2008 г.	В среднем
С чистым паром	Вспашка	Контроль (б/у)	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 (б/у)	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 (б/у)	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 (б/у)	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)			3,5	2,3	2,8	2,9
НСР ₀₅ (для главных эффектов А и В)			1,2	0,8	1,0	1,0
НСР ₀₅ (для главного эффекта С)			1,8	1,2	1,4	1,5
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
Различия	А		4,8; 5,1	4,2; 4,4	5,4; 5,8	4,7; 5,1
	В		5,1; 4,9	-	5,8; 5,4	5,0; 4,8
	С		4,6; 4,8; 5,3	3,9; 4,3; 4,6	5,2; 5,4; 5,9	4,5; 4,8; 5,3

Необходимо отметить положительное влияние сидеральных удобрений на повышение урожайности яровой пшеницы. Благодаря последдействию сидератов урожайность зерна на фоне вспашки была выше на 0,2–0,4 т/га (5–8 %), на фоне мульчирующей обработки – на 0,3–0,5 т/га (6–10 %).

Проведенные исследования ВМ, СП, ВМ+СП выявили перспективность их использования в сухостепных районах (таблица 5.51).

Таблица 5.51 – Влияние обработки почвы и дополнительных приемов влагосбережения на урожайность яровой пшеницы в сухостепной зоне

В тоннах на 1 гектар

Обработка почвы (А)	Варианты (В)	Годы исследований			
		влажные	засушливые	средние	в среднем
Вспашка	Контроль	0,90	0,47	0,78	0,72
	N30	1,10	0,61	0,87	0,86
	BM+N30	1,34	0,75	0,92	1,00
	СП+N30	1,16	0,64	0,94	0,91
	BM+СП+N30	1,42	0,81	1,01	1,08
Глубокая безотвальная обработка	Контроль	1,09	0,57	0,83	0,83
	N30	1,29	0,69	0,93	0,97
	BM+N30	1,48	0,91	0,97	1,12
	СП+N30	1,39	0,73	0,99	1,04
	BM+СП+N30	1,56	0,98	1,04	1,19
НСР ₀₅ (для частных средних)		0,079	0,071	0,079	0,076
НСР ₀₅ (для фактора А)		0,032	0,029	0,032	0,031
НСР ₀₅ (для фактора В)		0,056	0,050	0,056	0,054
Критерий Фишера (F _ф > F _t)	Варианты	50,5>2,1	38,7>2,1	8,1>2,1	32,4>2,1
	А	124,9>4,2	74,1>4,2	13,5>4,2	70,8>4,2
	В	85,3>2,5	69,2>2,5	14,7>2,5	56,4>2,5
Различия	А	1,16; 1,34	0,63; 0,75	0,89; 0,95	0,91; 1,03
	В	1,00; 1,20;	0,52; 0,65;	0,81; 0,90;	0,78; 0,92;
		1,13; 1,41;	0,57; 0,83;	0,90; 0,95;	1,06; 0,98;
	1,28; 1,49	0,68; 0,89	0,96; 1,02	1,14	

Было отмечено, что прибавка урожая на фоне вспашки и N30 – 0,14 т/га (19 %), BM+N30 на фоне вспашки относительно N30 – 0,14 т/га (16 %), СП+N30 – 0,05 т/га (6 %), BM+СП+N30 – 0,22 т/га (26 %).

Применение на фоне безотвальной обработки почвы и BM+СП+N30 увеличило урожайность зерна относительно вспашки и N30 на – 0,33 т/га (38 %).

Сравнение эффективности дополнительных приемов влагосбережения на яровой пшенице, на фоне вспашки в аридной, субаридной зонах показало, что наименьшая урожайность яровой пшеницы (0,72–1,08 т/га) отмечалась в сухой степи. В черноземно-степной зоне урожайность пшеницы увеличилась в 1,4–1,9 раза и достигла 1,39–1,61 т/га. В лесостепной зоне продуктивность яровой пшеницы была самой максимальной – 4,50–4,98 т/га (таблица 5.52).

Таблица 5.52 – Влияние дополнительных приемов влагосбережения на урожайность яровой пшеницы в сухостепной, степной и лесостепной зоне

В тоннах на 1 гектар

Почвенно-климатические зоны	Варианты	Урожайность, т/га			в среднем
Сухостепная зона (2004–2006 гг.)	Контроль	0,90	0,47	0,78	0,72
	N30	1,10	0,61	0,87	0,86
	BM+N30	1,34	0,75	0,92	1,00
	СП+N30	1,16	0,64	0,94	0,91
	BM+СП+N30	1,42	0,81	1,01	1,08
НСР ₀₅		0,079	0,071	0,079	0,076
Степная зона (2008–2010 гг.)	Контроль	1,86	1,41	0,89	1,39
	N40	2,23	1,57	1,02	1,61
	BM+N40	2,08	1,51	0,95	1,51
	СП+N40	2,06	1,48	0,92	1,49
	BM+СП+ N40	2,14	1,52	0,94	1,53
НСР ₀₅		0,194	0,088	0,086	0,123
Лесостепная зона (2006–2008 гг.)	Контроль	4,58	3,82	5,11	4,50
	N60	4,93	4,41	5,60	4,98
	BM+N60	4,74	4,32	5,43	4,83
	СП+N60	4,67	4,20	5,41	4,76
	BM+СП+N60	4,59	4,12	5,21	4,64
НСР ₀₅		0,190	0,224	0,322	0,245

В степной и лесостепи активизация микробиологической деятельности в местах скопления соломыстых остатков (BM+N40(60), СП+N40(60), BM+СП+N40(60)) уменьшала содержание азота в почве. Поэтому, не смотря на улучшение водного режима почвы, урожайность яровой пшеницы на вариантах с дополнительными приемами влагосбережения по сравнению с соответствующим по удобренности фоном (N40, N60) была ниже в черноземной степи на 0,08–0,12 т/га (на 5–7 %), в лесостепной зоне – на 0,15–0,34 т/га (на 3–7 %).

По сравнению с контролем (без удобрений) на вариантах BM+N40(60), СП+N40(60), BM+СП+N40(60) отмечалось повышение урожайности яровой пшеницы в черноземно-степной зоне соответственно на 0,12 т/га (на 9 %), 0,1 (7 %), 0,14 т/га (10 %) и в лесостепи – на 0,33 т/га (на 7 %), 0,26 (6 %), 0,14 т/га (3 %).

Приемы ресурсосбережения и почвенно-климатические условия оказали заметное влияние на изменение качества зерна яровой пшеницы.

В сухой степи (таблица 5.53) улучшение условий влагообеспечения посевов при глубокой безотвальной обработке почвы не оказало заметного влияния на изменение массы 1000 зерен. Была отмечена лишь тенденция увеличения натуре с 747–759 до 751–768 г/л и снижения содержания сырой клейковины с 26,8–29,6 до 26,1–28,4 %.

Таблица 5.53 – Влияние обработок почвы и удобрений на показатели качества зерна яровой пшеницы в сухостепной зоне, среднем за 2004–2006 гг.

Обработка почвы	Варианты	Масса 1000 зерен, г	Натура, г/л	Содержание сырой клейковины	Качество клейковины, у. е. ИДК	Класс зерна
Вспашка	Контроль	32,8	743	26,8	79,5	III
	N30	33,6	756	29,6	78,5	III
Глубокая безотвальная обработка	Контроль	32,4	753	26,1	80,5	III
	N30	34,6	762	28,4	79,5	III

Применение азотных удобрений увеличило натуре соответственно на 12–17 г (на 1,6–2,3 %) и содержание сырой клейковины – на 2,3–2,8 % (9–10 % в отн. знач.). Однако III класс зерна при этом не изменился.

В исследованиях, проведенных в лесостепи, отмечено положительное влияние биологизации земледелия на качество зерна яровой пшеницы (таблица 5.54).

Качество зерна пшеницы улучшилось на фоне азотных удобрений.

Так, по сравнению с контролем (без соломы и удобрений), где на фоне различных обработок почвы и рассматриваемых звеньев севооборота содержание сырой клейковины не превышало 20,8–23,7 %, на вариантах с соломой и N60 этот показатель увеличился до 25,7–30,5 %, или в 1,2–1,3 раза.

Использование мульчирующей обработки ухудшало азотный режим почвы и снижало этот показатель на 0,9–2,7 % (в абсолютном значении).

В сидеральном звене севооборота содержание сырой клейковины в зерне пшеницы, относительно парового звена, повысилось на 0,9–2,6 % (в абс. значении).

Таблица 5.54 – Влияние приемов биологизации земледелия на качество зерна яровой пшеницы в лесостепной зоне

Варианты			Показатели качества зерна				
Звено севооборота	Обработка почвы	Удобрение	Масса 1000 зерен, г	Натура, г/л	Содержание сырой клейковины, %	Качество клейковины, у. е. ИДК	Класс зерна
С чистым паром	Вспашка	Контроль (б/у)	39,1	804	22,8	83,0	IV
		Солома (фон)	38,8	806	22,9	83,0	IV
		Фон + N60	38,7	808	27,9	82,0	III
	Мульчирующая обработка	Контроль (б/у)	38,5	798	20,8	84,0	IV
		Солома (фон)	38,4	801	21,2	84,0	IV
		Фон + N60	38,8	804	25,7	83,0	III
С сидеральным паром	Вспашка	Контроль (б/у)	39,5	806	23,7	83,0	III
		Солома (фон)	39,4	807	24,4	83,0	III
		Фон + N60	39,6	809	30,5	82,0	III
	Мульчирующая обработка	Контроль (б/у)	38,8	800	22,5	83,0	IV
		Солома (фон)	39,5	802	23,5	82,0	III
		Фон + N60	39,4	807	28,3	82,0	III

Изменение массы 1000 зерен, натуры, качества клейковины под влиянием биологических факторов было незначительным – в виде тенденций.

Например, при использовании удобрений наблюдалась тенденция увеличения натуры зерна с 798–806 до 804–809 г/л. и снижения показателя качества зерна в единицах ИДК (с 83–84 до 83–82). В сидеральном звене, по сравнению с паровым, отмечено повышение массы 1000 зерен с 38,5–39,1 до 38,8–39,6 г.

Рассмотрение качества зерна с технической точки зрения показало, что в лесостепной зоне улучшение классности зерновой продукции с IV до III происходило за счет применения азотных удобрений в норме N60.

5.8.3 Влияние дополнительных приемов влагосбережения на структуру урожая и урожайность кукурузы

Определенный технологический интерес представляет использование ВМ для посева пропашных культур вдоль щелевого пространства. Наличие эффекта

перераспределения атмосферной влаги вглубь щелей усиливается при этом, способностью большинства пропашных культур улавливать и направлять дождевую воду вдоль стеблей непосредственно под корневую систему.

Исследования в сухостепной, степной и лесостепной зоне позволили изучить особенности возделывания кукурузы вдоль щелевого пространства.

Использование кукурузы в качестве тестовой пропашной культуры в сухой степи показало, что традиционный способ ее возделывания приводит к гибели посевов.

В этих же почвенно-климатических условиях кукуруза, высеваемая вдоль щелей, имеет возможность выжить за счет ресурсов атмосферной влаги перераспределенных и локализованных возле корневой системы.

Эффект от ВМ в сухостепной зоне усиливают глубокая безотвальная обработка почвы (сохраняющая зимние осадки) и соломенное покрытие. Об этом свидетельствуют показатели структуры урожая кукурузы (таблица 5.55).

Таблица 5.55 – Структура урожая и урожай кукурузы в сухостепной зоне на границе с полупустыней в зависимости от приемов влагосбережения

В среднем за 2004–2006 гг.

Обработка почвы	Варианты	Высота растений, м	Количество растений на 1 га, тыс. шт.	Масса одного растения, г	Биологическая урожайность кукурузы, т/га
Вспашка	Контроль	Гибель посевов			
	N30	Гибель посевов			
	ВМ+N30	0,403	19,0	63,9	1,83
	ВМ+СП+N30	0,608	28,2	95,2	3,05
Глубокая безотвальная обработка	Контроль	Гибель посевов			
	N30	Гибель посевов			
	ВМ+N30	0,526	23,5	118,9	4,16
	ВМ+СП+N30	0,702	32,8	147,7	5,18

Так, по сравнению со вспашкой при глубоком рыхлении почвы отмечено увеличение высоты растений на 9–12 см (15–30 %), количества растений на 1 гектаре – на 4–5 тыс. (16–24 %) и массы 1 растения – на 53–55 г (55–86 %).

Соломенное покрытие усиливало эффект от вертикального мульчирования почвы по показателям высоты растений на 33–51 %, количеству растений на 1 га – на 39–48 %, массы одного растения – на 24–49 %.

Не смотря на то, что кукуруза не сформировала полноценных початков, факт ее выживания в условиях жесточайшей засухи на вариантах с ВМ и СП свидетельствует о перспективности разработки агроприемов перераспределения и сохранения осадков летнего периода под корневой системой пропашных культур.

В степи приемы ВМ+N40 и ВМ+ВПП+N40 оказали положительное влияние на рост, развитие (рисунок 5.34) и структуру урожая кукурузы (приложение Б.48).

Например, высота растений на влагосберегающих вариантах превышала контроль соответственно на 16 и 19 см, вариант N40 – на 3 и 6 см.

Масса одного растения увеличивалась относительно контроля на 128,7 и 151,1 г (на 23–28 %), относительно N40 – на 42,1 и 67,5 г (на 7–11 %).



Рисунок 5.34 – Влияние приемов влагосбережения на начальный рост и развитие кукурузы в черноземно-степной зоне (ВМ – слева, контроль – справа)

На влагосберегающих вариантах отмечено также повышение количества и массы полноценных початков, в результате чего урожайность початков на вариантах ВМ+N40 и ВМ+ВПП+N40 превысила показатели контроля – на 3,04–3,43 т/га (31–34 %), показатели варианта N40 – на 0,44–0,80 т/га (4–6 %).

В отличие от степной в лесостепной зоне создавались наилучшие условия для роста, развития кукурузы и достижения максимальных показателей ее продуктивности (рисунок 5.35).



Рисунок 5.35 – Кукуруза в лесостепной зоне

Одним из существенных недостатков сопутствующих возделыванию кукурузы вдоль щелей вертикально замульчированных свежесоломистыми остатками, являлось их разложение и токсическое воздействие на молодые проростки кукурузы.

При открыто замульчированных щелях и при локальном размещении азотных удобрений рядом со щелью и корневой системой растений токсическое влияние соломы было меньше, чем при закрытии щелей почвой во время междурядных обработок и формирования гребней в лесостепной зоне.

В этих опытах, не смотря на использование азотных удобрений и водопоглощающего полимера (ВПП) в прикорневой зоне показатели структуры урожая кукурузы на вариантах $BM+N60$ и $BM+ВПП+ N60$ уступали не только варианту $N60$, но по отдельным показателям были ниже показателей контроля (приложение Б.48). Например, по сравнению с контролем на этих вариантах уменьшилось количество растений соответственно на 3,9 и 2,6 тыс. шт./га (на 5 и 3 %) и сократился урожай початков – на 1,6 и 0,6 т/га (на 8 и 3 %).

Основным критерием эффективности технологических приемов возделывания кукурузы в различных почвенно-климатических условиях является ее урожайность.

В опытах в сухой степи был подтвержден эффект перераспределения и локализации атмосферных осадков с помощью ВМ под корневой системой кукурузы.

В отличие от контроля (обычная технология) кукуруза, высеваемая щелей ВМ, выжила. Ее биомасса на фоне вспашки и глубокого безотвального рыхления составила в среднем за период исследования 1,49–3,38 т/га (таблица 5.56).

Таблица 5.56 – Влияние приемов влагосбережения на урожайность кукурузы на юго-востоке сухостепной зоны

В тоннах на 1 гектар

Обработка почвы (Фактор А)	Варианты (Фактор В)	2004 г.	2005 г.	2006 г.	в среднем
Вспашка	Контроль	Посевы погибли			
	N30	Посевы погибли			
	ВМ+N30	2,41	погибли	2,05	1,49
	ВМ+СП+N30	3,73	0,5	3,12	2,45
Глубокая безотвальная обработка	Контроль	Посевы погибли			
	N30	Посевы погибли			
	ВМ+N30	5,59	погибли	4,56	3,38
	ВМ+СП+N30	6,13	1,3	5,28	4,24
НСР ₀₅ (для частных средних)		0,802	0,185	0,800	0,596
НСР ₀₅ (для фактора А)		0,401	0,093	0,400	0,298
НСР ₀₅ (для фактора В)		0,567	0,131	0,566	0,421
Критерий Фишера (F _ф > F _t)	Варианты	93,5 > 2,49	55,4 > 2,49	66,4 > 2,49	71,8 > 2,49
	А	52,4 > 4,32	20,2 > 4,32	37,2 > 4,32	36,6 > 4,32
	В	182,7 > 3,07	102,3 > 3,07	130,1 > 3,07	138,4 > 3,07
Различия	А	1,53; 2,93	0,12; 0,32	1,29; 2,46	0,98; 1,91
	В	0; 0; 4,0; 4,9	0; 0; 0; 0,9	0; 0; 3,31; 4,19	0; 0; 2,44; 3,35

СП дополнительно усилило влагосберегающий эффект от ВМ и повысило урожайность зеленой массы до 2,45–4,24 т/га, или на 25–64 %.

Влагосберегающий эффект был также получен при разрыхлении подпахотного горизонта щелерезом «Кивонь» и заглаблении осенне-зимних осадков, что позволило увеличить продуктивность кукурузы на варианте с ВМ+N30 на 1,89 т/га (в 2,3 раза), на варианте ВМ+СП+N30 – на 1,79 т/га (в 1,7 раза).

В степной зоне в среднем за три года урожайность зеленой массы кукурузы возделываемой на фоне вспашки составила на контроле 26,1 т/га (таблица 5.57).

Таблица 5.57 – Влияние приемов влагосбережения на урожайность силосной кукурузы в сухостепной, степной и лесостепной зоне

Почвенно-климатические зоны	Варианты	Урожайность по годам исследований, т/га			В среднем
Сухостепная зона (граница с полупустыней) (2004–2006 гг.)	Контроль	Посевы погибли			
	N30	Посевы погибли			
	BM+N30	2,41	погибли	2,05	1,49
	BM+СП+N30	3,73	0,5	3,12	2,45
НСР ₀₅		0,802	0,185	0,800	0,596
Степная зона (2003,2007,2008 гг.)	Контроль	29,8	22,3	26,1	26,1
	N40	37,3	26,1	29,2	30,9
	BM+N40	38,3	27,0	29,4	31,6
	BM+ВПП+N40	39,0	27,4	30,8	32,4
НСР ₀₅		2,02	1,32	0,98	1,44
Лесостепная зона (2006–2008 гг.)	Контроль	41,9	36,3	44,7	40,9
	N60	47,8	39,9	50,3	46,0
	BM+N60	39,6	35,3	41,9	38,9
	BM+ВПП+N60	40,5	42,2	43,1	41,9
НСР ₀₅		1,90	1,13	1,79	1,61

N40 увеличило урожайность до 30,9 т/га (на 4,8 т/га, или на 18 %).

По сравнению с N40 использование BM+N40 и BM+ВПП+N40 повысило продуктивность кукурузы соответственно на 0,7 и 1,5 т/га (на 2–5 %).

В отличие от черноземно-степной зоны в центральной лесостепи почвенно-климатические условия и современные агротехнологии стимулировали рост урожайности зеленой массы кукурузы до 41–46 т/га, или в 1,3–1,6 раза.

В среднем за период исследований урожайность кукурузы на контроле составила 40,9 т/га. N60 увеличило продуктивность кукуруза на 5,1 т/га (12 %). На вариантах BM+N60 и BM+ВПП+N60 продуктивность кукурузы уменьшилась относительно N60 – на 15 и 9 % и достигла 38,9 и 41,9 т/га.

Таким образом, полученные данные свидетельствуют, что наибольший эффект от BM проявляется в засушливых условиях.

По мере продвижения посевов кукурузы от сухостепной зоны в степную и затем в лесостепную зону ее потребность в дополнительной влаге снижается.

Измельченная солома в ВМ щелях по мере улучшения водного режима почвы разрушается почвенной микрофлорой, что усиливает отрицательное воздействие продуктов разложения на рост и развитие возделываемых культур.

Открыто мульчированные щели, за счет лучшей аэрации и вымывания продуктов разложения соломы, менее подавляют растения, чем засыпанные землей.

5.8.4 Биотестирование посевов озимой пшеницы – способ определения эффективности снегозадержания

Исследования дополнительного снегоотложения в аридной, субаридной зоне определили закономерности изменения структуры и урожайности озимой пшеницы и позволили установить оптимальные значения высоты снежного покрова.

Анализ фитометрических показателей и структуры урожая озимой пшеницы показал, что различное местоположение посевов относительно почвенно-климатических зон и снегозадержание влияние на изменение биотестовых показателей.

Было выявлено, что продвижение посевов озимой пшеницы на северо-запад из сухой степи в степную, южную и центральную лесостепь повышало все показатели ее продуктивности (рисунок 5.36, 5.37, 5.38 , приложение Б.49).

Так, на фоне улучшения почвенно-климатических условий, увеличивалась высота растений, их масса, количество общих и продуктивных стеблей, масса и количество зерна с 1 колоса, масса 1000 зерен и биологическая урожайность пшеницы.

Однако наиболее существенная взаимосвязь местоположения озимой пшеницы в различных почвенно-климатических зонах отмечена по трём показателям: массе растений, количеству продуктивных стеблей и биологической урожайности зерна (таблица 5.58).



Рисунок 5.36 – Влияние снегозадержания на продуктивность озимой пшеницы в сухостепной зоне



Рисунок 5.37 – Влияние снегозадержания на продуктивность озимой пшеницы в степной зоне



Рисунок 5.38 – Влияние снегозадержания на продуктивность озимой пшеницы в лесостепной зоне

Таблица 5.58 – Зависимость показателей продуктивности озимой пшеницы от местоположения на территории от сухой степи Саратовской до лесостепи Тамбовской области

Показатели (y)		Уравнение	η^2	t_η	t_{05}
Масса растений, г/м ²		$y = 0,0222x^2 + 4,2402x + 957,69$ (5.12)	0,69	4,21	2,31
Количество продуктивных стеблей, шт./м ²		$y = 0,0032x^2 - 0,5757x + 401,17$ (5.13)	0,78	5,33	2,31
Биологическая урожайность зерна, г/м ²	контроль	$y = 0,0032x^2 + 0,267x + 236,13$ (5.14)	0,82	6,04	2,31
	снежная мелиорация	$y = 0,0036x^2 + 0,5372x + 361,64$ (5.15)	0,79	5,49	2,31

x^{**} – расстояние от 50.671040° с. ш. 47.437881° в.д. до 52.650490° с. ш. 42.728580° в.д., км

Эффективнее всего снежная мелиорация повышала продуктивность озимой пшеницы в сухостепной зоне (на 49 %), менее – в черноземной степи (на 38 %) и совсем незначительно (на 14–15 %) – в лесостепной зоне (рисунок 5.39).

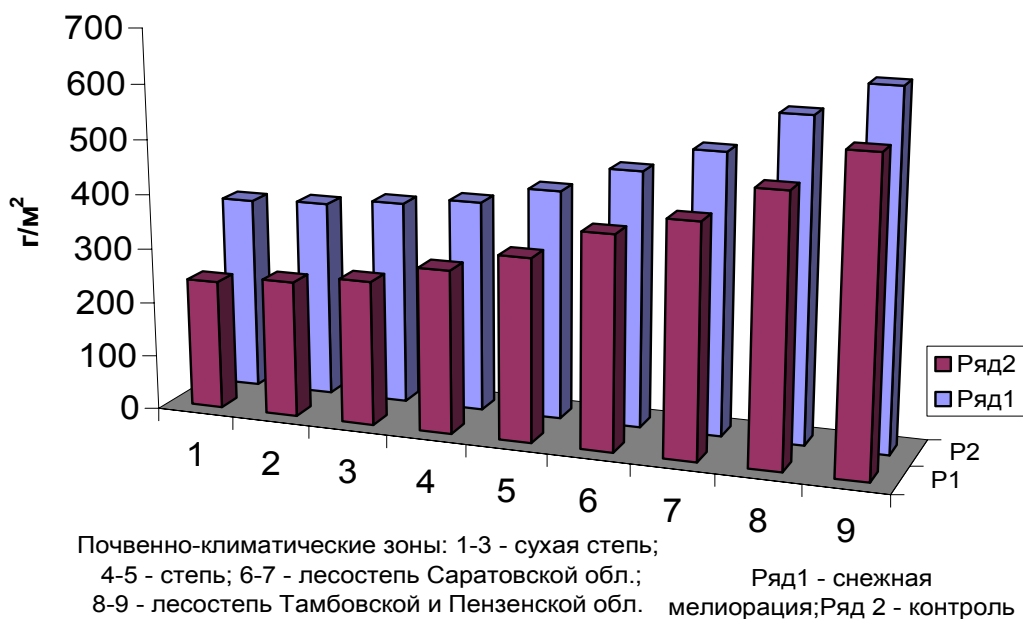


Рисунок 5.39 – Влияние снежной мелиорации на продуктивность озимой пшеницы в различных почвенно-климатических зонах

В каждой почвенно-климатической зоне озимая пшеница в периоды своего развития по-разному реагировала на увеличение мощности снежного покрова. Об этом можно судить по биотестовым показателям.

Например, период кущения – начала выхода в трубку влиял на формирование колосковых бугорков в органогенезе и изменял количество продуктивных стеблей (основного индикатора почвенных условий в этот период). Было отмечено: 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 зон в 2,0; 1,6 и 1,3 раза относительно естественного фона, или до 0,48–0,50, 0,45–0,50 и 0,38–0,45 м.

В период активного роста, развития и накопления биомассы пшеницы потребность во влаге увеличивалась. Поэтому оптимальные условия для озимой пшеницы в этот период отмечались в сухостепной, степной и лесостепной зоне на фоне увеличения мощности снежного покрова – в 2,0; 2,0 и 1,6 раза (до 50–60 см). Об этом свидетельствуют показатели высоты и массы растений.

Об условиях завершающих этапов органогенеза (период формирования и налива зерна) можно судить на основе совокупного анализа взаимосвязанных показателей структуры урожая и продуктивного стеблестоя, учитывая при этом его изменение в ранние этапы развития озимых зерновых.

Биологическая урожайность зерна – важнейший показатель итоговой оценки эффективности снежной мелиорации в различных почвенно-климатических зонах.

Корреляционный, регрессионный и дисперсионный анализ биологической урожайности озимых определил существенную ее взаимосвязь с показателями снегоотложения в аридной, субаридной зонах и позволил определить наиболее оптимальные значения мощности снежного покрова в каждой зоне (таблица 5.59).

Таблица 5.59 – Зависимость биологической урожайности зерна (y , г/м²) озимой пшеницы от мощности снежного покрова (x , м)

Почвенно-климатические зоны	Пределы высоты снежного покрова, м	Уравнение	η
Сухая степь	0,24–0,52	$y = 869,8 x^2 - 169,96 x + 217,4$ (5.16)	0,95
Черноземная степь	0,28–0,56	$y = -521,64 x^2 + 835,62 x + 88,86$ (5.17)	0,96
Лесостепь	0,32–0,62	$y = -685,34 x^2 + 818,95 x + 191,5$ (5.18)	0,89
	0,38–0,76	$y = -2010,6 x^2 + 2004,7 x + 12,93$ (5.19)	0,67

Было выявлено, что в сухой степи увеличение мощности снежного покрова более 0,50–0,55 м не ограничивает роста урожайности зерна. В черноземной степи максимальная высота снежного покрова не должна превышать 0,45–0,50 м, в лесостепи она не должна быть выше соответственно 0,45 и 0,40 м (приложение А.9).

Полученная информация позволяет рациональнее планировать использование снежной мелиорации в различных почвенно-климатических условиях.

Так, в сухой степи снегозадержание наиболее эффективно. Поэтому традиционно рекомендуемые занятые кулисами пары, высокая стерня (при безотвальной обработке почвы) и стерневые кулисы [778] высотой до 0,35–0,40 м, шириной 1,5 м и через 4,5 м (при чередовании отвальной и безотвальной обработки почвы) гарантируют эффективность использования зимних осадков.

В черноземной степи для точного регулирования мощности снежного покрова лучше всего подходит поделка снежных валов. Пределы наращивания снежного покрова определяются исходя из особенностей агроландшафта. С этой целью, при учете рекомендаций других ученых (Бакаев Н.М., Васько И.А. [43, 44] – коэффициент учета влажности метрового слоя в осенний период; Азаров Н.К. [14, 15] – коэффициент учета крутизны склонов, учет гранулометрического состава) для степной зоны были разработаны уравнения регрессии (таблица 5.60).

Таблица 5.60 – Допустимая мощность снежного покрова (Y , м) в черноземной степи в зависимости от уклона местности (X^*), гранулометрического состава и осенних влагозапасов в почве (K^{**})

Гранулометрический состав	Уравнение регрессии
Глинистый	$Y = (0,5051 - 0,000676x^2 - 0,03014x) \times K^{**}$ (5.20)
Суглинистый	$Y = (0,4984 - 0,009508x^2 - 0,00138x) \times K^{**}$ (5.23)
Супесчаный	$Y = (0,5521 + 0,001910x^2 - 0,04662x) \times K^{**}$ (5.24)

X^* – уклон местности в пределах значений от 0,3 до 3 град.

K^{**} – коэффициент поправки на количество осенних запасов продуктивной влаги в метровом слое почвы: при 30–40 мм = 1,0; 50–60 мм = 0,85; 80–90 мм = 0,69

В лесостепной зоне выпадает достаточное количество осадков. Повышенная порозность корнеобитаемого слоя и подстилающих пород позволяет талым водам проникать на глубину до 2 и более метров. Поэтому в

этих условиях нет необходимости в проведении мероприятий по снегозадержанию

Подводя итоги биотестирования условий снегоотложения в различных почвенно-климатических зонах, необходимо отметить, что двукратное увеличение мощности снежного покрова в сухой степи не лимитирует повышение продуктивности озимой пшеницы. Поэтому для гарантированного и устойчивого производства зерновой продукции в левобережных районах Саратовского Заволжья необходимо оставлять высокую стерню, или использовать стерневые и высеваемые кулисы. В черноземной степи снежный покров не должен превышать оптимума, расчет которого необходимо корректировать в зависимости от количества осенних влагозапасов в почве, гранулометрического состава, уклона местности и глубины основной обработки почвы. В лесостепной зоне снежная мелиорация нецелесообразна.

5.9 Технологические особенности полосной мелиорации агроландшафтов

Разработка технологии полосной мелиорации агроландшафтов основана на решении следующих задач:

- создание приспособления для вертикального мульчирования почвы (ВМ);
- проведение расчетов по разметке участка с учетом ширины захвата машин, орудий и снегозадерживающих кулис;
- адаптация полосно-мелиорируемого агроландшафта к прецизионному земледелию.

Первая задача, на наш взгляд, хотя и не простая, но вполне решаемая.

В творческом содружестве с сотрудниками кафедры «Инженерная графика и теоретическая механика» ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ» были запатентованы (Патент № 2457648) способ возделывания сельскохозяйственных культур, при использовании вертикального мульчирования почвы соломой

(приложение А. 10), и почвообрабатывающе-посевной агрегат (Патент № 2318302) с помощью которого одновременно осуществляется посев сельскохозяйственных культур и формирование вертикально мульчируемых щелей (приложение А.11).

Опытные образцы и макеты отдельных узлов испытываются в условиях производства и в Агроцентре «Саратовского ГАУ» (рисунки 5.40, 5.41).

Решение поставленных задач связано с первоначальной и последующей (в зависимости от ширины захвата сельскохозяйственной техники и расстояния между кулисами) разметкой участка.

На начальном этапе крайне важно во время проведения обработки почвы нарезать замульчированные щели с одинаковым расстоянием друг от друга.

Для этого высокой квалификации механизатора недостаточно. Решить этот вопрос можно лишь с помощью навигационных систем и аналитической электроники используемой при прецизионном земледелии.

Приборы, связанные с космическими навигационными системами, подразделяются на две группы: системы параллельного вождения и автопилоты.

По информации фирмы-изготовителя John Deere точность работы системы автопилотирования «Auto Trac» составляет $\pm 0,1$ м (в ходе практических испытаний системы была достигнута точность работы $\pm 0,01$ м [318]). Автоматизированная система управления AgGPS Autopilot фирмы-изготовителя Trimble обеспечивает воспроизводимую из года в год точность 0,025 м при использовании любого шаблона движения [250].

Таким образом, с учетом указанных допусков можно создать высокоплодородные мелиорируемые полосы шириной 0,15–0,20 м и с расстоянием между их центрами – 0,7 м.

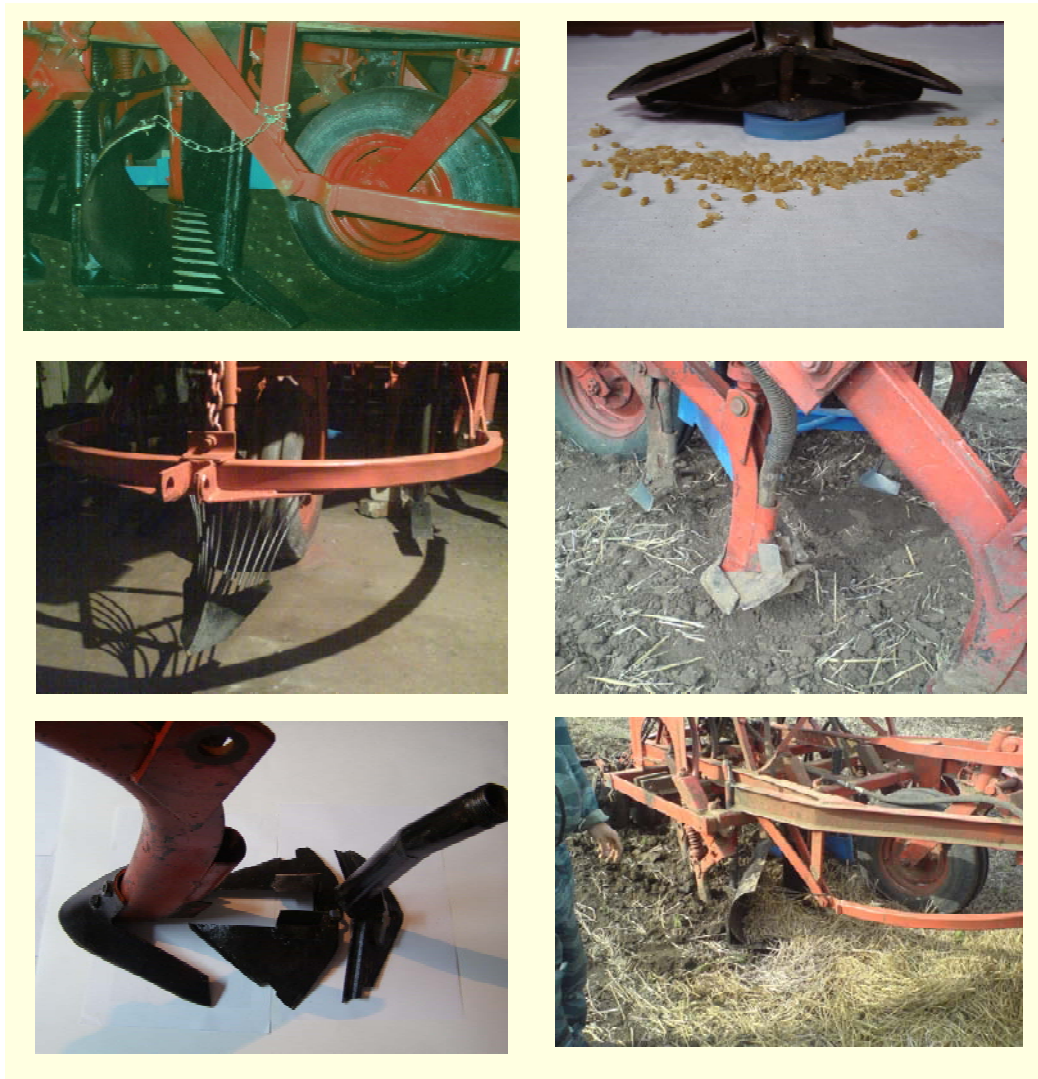


Рисунок 5.40 – Сеялка оборудована приспособлением для вертикального мульчирования почвы соломой и разборным сошником для широкополосного сева



Рисунок 5.41 – Испытание отдельного узла к почвенному агрегату

6 ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВЛАГОСБЕРЕГАЮЩИХ ПОЧВОЗАЩИТНЫХ МЕЛИОРАЦИЙ

6.1 Энергетическая и экономическая оценка влагосбережения при лиманном орошении кормовых культур в полупустыне

Система земледелия и агроэкосистема взаимосвязаны и постоянно взаимодействуют на фоне антропогенного влияния на окружающую среду, растения и почву. Потому развитие системы земледелия невозможно без постоянного мониторинга агроэкологического потенциала, геоморфологических, гидрогеологических, почвенных показателей и социально-экономических условий территории.

Оценка системы земледелия и технологий возделывания культур с биоэнергетических позиций полнее отражает механизм энерго- и массообмена в агроэкосистеме. Наличие экологических показателей позволяет определить степень экологического благополучия агроландшафтов и агроэкосистем [294, 411, 771].

Совокупные энергетические ресурсы территории (ФАР, тепло, влага, запасы органического вещества, антропогенная энергия) обеспечивают условия функционирования агроэкосистемы. Воздействие на биологическую систему, с целью повышения её продуктивности всегда сопровождается увеличением затрат на ее поддержание. Поэтому уровень продуктивности и устойчивости агроэкосистемы во многом зависит от рационального использования природных и антропогенных ресурсов.

Системно-энергетический подход при оценке использования водных ресурсов в аридной зоне позволяет внедрять влагосберегающие технологии возделывания культур и обеспечивать экологическую безопасность водной мелиорации.

В отличие от богарного земледелия на лиманных землях затраты ресурсов значительно выше. Например, для перекачки 1000 м³ воды при орошении расходуется от 150 до 177 кВт·ч [412].

Изучение влагосберегающих режимов затопления лиманов показало, что повышение оросительной нормы до 3500 м³/га увеличивает урожайность кукурузы.

Дальнейшее увеличение нормы затопления до 4000 м³/га в осенний период не способствует росту урожайности кукурузы, а ее использование в весенний период наоборот приводит к снижению продуктивности этой культуры.

При весеннем затоплении лимана наивысшая энергетическая эффективность (12,7) и повышенная рентабельность производства (58 %) отмечались при норме затопления 2500 м³/га (рисунки 6.1, 6.2, таблица 6.1).

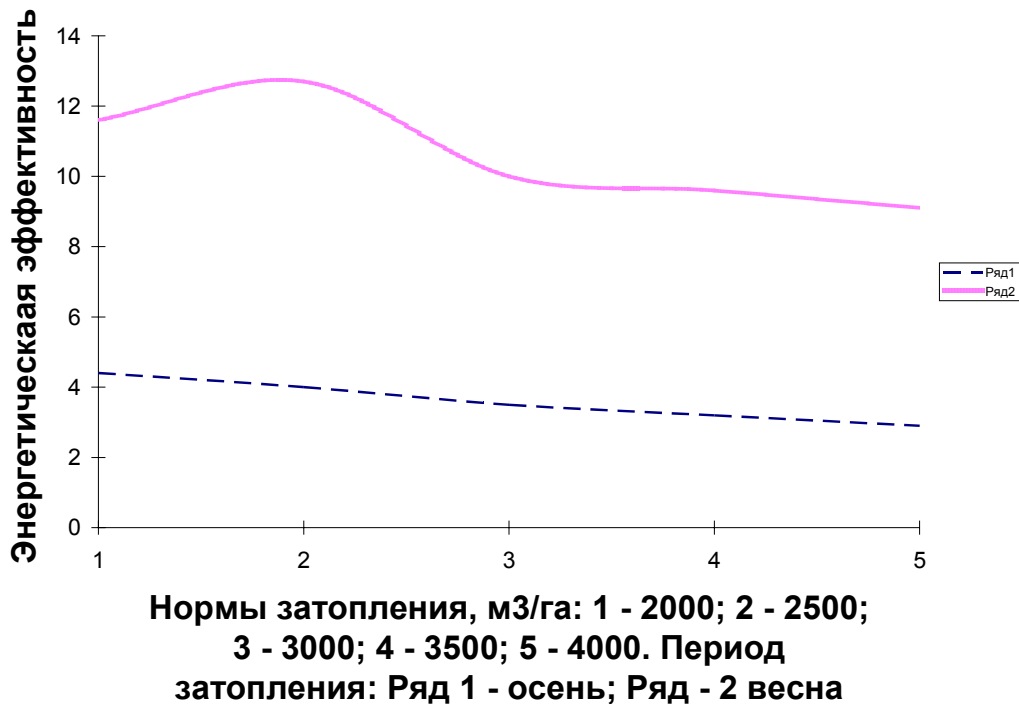


Рисунок 6.1 – Влияние режимов лиманного орошения на энергетическую эффективность возделывания кукурузы на силос

Возделывание кукурузы при этих нормах позволяет накопить на каждый затраченный кубометр поливной воды 56,1 и 58,3 МДж/га обменной энергии.

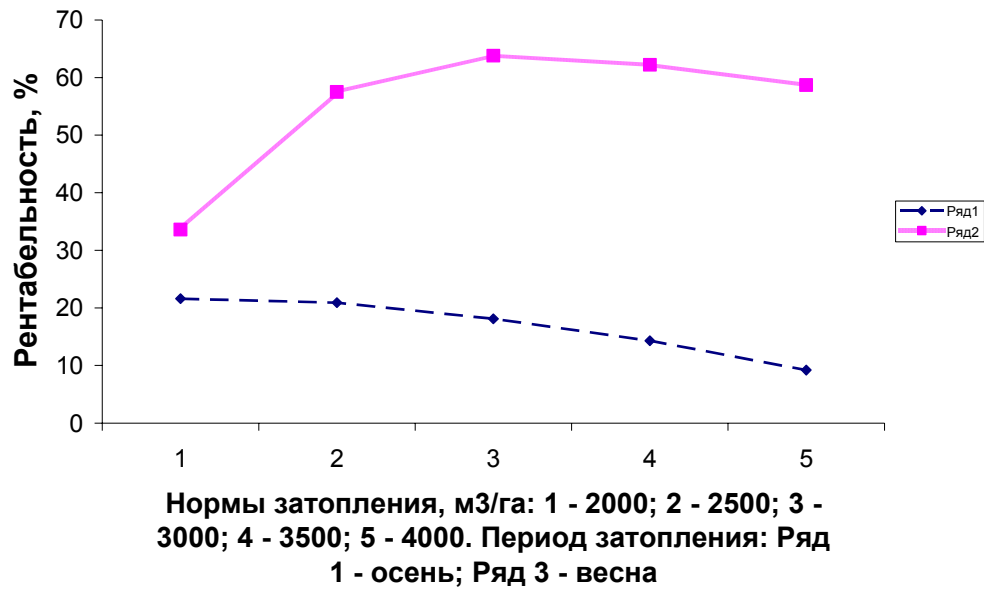


Рисунок 6.2 – Влияние режимов лиманного орошения на рентабельность эффективность возделывания кукурузы на силос

Таблица 6.1 – Агроэнергетическая и экономическая оценка возделывания кормовых культур на инженерном лимане в полупустынной зоне [640]

Показатели	Кукуруза на силос				Многолетние травы			
	весеннее затопление		осеннее затопление		весеннее затопление		осеннее затопление	
	2000 м³/га	2500 м³/га	2000 м³/га	2500 м³/га	2500 м³/га	3000 м³/га	2500 м³/га	3000 м³/га
Урожайность, т/га	18,10	23,51	21,6	23,32	2,79	3,35	2,08	2,29
Выход к.ед., т/га	2,89	3,76	3,46	3,73	1,37	1,64	1,02	1,12
Накопление обменной энергии, ГДж/га	112,2	145,8	134	143,8	19,0	22,8	14,1	15,6
Общие энергозатраты, ГДж/га	9,7	11,5	30,5	36,4	6,4	7,3	29,2	34,4
Энергетические затраты на 1 т к. ед., ГДж	3,36	3,06	8,82	9,76	4,76	4,52	29,2	31,3
Обменная энергия на 1 м³ оросительной воды, МДж	56,1	58,3	67,0	57,5	9,50	9,12	7,05	6,24
Энергетическая эффективность	11,6	12,7	4,4	4,0	2,97	3,12	-0,48	-0,45
Условный чистый доход, тыс. руб./га	1,82	3,43	1,54	1,61	0,99	1,50	-1,90	-2,22
Уровень рентабельности, %	33,6	57,5	21,6	20,9	40,6	57,7	-42,7	-44,2

По сравнению с весенним затоплением лимана, осенняя влагозарядка этими оросительными нормами уменьшает энергетическую эффективность и рентабельность производства соответственно в 2,6–3,2 и 1,6–2,8 раза.

Ухудшение экономических и агроэнергетических показателей при осенней влагозарядке происходит из-за снижения урожайности на 0,2–0,5 т/га и удорожания общих энергетических затрат (за счет транспортировке воды из Волги) вложенных на 1 гектар пашни – в 1,3–1,4 раза.

Многолетним травам необходимо меньше затрат энергии для формирования урожая, чем кукурузе. Возрастание энергозатрат было при осеннем сроке затопления, когда отмечались при нормах затопления свыше 2500 м³/га отрицательные показатели агроэнергетической и экономической эффективности.

Наиболее оптимальными оросительными нормами весной при возделывании многолетних трав являлись 2500 и 3000 м³/га.

В зависимости от гидротермических условий года при весеннем затоплении лимана с энергетическими затратами 6,4–7,3 ГДж/га и энергетической эффективностью 2,9–3,1, на фоне условного чистого дохода 1,50–1,56 тыс. руб./га, уровень рентабельности производства сена достигал 41–58 %.

6.2 Энергетическая и экономическая оценка влагосберегающих, почвозащитных мелиораций в сухостепных, степных и лесостепных агроландшафтах

Проведенные исследования в аридной и субаридной зонах показали, что агроприемы влияют на использование ресурсов влаги и плодородия почвы.

В сухой степи глубокое рыхление почвы повысило накопление обменной энергии с 12,4 до 14,4 ГДж/га, при снижении общих энергетических затрат с

6,52 до 6,36 ГДж/га и энергетической затратности производства зерна – с 8,81 до 7,40 ГДж/т (таблица 6.2).

Таблица 6.2 – Агроэнергетическая и экономическая оценка возделывания яровой пшеницы в сухостепной зоне

Показатели	Сухостепная зона					
	Вспашка			Глубокая безотвальная обработка		
	контроль	N30	Бисолби-Сан	контроль	N30	Бисолби-Сан
Урожайность, т/га	0,74	0,88	0,82	0,86	1,02	0,97
Накопление обменной энергии, ГДж/га	12,44	14,79	13,77	14,44	17,14	16,29
Общие энергозатраты, ГДж/га	6,52	9,22	6,65	6,36	9,32	6,39
Энергетические затраты на 1 т, ГДж	8,81	10,48	8,11	7,40	9,13	6,59
Энергетическая эффективность	1,91	1,60	2,07	2,27	1,84	2,55
Условный чистый доход, тыс. руб./га	1,018	1,126	1,357	1,703	1,921	2,207
Уровень рентабельности, %	33,3	30,3	43,0	56,3	52,1	70,6

На фоне повышения энергетической эффективности с 1,91 до 2,27 (на 19 %), условный чистый доход увеличился – с 1,018 до 1,703 тыс. руб./га (на 67 %), уровень рентабельности – с 33 до 56 %.

Максимальная агроэнергетическая и экономическая эффективность была достигнута при использовании Бисолби-Сана на фоне глубокой обработки почвы. Эти агроприемы увеличили энергетическую эффективность до 2,55, условный чистый доход – до 2,207 тыс. руб./га, уровень рентабельности – до 70,6 %.

Использование в сухостепной зоне азотных удобрений было менее эффективным из-за их высокой энергозатратности, стоимости и из-за недостаточной влагообеспеченности посевов. В этой связи уровень энергетической эффективности, рентабельности варианта с минеральными удобрениями были соответственно на 0,31–0,43 единицы и на 3–4 % ниже не удобренного варианта. Однако применение азотных удобрений позволяло

улучшать питательный режим почвы и получать дополнительный условный чистый доход на 108–218 руб./га выше показателя контроля.

В отличие от сухой степи в лесостепи наряду с влагосбережением, особую значимость приобретает вопрос сохранения ресурсов почвенного плодородия.

Поэтому основной альтернативой разрушающему воздействию вспашки на почву становится мульчирующая обработка, а потерям гумуса – постоянное пополнение органического вещества почвы солоmistыми и бобовыми остатками культур.

Агроэнергетическая оценка эффективности приемов биологизации земледелия при возделывании яровой пшеницы показала, что наименьшее количество обменной энергии (65,3–67,5 ГДж/га) накапливалось на контроле (без удобрений), а наибольшее – на вариантах с соломой и N60 (приложение Б.51).

Так, на удобренных вариантах (солома + N60) в паровом звене севооборота на фоне вспашки количество обменной энергии достигло 78,5, на фоне мульчирующей обработки почв 74,1, в сидеральном звене севооборота соответственно 84,6 и 81,8 ГДж/га. Для достижения такого результата было затрачено на 4,6–4,7 ГДж/га энергии больше, чем на контрольных вариантах (14,9–15,0 ГДж/га).

Наибольшая энергетическая эффективность была на фоне соломы + N60 + Бисолби-Сан – 4,4–4,9, наименьшая (3,8–4,25) – на фоне соломы + N60.

Вспашка была на 2–5 % энергетически эффективнее мульчирующей обработки, звено с сидеральным паром на 3–9 % эффективнее звена с чистым паром

В отличие от агроэнергетической оценки применение соломы и N60 экономически выгодно. По сравнению с контролем (где солома вывозится с поля) их сочетание повышает условный чистый доход с 9,02–10,24 до 15,23–18,46 тыс. руб./га, а рентабельность производства – с 108–119 до 161–190 %.

Использование звена севооборота с сидеральным паром по сравнению со звеном с чистым паром повышает условный чистый доход на 0,9–2,5 тыс. руб./га и уровень рентабельности – на 10–27 % (в фактическом значении).

Мульчирующая обработка почвы незначительно уступает вспашке по показателям условного чистого дохода (на 2–7 %) и уровню рентабельности (на

1–5 %). Однако ее использование необходимо для снижения антропогенной нагрузки на почву и для влагосбережения в засуху.

При использовании минеральных (N30+30) и бактериальных удобрений (N30 + Бисолби-Сан) в звене севооборота была достигнута максимальная урожайность зерна яровой пшеницы и наиболее высокие показатели агроэнергетической и экономической оценки.

Бисолби-Сан хотя и уступал минеральным удобрениям по величине условного чистого дохода на 0,09–0,36 тыс. руб./га. Однако по энергетической эффективности биопрепарат превышал показатели азотных удобрений на 14 %, по уровню рентабельности – на 2–4 % (фактически).

Сравнительный анализ эффективности биопрепарата Бисолби-Сан с соответствующей его азотофиксирующей способности нормой азотных удобрений (N30) в аридной и субаридной зонах выявил следующие особенности (таблица 6.3).

Таблица 6.3– Агроэнергетическая и экономическая оценка применения Бисолби-Сан и азотных удобрений на яровой пшенице в различных почвенно-климатических зонах

Показатели	Почвенно-климатические зоны								
	Сухая степь			Черноземная степь			Лесостепь		
	Конт- роль	N30	Бисол- би- Сан	Конт- роль	N10++ 30	N10 + Бисолби -Сан	Конт- роль	N30++ 30	N30 + Бисолби -Сан
Урожайность, т/га	0,74	0,88	0,82	1,39	1,61	1,51	4,50	5,23	5,13
Накопление обменной энергии, ГДж/га	12,44	14,79	13,77	23,35	27,05	25,37	67,50	78,45	76,95
Общие энергозатраты, ГДж/га	6,52	9,22	6,65	7,12	10,67	7,16	15,01	19,75	17,08
Энергетические затраты на 1 т, ГДж	8,81	10,48	8,11	5,12	6,61	4,74	3,33	3,78	3,33
Энергетическая эффективность	1,91	1,60	2,07	3,28	2,54	3,54	4,50	3,97	4,51
Условный чистый доход, тыс. руб./га	1,02	1,13	1,36	2,01	2,48	2,37	9,37	16,42	16,18
Уровень рентабельности, %	33,3	30,3	43,0	40,4	44,5	45,8	108,6	168,8	170,9

Применение ассоциативных бактерий, несомненно, является перспективным ресурсосберегающим агроприемом.

По сравнению с минеральными удобрениями, которые уступают ему по энергетической эффективности на 14–39 %, Бисолби-Сан во всех зонах был на 8 % энергетически эффективнее контроля. Его применение совместно азотными удобрениями на черноземах степной и лесостепной зоны подняло энергетическую эффективность удобрённых вариантов на уровень равный или превышающий показатели контроля.

Отдельное (сухая степь) или совместное применение биопрепарата с сокращённой нормой азотных удобрений (черноземная степь, лесостепь) экономически выгодно.

Так, отдельное или совместное его применение с азотными удобрениями, увеличило условный чистый доход в 1,2–1,3 раза и уровень рентабельности в 1,13–1,57 раза.

Применение N30+30 было наиболее выгодно в лесостепной зоне, из-за их влияния на класс зерна (с IV на III), повышающего условный чистый доход с 9,37 до 16,42 тыс. руб./га (в 1,75 раза), уровень рентабельности – в 1,55 раза.

В сухостепной и черноземно-степной зонах условный чистый доход от использования азотных удобрений был меньше – 0,11 и 0,47 тыс. руб./га., или 11 и 23 %.

Подводя итог необходимо отметить, что наиболее выгодно:

- применение Бисолби-Сана (приравнивается к 26–28 кг. д. в. N на 1 га);
- разрыхление уплотнённого подпахотного горизонта в аридной зоне для перевода и консервирования зимних осадков в почве;
- фито- и биомелиорация в лесостепной зоне – при использовании звена севооборота с сидеральным (клевер) паром и при заделке в почву измельченной соломы совместно с азотными удобрениями (>8 кг. д. в. N на 1 т соломы).

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 выпашанных 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), запашка 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

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

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абалдов, А. Н. Агроклиматическое обоснование совершенствования зональных систем земледелия на Ставрополье / А. Н. Абалдов, Л. И. Желнакова, Г. Х. Хамзатова // Земледелие. – 2005. – № 6. – С. 12–13.
2. Абдразаков, Ф. К. Состояние мелиоративных систем и их ремонтной базы в Саратовской области / Ф. К. Абдразаков, Д. Г. Горюнов // Мелиорация и водное хозяйство. – 2000. – № 6. – С. 8–12.
3. Авакян, К. М. Морфо-генетическая и агрофизическая оценка почв опытного поля отдела земледелия и агропочвоведения КНИИСХ им. П. П. Лукьяненко / К. М. Авакян // Вопросы селекции и возделывания полевых культур / К. М. Авакян [и др.]. – Краснодар : Советская Кубань, 2001. – С. 192–201.
4. Авдеенко, А. Совместные посеы бобовых и зерновых / А. Авдеенко, Н. Зеленский, Г. Мокриков // Новый садовод и фермер. – 2005. – № 3. – С. 6–7.
5. Авров, О. Е. Вопросы экологии и физиологии микроорганизмов, используемые в сельском хозяйстве / О. Е. Авров, А. И. Чундерова / ВНИИСМ. – Л., 1976. – С. 3–15.
6. Авров, О. Е. Использование соломы в сельском хозяйстве / О. Е. Авров, З. М. Мороз. – Л. : Колос. Ленингр. отд., 1979. – 200 с.
7. Агроклиматический справочник по Саратовской области. – Л. : Гидрометеиздат, 1959. – 228 с.
8. Агролесомелиорация. – 5-е изд. перераб. и доп.; под ред. А. Л. Иванова, К. Н. Кулика / ВНИАЛМИ. – Волгоград, 2006. – 746 с.
9. Агропочвоведение / Ред. В. Д. Мухи. – М. : Колос, 2002. – 546 с.
10. Агрофизические свойства почв в зависимости от обработки и удобрений / Б. А. Смирнов [и др.] // Плодородие. – 2007. – № 3 – С. 25–26.
11. Агрохимия / Б. А. Ягодин [и др.]; под ред. Б. А. Ягодина. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Агропромиздат, 1989. – 639 с.

12. Адерихин, П. Г. Изменение черноземных почв ЦЧО при использовании их в сельском хозяйстве / П. Г. Адерихин // Черноземы ЦЧО и их плодородие : сб. науч. тр. / Всесоюзное общество почвоведов. – М. : Наука, 1962. – С. 61–90.
13. Адиньяев, Э. Д. Возделывание кукурузы при орошении / Э.Д. Адиньяев. – М. : Агропомиздат, 1988. – С. 27–165.
14. Азаров, Н. К. Дифференцировать снегонакопительные мероприятия с учетом рельефа территории / Н. К. Азаров // Земледелие. – 1987. – № 2. – С. 12–15.
15. Азаров, Н. К. Дифференцировать накопление снега на полях / Н. К. Азаров // Земледелие. – № 1. – 1992. – С. 35–37.
16. Азаров, С. В. Лиманное орошение кормовых культур на солонцах Северного Казахстана / С. В. Азаров // Лиманное орошение / ВАСХНИЛ. – М. : Колос, 1984. – С. 148–152.
17. Айдаров, И. П. Оптимизация мелиоративных режимов орошаемых и осушаемых земель / И. П. Айдаров, А. И. Голованов, Ю. Н. Никольский. – М. : Агропромиздат, 1990. – С. 12–28.
18. Айдаров, И. П. Обоснование и расчет систем лиманного орошения / И. П. Айдаров, В. Х. Хачатурян // Лиманное орошение / ВАСХНИЛ. – М. : Колос, 1984. – С. 65–72.
19. Айдаров, И. П. Регулирование водно-солевого и питательного режимов орошаемых земель / И. П. Айдаров. – М. : Агропромиздат, 1985. – 304 с.
20. Акентьева, Л. И. Почвозащитная обработка и использование влаги на черноземах / Л. И. Акентьева, М. С. Чижева // Земледелие. – 1989. – № 12. – С. 36–37.
21. Алаторцев, Е. К. Использование стока талых вод Растяпина дола колхоза им. Калинина Дергачевского района / Е. К. Алаторцев. – Саратов : Коммунист, 1958. – С. 1–3.
22. Алаторцев, Е. К. Сельскохозяйственное использование земель лиманного орошения / Е.К. Алаторцев // Экспресс-информация. – Сер. 1. – Вып. 3. – М., 1970 (ЦБНТИ Минводхоза СССР). – С. 9–22.
23. Алаторцев, Е. К. Комплексное использование местного стока / Е. К. Алаторцев. – М. : Колос, 1971. – 67 с.

24. Алейнов, Д. Тайны голландских полей / Д. Алейнов // Химия и бизнес. – 2007. – № 2. – С. 31–32.
25. Алексеев, Н. А. Оценка ущерба от порчи плодородного слоя почвы / Н. А. Алексеев // Земледелие. – 1990. – № 2. – С. 71–74.
26. Ален, Х. П. Прямой посев и минимальная обработка почвы / Х. П. Ален / Пер. с англ. М. Ф. Пушкарева. – М. : Агропромиздат, 1985. – 208 с.
27. Алмазов, А. В. Управление водным режимом лугов в вегетационный период / А. В. Алмазов // Лиманное орошение / ВАСХНИЛ. – М., 1984. – С. 157–161.
28. Анализ влияния осеннего и весеннего затопления лиманов на их продуктивность и природоохранную обстановку массива : отчет НИР / ГУ ВолжНИИГиМ. – Энгельс, 1999. – 84 с.
29. Анализ процесса образования противозерозионных гребневых кулис на склонах / Н. М. Соколов [и др.] // Адаптивные технологии производства качественного зерна в засушливом Поволжье : сб. науч. тр. / НИИСХ Юго-Востока ; Ассоциация «Аграрное образование и наука» – Саратов, 2004. – С. 59–64.
30. Ангилеев, О. Г. Технологические требования использования соломы на удобрение / О. Г. Ангилеев // Земледелие. – 1981. – № 11. – С. 51–52.
31. Андреев, Н. Г. Травосеяние на лиманах / Н. Г. Андреев // Лиманное орошение: сб. науч. тр. – М. : Колос, 1984. – С. 9–17.
32. Андрианова, Л. В. К вопросу прогноза знака аномалий среднемесячной температуры воздуха в июне в Нижнем Поволжье / Л. В. Андрианова // Вопросы климата и погоды Нижнего Поволжья. – 1970. – Вып. 6. – С. 59–63.
33. Андрианова, Л. В. Связь знака среднемесячной аномалий температуры воздуха в июне в Нижнем Поволжье с циркуляционными условиями октября и марта / Л. В. Андрианова // Вопросы климата и погоды Нижнего Поволжья. – 1976. – Вып. 5 (12). – С. 33–41.
34. Анохина, Т. А. Применение гречишной соломы на удобрение / Т. А. Анохина, Т. Г. Бардиян // Земледелие. – 2004. – № 3. – С. 31.
35. Антропогенные изменения климата // Ред. М. И. Будыко, Ю. А. Израэля. – Л. : Гидрометеиздат, 1987. – 406 с.

36. Арманд, Д. Л. Учение о ландшафте / Д. Л. Арманд. – М. : Мысль, 1975. – 126 с.
37. Артюшин, А. М. Полимеры в земледелии / А. М. Артюшин // Земледелие. – 1987. – № 6. – С. 57.
38. Астафьев, Н. В. Урожай под защитой лесных полос / Н. В. Астафьев, Г. В. Дурнева // Земледелие. – 1986. – № 11. – С. 41–42.
39. Ахметжанов, М. А. Народнохозяйственное значение планировки орошаемых земель при возделывании сельскохозяйственных культур / М. А. Ахметжанов. – Ташкент, 1970. – С. 6–11.
40. Бабушкин, Л. Н. Улучшить использование воды растениями / Л. Н. Бабушкин, П. Т. Константинов // Земледелие. – 1980. – № 2. – С. 30–32.
41. Баздырев, Г. И. Накопление растительных остатков на склонах / Г. И. Баздырев, Б. В. Антипов // Земледелие. – 1985. – № 9. – С. 30–31.
42. Баздырев, Г. И. Сорная растения и борьба с ними / Г. И. Баздырев, Б. А. Смирнов. – М. : Московский рабочий, 1986. – С. 189.
43. Бакаев, Н. М. Правильно вести снегозадержание / Н. М. Бакаев, И. А. Васько // Земледелие. – 1983 – № 12. – С. 22–23.
44. Бакаев, Н. М. Расчет необходимой мощности снежного покрова / Н. М. Бакаев, И. А. Васько // Земледелие. – 1986. – № 11. – С. 59–60.
45. Барабанов, А. Т. Дополнительные приемы снегозадержания в системе стокорегулирующих лесных полос / А. Т. Барабанов, М. М. Кочкарь, А. Н. Сергеев // Вавиловские чтения 2007 : материалы конференции. – Саратов : Научная книга, 2007. – С. 239–243.
46. Бараев, А. И. Теория и практика земледелия засушливых районов / А. И. Бараев // Земледелие. – 1981. – № 6. – С. 2–6.
47. Баранов, В. А. Влияние защитных лесных насаждений на видовой состав и биомассу сорно-полевой растительности агрофитоценозов / В. А. Баранов // Бюллетень Всесоюзного НИИ Агроресомелиорации. – Волгоград : Волгоградская правда, – 1984. – Вып. 1 (42). – С. 22–25.

48. Баранов, В. А. Агроресоландшафты юго-востока Европейской России : структура, эволюция, оптимизация / В. А. Баранов, А. В. Иванов. – Саратов : Научная книга, 2006. – 274 с.
49. Барсуков, А. И. Солома нужна полю / А. И. Барсуков // Земледелие. – 1988. – № 8. – С. 28–29.
50. Барсуков, С. С. Урожай и растительные остатки / С. С. Барсуков // Земледелие. – 1983. – № 7. – С. 24–25.
51. Бахтин, Н. Р. Почвозащитная система земледелия / Н. Р. Бахтин, М. Г. Сираев, И. Н. Косауров. – Уфа. : Башкирское книжное изд-во, 1987. – 123 с.
52. Бедарев, С. А. Агрометеорология и лугопастбищное хозяйство / С. А. Бедарев. – Л. : Гидрометеиздат, 1979. – 256 с.
53. Безгербицидная технология возделывания кукурузы / Рекомендации. – Краснодар, 1988. – 13 с.
54. Безменов, А. И. О проектировании лиманов / А. И. Безменов, А. И. Дрожалкина // Орошение земель в Поволжье / Тр. ВолжНИИГиМ. – 1972. – Том II. – С. 157–165.
55. Безменов, А. И. Совмещение лиманного и регулярного орошения / А. И. Безменов, А. И. Дрожалкина // Проблемы орошаемого земледелия Поволжья. – Саратов, 1978. – С. 154–160.
56. Безотвальная обработка снижает затраты на выращивание подсолнечника / С. И. Смуров [и др.] // Земледелие. – 2003. – № 5. – С. 28–29.
57. Бей, А. А. Плоскорезная обработка с щелеванием в почвозащитном севообороте / А. А. Бей, В. С. Сердюк // Земледелие. – 1984. – № 11. – С. 20–21.
58. Бекетова, Т. А. В Красноярском крае / Т.А. Бекетова // Земледелие. – 1988. – № 7. – С. 18.
59. Бектимиров, У. А. Влияние некоторых условий внешней среды на рост луговых трав / У. А. Бектимиров // Уч. записки Казан. гос. ун-та. – Т. 121. – Казань, 1975. – С. 163–168.
60. Белолипский В. А. Стокорегулирующая и почвозащитная роль бесплужных способов обработки почвы / В. А. Белолипский // Земледелие. – 1986. – № 10. – С. 31–33.

61. Беляк, В. Б. Биологизация сельскохозяйственного производства (теория и практика) / В. Б. Беляк. – Пенза, 2008. – 320 с.
62. Берестецкий, О. А. Фунгистатический потенциал почвы в связи с ее биогенностью / О. А. Берестецкий, Ю. М. Возняковская, А. К. Труфанова // Микология и фитопатология. – 1986. – Т. 20. – № 5. – С. 386–391.
63. Биокатализатор для разложения соломы / О. Н. Трунова [и др.] // Земледелие. – 1989. – № 6. – С. 61–62.
64. Биологическая оценка предшественников яровой пшеницы как регуляторов почвенного плодородия в условиях засушливой зоны Поволжья / О. М. Возняковская [и др.] // Почвоведение. – 1994. – № 1. – С. 70–74.
65. Биохимические основы экологического нормирования / В. Н. Башкин [и др.]. – М. : Наука, 1993. – 304 с.
66. Бирюкова, А. П. Влияние орошения на водный и солевой режим почв южного Заволжья / А. П. Бирюкова. – М. : Изд-во АН СССР, 1962. – 265 с.
67. Бисенбаев, С. Т. Возможности минимализации обработки почвы под яровую пшеницу / С. Т. Бисенбаев, В. И. Коконенко // Земледелие. – 1980. – № 7. – С. 25–26.
68. Битюков, К. К. Накопление и сохранение влаги в почве / К. К. Битюков, М. Н. Михайлов, В. Я. Попова. – М. : Гос. изд-во с.-х. литературы, 1956. – С. 110–133.
69. Благодаря системе бинарных посевов агрономы Ростовской области могут забыть о засухе // Библиотека по агрономии [электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://agrolib.ru/news/item/f00/s00/n0000033/index.shtml>.
70. Бова, Н. В. Агроклиматическое районирование Юго-Востока / Н. В. Бова // Сельское хозяйство Поволжья. – 1956. – № 9. – С. 14–18.
71. Богушевский А. А. Сельскохозяйственные гидротехнические мелиорации / А. А. Богушевский, А. И. Голованов, В. А. Кутергин. – М.: Колос, 1981. – 375 с.
72. Бодров, Л. И. Развитие лиманного орошения в Калмыцкой АССР / Л. И. Бодров // Использование местного стока для орошения на Северном Кавказе. – Том. XIII, – Вып. 3. – Новочеркасск, 1975. – С. 154–155.

73. Божко, Е. П. Системы обработки почвы и удобрений в зернопропашном севообороте / Е. П. Божко, С. И. Баршадская, Л. Н. Вышегородцева // Земледелие. – 2005. – № 5. – С. 12–13.
74. Божко, И. А. Повышение эффективности использования лиманов, пойм, дельт Волги и малых рек / И. А. Божко // Лиманное орошение / ВАСХНИЛ. – М. : Колос, 1984. – С. 26–34.
75. Бондарев, А. Г. Проблемы обостряются / А. Г. Бондарев // Земледелие. – 1985. – № 2. – С. 23–25.
76. Бондаренко, Ю. В. Пространственно-временная эволюция почвенного плодородия эродированных склонов / Ю. В. Бондаренко, В. В. Афонин, Б. В. Фисенко // Адаптивные технологии производства качественного зерна в засушливом Поволжье : сб. науч. тр. / НИИСХ Юго-Востока ; Ассоциация «Аграрное образование и наука». – Саратов, 2004. – С. 156–160.
77. Борисоник, З. Б. Дифференцировать весеннюю обработку зяби / З. Б. Борисоник, З. Д. Мисюра, О. И. Галаницкая // Земледелие. – 1984. – № 11. – С. 27.
78. Боровкова, А. С. Новые подходы к повышению плодородия почвы / А. С. Боровкова, В. В. Орлов // Ресурсосберегающее земледелие. – 2008. – № 1, – С. 28–29.
79. Система адаптивно-ландшафтного земледелия Волгоградской области на период до 2015 г. / В.В. Бородычев [и др.]. – Волгоград, 2009. – 304 с.
80. Буджиашвили, Д. М. Способность новых биологически активных веществ повысить ценность показателей пшеницы сорта Безостая 1 / Д. М. Буджиашвили // Зерновое хозяйство. – 2005. – № 3. – С. 24–25.
81. Будыко, М. И. Климат в прошлом и будущем / М. И. Будыко. – Л. : Гидрометеиздат. – 1980. – 351 с.
82. Будыко, М. И. Глобальное потепление / М. И. Будыко, К. Я. Винников // Метеорология и гидрология. – 1976. – № 7. – С. 16–26.
83. Бука, А. Я. Комплекс агротехнических почвозащитных приёмов для склонов / А. Я. Бука, А. П. Коваленко // Земледелие. – 1980. – № 12. – С. 34–36.
84. Бурлай, А. В. Агрохимические показатели качества почв пашни Ставропольского края / А. В. Бурлай, А. А. Макоед // Эволюция и деградация

- почвенного покрова : матер. 2-й Междунар. конф. 17–19 сентября 2002 г. / Ставропольский гос. агр. ун-т. – Ставрополь, 2002. – С. 56.
85. Бурова, В. Экстрасол и овощи / В. Бурова // Урожайное общение : сельскохозяйственный форум. – Режим доступа через Google : <http://forum.ati-agro.ru/viewtopic.php?f=17&t=28>.
86. Буянкин, Н. И. Щелевой способ обработки почвы / Н. И. Буянкин, К. И. Мухамеджанов // Земледелие. – 1985. – № 10. – С. 41–43.
87. Вавин, В. Г. Влияние полевых защитных лесополос на фитосанитарное состояние посевов / В. Г. Вавин, С. В. Надеин // Земледелие. – 2004. – № 3. – С. 33.
88. Валеев, Ф. З. Система обработки почвы и сорняки / Ф. З. Валеев // Земледелие. – 1982. – № 6. – С. 24–26.
89. Ванькович, Г. Н. О бесплужной системе земледелия / Г. Н. Ванькович // Земледелие. – 1987. – № 6. – С. 22–25.
90. Васильченко, Т. А. Количественная оценка риска возделывания яровой пшеницы в Саратовской области / Т. А. Васильченко // Вестник СГАУ им. Н. И. Вавилова. – 2009. – № 1. – С. 12–16.
91. Васильчук, Н. С. Состояние и тенденции развития производства зерна и формирования рынка / Н. С. Васильчук, Н. В. Михайлин // Адаптивные технологии производства качественного зерна в засушливом Поволжье : сб. науч. тр. / НИИСХ Юго-Востока ; Ассоциация «Аграрное образование и наука». – Саратов, 2004. – С. 6–14.
92. Васько, И. А. Зависимость урожая яровой пшеницы от климатических факторов / И. А. Васько, Н. М. Бакаев // Земледелие. – 1988. – № 5. – С. 37.
93. Васько, И. А. Щелевание почвы в Северном Казахстане / И. А. Васько // Земледелие. – 1986. – № 2. – С. 40–41.
94. Векшин, Б. С. Минимализация обработки почвы в севообороте с лекарственными травами / Б. С. Векшин // Земледелие. – 1979. – № 2. – С. 23.
95. Вернадский, В. И. Биосфера / В. И. Вернадский. – М. : Наука, 1946. – 421 с.
96. Вешенская, И. С. Зависимость урожая сельскохозяйственных культур от переувлажнения в различные периоды роста растений / И. С. Вешенская, Е. Э. Гешеле // Мелиорация земель Ленинградской области. – Ленинград, 1976. – С. 121–132.

97. Вильямс, В. Р. Почвоведение / В. Р. Вильямс // Земледелие с основами почвоведения. – М., 1949. – С. 286–367.
98. Вильямс, В. Р. Почвоведение / В. Р. Вильямс // Собрание сочинений в 12 томах. – Т.5. – 1950. – 624 с.
99. Винокуров, Ю. И. Мелиорация земель как фактор адаптации аграрного природопользования в условиях природного риска / Ю. И. Винокуров, Б. А. Красноярова // Мелиорация и водное хозяйство. – 2004. – № 6. – С. 30–33.
100. Вительс, Л. А. Синоптическая метеорология и гелиогеофизика / Л. А. Вительс. – Л.: Гидрометеиздат, 1977. – 255 с.
101. Власенко, А. Н. Принцип современного степного земледелия в Сибири / А. Н. Власенко // Земледелие. – 2004. – № 3. – С. 6–9.
102. Влияние глобального потепления климата на величину его биохимического потенциала в Поволжье / Н. Г. Левицкая [и др.] // Адаптивные технологии производства качественного зерна в засушливом Поволжье : сб. науч. трудов. – Саратов. : ООО"ТриА", 2004. – С.83–88.
103. Влияние длительной бесплужной обработки на содержание и качество гумуса / Н. К. Шикула [и др.] // Земледелие. – 1987. – № 4. – С. 24–27.
104. Влияние интенсификации земледелия на плодородие чернозема выщелоченного и продуктивность сельхозкультур / М. Х. Ширянин [и др.] / Сб. науч. трудов. – Майкоп. – 2001. – Вып. 4. – С. 90–97.
105. Влияние климатических факторов на формирование качества зерна озимой пшеницы в Нижнем Поволжье / С. И. Пряхина [и др.] // Адаптивные технологии производства качественного зерна в засушливом Поволжье : сб. науч. тр. / НИИСХ Юго-Востока ; Ассоциация «Аграрное образование и наука». – Саратов, 2004. – С. 89–92.
106. Влияние многолетних трав на плодородие каштановых почв Заволжья / Е. П. Денисов [и др.] // Нива Поволжья. – 2008. – № 1. – С. 4–8.
107. Влияние обработки почвы на сток воды и вынос элементов питания / И. П. Макаров [и др.] // Земледелие. – 1985. – № 9. С. 36–38.
108. Влияние растительных остатков на азотфиксирующую активность почв / О. Н. Трунова [и др.] // Земледелие. – 1987. – № 10. – С. 42–43.

109. Вновь о дифференциации корнеобитаемого слоя почвы / Н. И. Картамышев [и др.] // Земледелие. – 1989. – № 5. – С. 33–35.
110. Водоудерживающая способность отходов переработки хлопковой ваты / А. В. Бочкарёв [и др.] // Плодородие. – 2007. – № 3. С. 15–16.
111. Возняковская, О. М. Взаимодействие *Helminthosporium sativum*, возбудителя корневой гнили культур, с сапрофитными бактериями / О. М. Возняковская, А. К. Труфанова // Микология и фитопатология. – 1988. – Т. 22. – № 2. – С. 157–161.
112. Возняковская, Ю. М. Биологические основы борьбы с корневой гнилью ячменя / Ю. М. Возняковская, А. К. Никонорова // Докл. РАСХН. – 1993. – № 2. – С. 38–42.
113. Возняковская, Ю. М. Биологические основы эффективного плодородия / Ю. М. Возняковская // Земледелие. – 1988. – № 3. – С. 26–28.
114. Возняковская, Ю. М. Микробиологические основы экологической системы земледелия / Ю. М. Возняковская // Агрехимия. – 1995. – № 5. – С. 115–125.
115. Володарский, Н. И. Биологические основы возделывания кукурузы / Н. И. Володарский. – М. : Агропромиздат, 1986. – С. 19–183.
116. Вольнов, В. В. Минимальная обработка на склонах Алтая / В. В. Вольнов, В. А. Юдаков, В. М. Лашкин // Земледелие. – 1998. – № 4. – С. 24–25.
117. Вольнов, В. В. Минимальная обработка на склонах / В.В. Вольнов // Земледелие. – 1984. – № 10. – С. 15–16.
118. Воронин, Н. Г. Орошаемое земледелие / Н. Г. Воронин. – М. : Агропромиздат, 1989. – 336 с.
119. Воронин, Н. Г. Об эффективности лиманного орошения / Н. Г. Воронин, Г. К. Ветошкин // Вопросы орошения и водного режима: науч. труды. – Том X. – Саратов, 1974. – С. 292–298.
120. Воронин, Н. Г. Повышение продуктивности лиманов Поволжья / Н. Г. Воронин, Б. И. Туктаров. – Саратов: Изд-во СГУ, 1990. – 122 с.
121. Воронин, Н. Г. Развитие корневой системы и водопотребление кукурузы при близком залегании минерализованных грунтовых вод на лимане / Н. Г. Воронин, Б. И. Туктаров // Проблемы орошаемого земледелия в Поволжье. – Саратов: Изд-во Саратовского ун-та, 1978. – С. 185–194.

122. Воронин, Н. Г. Севообороты на лиманах: сб. науч. работ / Н.Г. Воронин // ВолжНИИГиМ. – Т. 1. – Саратов, 1970. – С. 414–426.
123. Воронков, В. Электронная карта – излишество или необходимость? / В. Воронков, Н. Ефимов, Т. Тянь // Новое сельское хозяйство. – 2005. – № 5. – С. 32–36.
124. Востров, И. С. Рациональное использование микроорганизмов для повышения потенциального плодородия почв / И. С. Востров // Вестник с.-х. науки. – 1989. – № 1. – С. 38–41.
125. Гаврильев, П. П. Лиманное орошение лугов в Центральной Якутии / П. П. Гаврильев, А. А. Мандаров. – Новосибирск, 1976. – 166 с.
126. Ганжара, Н. Ф. Практикум по почвоведению / Н. Ф. Ганжара. – М. : Агроконсалт, 2002. – 280 с.
127. Ганькин, А. В. Дерево жизни / А. В. Ганькин // Аграрные вести. – 2008. – № 5–6.
128. Гапонюк, Э. И. Комплексная система показателей экологического мониторинга почв / Э. И. Гапонюк, С. Г. Малахов // Миграция загрязняющих веществ в почвах и сопредельных средах. – Л. : Гидрометеиздат, 1985. – 287 с.
129. Гарюгин, Г. А. Мелиорация плавневых земель в низовьях реки Кумы / Г. А. Гарюгин, Ю. И. Аракчеев, В. Н. Березин // Мелиорация и урожай. – 1986. – №3. – С. 29–30.
130. Гарюгин, Г. А. Режим орошения сельскохозяйственных культур / Г.А. Гарюгин. – М. : Колос, 1979. – 204 с.
131. Герасименко, В. П. Почвоводоохранная эффективность основных элементов системы земледелия в условиях Лесостепи / В. П. Герасименко, А. И. Крупчатников // Земледелие. – 1995. – № 6. – С. 10–12.
132. Герасимов, Ю. А. Почвенно-мелиоративная обстановка и состав растительности лиманов Заволжья при искусственном подпитывании / Ю. А. Герасимов, И. С. Кузуб // Труды Волгоградской ОМС. – Вып. 4. – Волгоград, 1972. – С. 290–316.
133. Гирс, А. А. Многолетние колебания атмосферной циркуляции и долгосрочные метеорологические прогнозы / А. А. Гирс. – Л. : Гидрометеиздат, 1971. – 279 с.

134. Глазовская, М. А. Геохимические основы типологии и методика исследования природных ландшафтов / М. А. Глазовская. – М. : Изд-во Моск. ун-та, 1964. – 243 с.
135. Глеба, Ю. К. Еще раз о биотехнологии, но больше о том, как нам войти в мир // Наука и жизнь. – 2000. – № 4. – С. 36–42.
136. Глотова, Т. В. К вопросу о почвенных процессах на лиманах Заволжья / Т. В. Глотова // Тр. ВолжНИИГиМ. – Т. 1. – Саратов, 1970. – С. 294–310.
137. Годельман, Я. М. Неоднородность почвенного покрова и использование земель / Я. М. Годельман. – М. : Наука, 1981. – 200 с.
138. Гойса, Н. И. Гидрометеорологический режим и продуктивность орошаемой кукурузы / Н. И. Гойса, Р. Н. Олейник, А. Д. Рогаченко. – Л. : Гидрометеиздат, 1983. – С. 16–138.
139. Голод, Б. И. Влияние способа внесения соломы на биологическую активность почвы и урожай растений / Б. И. Голод // Известия ТСХА. – 1967. – № 3. – С. 141–145.
140. Голод, Б. И. Действие и последствие соломы на урожай бобовых и зернобобовых культур / Б. И. Голод // Докл. ТСХА. – 1968. – Вып. 138. – С. 137–146.
141. Голубев, В. Д. Применение удобрений на орошаемых землях / В. Д. Голубев. – М.: Колос, 1977. – 192 с.
142. Гордеев, А. М. Использование биофизических методов в агротехнологиях / А. М. Гордеев, Ю. А. Гордеев // Земледелие. – 2005. – № 3. – С. 16–17.
143. Гордеев, А. М. Эффективность разуплотнения почвы / А. М. Гордеев, С. М. Вьюгин, В. Н. Белокопытов // Земледелие. – 1990. – № 2. – С. 34–25.
144. Грабак, Н. Х. Противоэрозионная ресурсосберегающая система обработки почвы в Степи УССР / Н. Х. Грабак, А. А. Бей, Н. Ф. Дзюбинский // Земледелие. – 1987. – № 6. – С. 37–38.
145. Грамматикати, О. Г. Рациональная глубина увлажнения почв при орошении полевых культур в степной зоне / О. Г. Грамматикати // Биологические основы орошаемого земледелия. – М. : Наука, 1966. – С. 144-151.
146. Гребнекулисная технология основной обработки почвы склоновых земель / Н. М. Жолинский [и др.] // Вавиловские чтения – 2007 : матер. конф. / ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2007. – С. 225–227.

147. Грибов, В. М. О лиманном орошении полупустынных пастбищ и сенокосов на бурых супесчаных почвах / В. М. Грибов // Вопросы освоения пастбищных земель в полупустынных и пустынных районах СССР. – М., Л., 1957. – С. 222–233.
148. Гринева, Г. М. Регуляция метаболизма у растений при недостатке кислорода / Г. М. Гринева. – М. : Наука, 1975. – 275 с.
149. Грицай, А. Д. Дифференциация пахотного слоя в зависимости от обработки / А. Д. Грицай, Н. В. Коломиец // Земледелие. – 1981. – № 8. – С. 15–17.
150. Гришин, И. Смешанные зернофуражные посевы / И. Гришин, Л. Бочкарева, Л. Копылова. – Сельский механизатор. – 1998. – N 7. – С.10–11.
151. Грищенко, Н. В. Борьба с эрозией почв в Австралии / Н. В. Грищенко // Земледелие. – 1981. – № 8. – С. 61–63.
152. Громов, А. А. Эффективность регуляторов роста и биопрепаратов на озимой пшенице и просе / А. А. Громов, В. Б. Щукин, В. Н. Варавва // Земледелие. – 2005. – № 6. – С. 34–35.
153. Груздев, Г. С. Научные разработки комплексных мер борьбы с сорняками в интенсивных технологиях возделывания с/х культур / Г. С. Груздев // Борьба с сорняками при возделывании сельскохозяйственных культур. – М. : Агропромиздат, 1988. – С. 3–8.
154. Гулати, Н. Д. Орошение в разных странах мира / Н. Д. Гулати. – М. : Сельхозгиз, 1957. – С. 3–46.
155. Гулинова, Н. В. Погода и урожай сеянных и луговых трав / Н. В. Гулинова. – Л. : Гидрометеоиздат, 1982. – 175 с.
156. Давид, Р. Э. Метеорологический отдел / Р. Э. Давид // Десять лет работы (1918–1927 гг.) отделов Саратовской областной опытной станции: сб. статей. – Саратов, 1928. – С. 34–39.
157. Давид, Р. Э. Снегозадержание на полях / Р. Э. Давид. – Саратов : Новая деревня, 1924. – 31 с.
158. Данилов, А. Н. Биологические основы повышения продуктивности культур и воспроизводство плодородия почвы в полевых севооборотах Поволжья : автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук / А. Н. Данилов. – Саратов, 2000. – 38 с.

159. Данилова, Е. А. Агрофизические свойства обыкновенного тяжелосуглинистого чернозема правобережья Саратовской области / Е. А. Данилова // Вопросы почвоведения и агрохимии в условиях Юго-Востока и Западного Казахстана : сб. науч. тр. – Саратов : Коммунист. – 1974. – Т. 12. – С. 3–12.
160. Данильченко, Н. В. Биоклиматические основы суммарного водопотребления и оросительных норм / Н. В. Данильченко // Мелиорация и водное хозяйство. – 1999. – № 4. – С. 25–28.
161. Девликамов, М. Р. Обработка семян яровой пшеницы селенизированными биопрепаратами и микроэлементами / М. Р. Девликамов, Ю. В. Корягин // Земледелие. – 2007. – № 3. – С. 42–43.
162. Деградация чернозема выщелоченного и приемы ее сдерживания / А. Г. Солдатенко [и др.] // Эволюция и деградация почвенного покрова : материалы 2-й Международной конференции / Ставрополь, 17–19 сентября 2002 г. / Ставропольский гос. агр. ун-т. – Ставрополь, 2002. – С. 451.
163. Дектярева, Г. В. Влияние агрометеорологических условий на продуктивность и качество зерна яровой пшеницы и долгосрочный прогноз ее урожайности на Юго-Востоке ЕТС : автореф. дис... канд. геогр. наук // Г. В. Дектярева. – М., 1974 – 29 с.
164. Дектярева, Г. В. Зависимость урожая яровой пшеницы от агрометеорологических условий осени и зимы предшествующего года / Г. В. Дектярева // Сб. науч. работ. – Куйбышев, 1970. – Вып. 7. – С. 40–44.
165. Дектярева, Г. В. Осенне-зимние осадки и урожай яровой пшеницы / Г. В. Дектярева. // Сб. науч. тр. / НТИ ГИИСХ Юго-Востока. – Вып. 5. – С. 6–8.
166. Дектярева, Г. В. Периодичность агрометеорологических явлений в Поволжье в 11-летнем цикле / Г. В. Дектярева // Вопросы климата и погоды Нижнего Поволжья. – 1978. – Вып. 7 (14).
167. Дектярева, Г. В. Погода, урожай и качество зерна яровой пшеницы / Г. В. Дектярева, – Л. : Гидрометеиздат, 1981 – 216 с.
168. Дектярева, Г. В. Прогноз урожая яровой пшеницы до ее посева по инерционным факторам / Г. В. Дектярева // Метеорология и гидрология. – 1973. – № 4. – С. 77–84.

169. Дектярева, Г. В. К вопросу обоснования агроклиматических прогнозов до посева культуры / Г. В. Дектярева // Вопросы климата и погоды Нижнего Поволжья. – 1973. – Вып. 5 (12). – С. 49–62.
170. Демидов, В. В. Эффективный почвозащитный комплекс / В. В. Демидов // Земледелие. – 1986. – № 4. С. 21–22.
171. Демин, А. П. Проблемы водообеспечения агропромышленного комплекса России / А. П. Демин, Г. К. Исмайылов, А. Е. Подгодаев // Мелиорация и водное хозяйство. – 2000. – № 1. – С. 20–22.
172. Дёмин, А. П. Эффективность использования водных ресурсов в сельском хозяйстве России / А. П. Дёмин // Мелиорация и водное хозяйство. – 2007. – № 3. – С. 6–10.
173. Денисов, Е. П. Эффективность комплексных мелиораций в Поволжье / Е. П. Денисов, А. П. Солодовников, К. Е. Денисов / ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2004. – 200 с.
174. Депрессия урожая сельскохозяйственных культур при уплотнении почвы и приемы ее снижения / А. И. Пупонин [и др.]. / Сб. научн, тр. ВИМа. – М. – 1988. –Т. 118. – С. 75–86.
175. Дервянкин, В. М. Оросительно-обводнительные системы работают на пределе возможного / В. М. Дервянкин // Мелиорация и водное хозяйство. – 2000. – № 2. – С. 10–12.
176. Дерпш, Р. Опыт Южной Америки: Этапы реализации технологии прямого посева / Р. Дерпш // Ресурсосберегающее земледелие. 2008. – № 1. – С. 6–9.
177. Джекс, Д. В. Мульчирование / Д. В. Джекс, У. Д. Бринд, С. Н. Смит. – М. : ИЛ, 1958. – 218 с.
178. Димо, В. Н. Тепловой режим почв СССР / В. Н. Димо. – М. : Колос, 1972. – 360.
179. Динамика разложения послеуборочных остатков в черноземе / В. В. Верзилин [и др.] // Земледелие. – 2004. – № 5. – С. 16–18.
180. Динамика снежного покрова и промерзания в условиях современного изменения климата на примере Саратова / Иванова Г. Ф. [и др.] // Известия Саратовского университета : Сер. Науки о Земле. – 2007. – Т.7. – Вып. 2. – С. 7–11.

181. Дмитриев, В. С. Экономическая эффективность лиманного орошения / В. С. Дмитриев // Экспресс-информация. – Сер. 1. – Вып. 3. – М. : ЦБНТИ Минводхоза СССР, 1970 – С. 3–8.
182. Дмитриев, В. С. Лиманное орошение – мощный резерв повышения продуктивности кормовых угодий / В. С. Дмитриев // Лиманное орошение. М. : Колос, 1984. – С. 46–182.
183. Дмитриев, В. С. Александрово-Гайская система лиманного орошения / В. С. Дмитриев, Е. К. Алаторцев. – Саратов : Коммунист, 1958. – 1 с.
184. Докучаев, В. В. Наши степи прежде и теперь / В. В. Докучаев. – СПб., 1892. – 358 с.
185. Докучаев, В. В. Русский чернозем / В. В. Докучаев. – М. ; Л. : ОГИЗ. – Сельхозгиз, 1936. – 298 с.
186. Донской, Г. В. Мелиорация в условиях формирования рамочных отношений / Г. В. Донской // Мелиорация и водное хозяйство. – 1994. – № 3. – С. 14–16.
187. Дорофеев, Н. В. Снегозадержание с помощью кулис на озимых / Н. В. Дорофеев, А. А. Пешкова // Земледелие. – 2000. – № 6 – С. 22.
188. Доспехов, Б. А. Методика полевых опытов (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – М. : Агропромиздат, 1985. – 351 с.
189. Доценко, И. М. Щелевание по мерзлой почве / И. М. Доценко, Т. И. Доценко, В. В. Чернышова // Земледелие. – 1989. – № 10. – С. 55–57.
190. Дояренко, А. Г. К изучению испаряющей способности почвы / А. Г. Дояренко. – Научно-агрономический журнал. – 1924. – № 5, 6.
191. Дубенок, Н. Н. Водный баланс агроландшафтов Центрального Черноземья и его регулирование / Н.Н. Дубенок, В.И. Сухарев. – М. : КолосС, 2010. – 188 с.
192. Дудкин, В. М. Биологизация земледелия : основные направления / В. М. Дудкин, В. Т. Лобков // Земледелие. – 1990. – № 11. – С. 43–47.
193. Дудкин, В. М. Чередование культур и биологическая активность чернозёмов / В. М. Дудкин, А. Г. Дудкина // Земледелие. – 1984. – № 7. – С. 14–15.
194. Духовницкий, В. А. Орошение земель в Японии // Мелиорация и водное хозяйство. – 1990. – № 7. – С. 15–18.

195. Дьяков, В. П. Машины для щелевания почв на склонах / В. П. Дьяков // Земледелие. – 1987. – № 3. – С. 56–57.
196. Егоров, Ю. В. Технические средства для изучения эрозионных процессов / Ю. В. Егоров, М. Д. Науменко // Земледелие. – 1986. – № 1. – С. 27–29.
197. Едимейчев, Ю. Ф. Весенняя обработка в Краснодарском крае / Ю. Ф. Едимейчев, В. А. Фольмер // Земледелие. – 1985. – № 1. – С. 37–38.
198. Ежегодник ФАО ООН за 1980, 1981 г. – Т. 35. – С. 57.
199. Ермилов, С. С. Пути интенсивного использования лиманов / С. С. Ермилов, Н. Г. Воронин, Б. И. Туктаров, – Степные просторы. – 1984. – № 5. – С. 19–22.
200. Ещенко, В. Е. Удалять ли стерневые остатки? / В. Е. Ещенко // Земледелие. – 1984. – № 1. – С. 18–21.
201. Жолинский, Н. М. Почвозащитные приемы обработки при возделывании яровой пшеницы / Н. М. Жолинский // Земледелие. – 2004. – № 6. – С. 13–14.
202. Жолобов, А. И. Минимализация обработки почв в США / А. И. Жолобов, Н. З. Милащенко // Земледелие. – 1981. – № 8. – С. 58–61.
203. Жулаев, А. Ж. Системы лиманного орошения Казахстана / А. Ж. Жулаев // Лиманное орошение / ВАСХНИЛ. – М.: Колос, 1984.
204. Жученко, А. А. Адаптивное растениеводство (эколого-генетические основы) / А. А. Жученко. – Кишенёв : Штиинца, 1990. – 258 с.
205. Заблоцкий, В. Р. Аккуратное» земледелие / В. Р. Заблоцкий // Земледелие. – 1996. – № 6. – С. 42–43.
206. Завалин, А. А. Биопрепараты, удобрения и урожай / А. А. Завалин ; ВНИИА. – М., 2005. – 302 с.
207. Зайдельман, Ф. Р. Эколого-мелиоративное почвоведение гумидных ландшафтов / Ф. Р. Зайдельман. – М.: Агропромиздат, 1991. – 320 с .
208. Зайцев, В. Н. Чизельная и плоскорезная обработка почвы на склонах / В. Н. Зайцев // Земледелие. – 1987. – № 8. – С. 55.
209. Заключительный отчет по теме: «Анализ влияния осеннего и весеннего затопления лиманов на их продуктивность и природоохранную обстановку массива». – Энгельс: ГУ «ВолжНИИГиМ», 1999.

210. Захаров, В. В. Земледелие на полях с лесными полосами / В. В. Захаров // Земледелие. – 1986. – № 11. – С. 34–37.
211. Зворыкин, К. В. Сельскохозяйственная типология земель для кадастровых целей / К. В. Зворыкин // Вопросы географии: сб. статей. – М., 1965. – № 6. – С. 61–82.
212. Зезин, Н. Н. Водопроницаемость почв в весенний период на склонах Урала / Н. Н. Зезин, М. И. Лукиных // Земледелие. – 2005. – № 2. – С. 5–6.
213. Зеленский, Н. А. Озимая вика в бинарных посевах на эродированных черноземах Ростовской области / Н. А. Зеленский, А. П. Авдеенко, Г. В. Мокриков // Успехи современного естествознания. – Сельскохозяйственные науки. – 2005. – № 3. – С. 41.
214. Зеленский, Н. А. Опыт Юга России: Эффективность и перспективы использования бобовых трав в занятых, сидеральных и кулисных парах / Н. А. Зеленский, А. П. Авдеенко // Ресурсосберегающее земледелие. – 2008. – № 1. – С.16–18
215. Земледелие / С. А. Воробьев [и др.] / Под. ред. С. А. Воробьева. – М. : Агропромиздат, 1991. – 527 с.
216. Зинковская, Т. С. Инокуляция семян яровой пшеницы биопрепаратом ризоагрин / Т. С. Зинковская // Земледелие. – 1998. – № 6. – С. 40.
217. Зональные системы земледелия (на ландшафтной основе) / Под ред. А. И. Пупониной. – М. : Колос, 1995. – 287 с.
218. Зыбалов, В. С. Экологическая оптимизация агроэкосистем – важный фактор устойчивого развития АПК Челябинской области / В. С. Зыбалов // Земледелие. – 2005. – № 5. – С. 4–5.
219. Зыков, И. Г. Поверхностный сток у лесных полос и его регулирование / И. Г. Зыков, В. И. Антонов // Земледелие. – 1984. – № 11. – С. 39–40.
220. Зыков, И. Г. Агроресомелиорация сельскохозяйственных угодий на склонах / И.Г. Зыков // Земледелие. – 1987. – № 7. – С. 41–43.
221. Иванец, Г. И. солома на удобрение / Г. И. Иванец // Земледелие. – 1985. – № 8. – С. 11–12.

222. Иванов, В. В. О конструировании и использовании подпитываемых лиманов и чеков / В. В. Иванов // Тр. ВолжНИИГиМ и Волгогр. опытно-мелиорат. станции. – Вып. III. – Волгоград, 1968. – С. 376–386.
223. Иванов, В. Д. Теоретическое и экспериментальное обоснование показателей противоэрозионной стойкости эродированных почв / В. Д. Иванов // Почвоведение. – 1985. – № 2. – С. 16–19.
224. Иванов, П. К. Солома как удобрение / П. К. Иванов, А. Н. Данилов // Вопросы почвоведения и агрохимии в условиях Юго-Востока и Западного Казахстана : сб. науч. тр. – Саратов : Коммунист, 1974. – Т. 12. – С. 294–334.
225. Иванов, Ю. Д. Доступный способ поддержания баланса гумуса в почве / Ю. Д. Иванов, В. А. Сергиенко // Земледелие. – 1988. – № 5. – С. 34–36.
226. Ивонин, В. М. Роль биоты в противоэрозионной системе / В. М. Ивонин // Эколого-технические аспекты лесного хозяйства в степи и лесостепи : матер. конф. / Под ред. А. В. Голубева / ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2007. – С. 20–25.
227. Иконников, В. К. В Уральской области / В. К. Иконников, В. Г. Архипкин // Земледелие. – 1988. – № 7. – С. 14–17.
228. Ильина, Л. В. Использование растительной биомассы для повышения плодородия почв и продуктивности земледелия / Л. В. Ильина // Земледелие. – 1998. – № 6. – С. 44.
229. Инструкция по проектированию лиманного орошения / ВСН-II-24-75. – С. 4–95.
230. Исайкин, И. И. Опыт освоения адаптивной системы обработки почвы в Мордовии / И. И. Исайкин // Земледелие. – 2003. – № 4. – С. 10–11.
231. Исаченко, А. Г. Основы ландшафтоведения и физико-географическое районирование / А. Г. Исаченко. – М. : Высшая школа, 1965. – 162 с.
232. Использование растительных остатков как органических удобрений / Г. Н. Черкасов [и др.] // Плодородие. – 2007. – № 6. – С. 22–23.
233. Использование сидератов в лесостепи Поволжья / В. А. Милютин [и др.] // Земледелие. – 1999. – № 6. – С. 22–23.
234. Интенсивная технология кормопроизводства в условиях лиманного орошения: рекомендации. – Саратов. : СХИ, 1990. – С.1–20.

235. Интенсификация кормопроизводства в засушливых районах / Проскура И. П. [и др.] // Обеспечение устойчивого развития с.-х. производства и борьба с засухой : матер. сессии ВАСХНИЛ. – Волгоград, 26–28 мая, 1987 г. – М. : Агропромиздат, 1988. – С. 5–216.
236. Инструкция по проектированию лиманного орошения / ВСН-11-24-75. – М., 1975. – С. 4 – 95.
237. Кабанов, П. Г. Погода и поле / П. Г. Кабанов – Саратов: Приволж. кн. изд-во, 1975. – 238 с.
238. Кабанов, П. Г. Дифференцированное применение агротехники / П. Г. Кабанов. – Саратов : Приволж. кн. изд-во, 1968. – 225 с.
239. Кабанов, П. Г. Прогноз урожая по некоторым агрометеорологическим показателям / П. Г. Кабанов // Проблемы борьбы с засухой и рост производства сельскохозяйственной продукции : сб. науч. тр. – М.: Колос, 1974. – С. 119–121.
240. Каличкин, В. К. Безотвальная и комбинированная обработка почвы в Западной Сибири / В. К. Каличкин, С. А. Ким // Земледелие. – 1996. – № 6. – С. 14–15.
241. Кальянов Л. С. Лиманное орошение в Заволжье / Л. С. Кальянов, В. А. Лазарев // Орошаемое земледелие в Поволжье : сб. науч. тр. – Волгоград : Ниж.- Волж. кн. изд-во, 1972. – Вып. 1. – С. 141–144.
242. Кароль, И. Л. Изменение климата и сельскохозяйственное производство / И. Л. Кароль // Метеорология и гидрология. – 1977. – № 9. – С. 98–105.
243. Картамышев, Н. И. Минимальная обработка почвы на склонах / Н. И. Картамышев, А. И. Цветкова, Н. С. Губарева // Земледелие. – 1986. – № 5. – С. 37–37.
244. Картамышев, Н. И. Критика современной теории гумусообразования / Н. И. Картамышев // Земледелие. – 2002. – № 5. – С. 38–40.
245. Картамышев, Н. И. Снижать засоренность полей в почвозащитном земледелии / Н. И. Картамышев, З. М. Шмат, Н. Ф. Гончаров // Земледелие. – 1992. – № 2. – С. 55–58.
246. Картамышев, Н. И. Влияние дождевых червей на плотность почвы / Н. И. Картамышев, А. А. Тарасов // Земледелие. – 1990. – № 5. – С. 41–43.

247. Картамышев, Н. И. Как преодолеть упадок земледелия / Н. И. Картамышев, В. Ю. Приходько // Земледелие. – 2003. – № 5. – С. 21–22.
248. Касымов, Р. К. Повышение эффективности пойменных лиманов Северного Казахстана / Р. К. Касымов // Лиманное орошение / ВАСХНИЛ. – М. : Колос. – С. 56–62.
249. Каталог техники 2009. – 2009, ЛБР групп. – 162 с.
250. Каталог продуктов Trimble для сельского хозяйства. – 2010, Trimble Агро. – 27 с.
251. Кауричев, И. С. Агрономическая характеристика почв / И. С. Кауричев. – М. : Изд-во МСХА, 1989. – 247 с.
252. Кац, Д. М. Основы геологии и гидрологии / Д. М. Кац. – М. : Колос, 1981. – 229 с.
253. Кац, Д. М. Роль режима грунтовых вод на орошаемых землях / Д. М. Кац. – М. : Колос, 1967. – С. 57–77.
254. Каштанов, А. Н. Агроэкология почв склонов / А. Н. Каштанов, В. Е. Явтушенко, – М. : Колос, 1997. – 240 с.
255. Каштанов, А. Н. Земледелие / А. Н. Каштанов. – М. : Изд-во Россельхозакадемии, 2008. – 685 с.
256. Каштанов, А. Н. Научные основы почвоохранного земледелия на склонах / А. Н. Каштанов // Почвозащитное земледелие на склонах. – М. : Колос, 1983. – 321 с.
257. Квач, В. Г. Рекомендации по подготовке почвы к посеву сельскохозяйственных культур на почвах подверженных ветровой эрозии в Запорожской области / В. Г. Квач, Т. К. Продан, В. Ф. Квач. – Запорожье, 1974. – С. 15.
258. Кёллер, К. Без плуга – с прибылью / К. Кёллер // Новое сельское хозяйство : спецвыпуск. – 1998. – С. 24–27.
259. Кивер, В. Ф. Минимализация обработки и микробиологическая активность почвы / В. Ф. Кивер, А. Д. Пилипенко, С. Я. Мектеев // Земледелие. – 1977. – № 7. – С. 41–42.
260. Кильдюшкин, В. М. Глубокая обработка защищает почву от смыва / В. М. Кильдюшкин, А. С. Найденов // Земледелие. – 1992. – № 5. – С. 21–22.
261. Кирдин, В. Ф. Биологизация земледелия России / В. Ф. Кирдин, Е. К. Саранин // Земледелие. – 1996. – № 6. – С. 2–3.
262. Киреев, А. К. Щелевание сероземных почв / А.К. Киреев // Земледелие. – 1994. – № 5. – С. 31.

263. Кирейчева, Л. В. Комплексная мелиорация агроландшафтов / Л. В. Кирейчева // Мелиорация и водное хозяйство. – 1999. – № 5. – С. 14–17.
264. Кирюшин, В. А. Влияние различных способов основной обработки на плодородие выщелоченных черноземов Приобья. / В. А. Кирюшин, А. Н. Власенко, Л. Н. Иодко // Почвоведение. – 1991. – № 3. – С. 97–106.
265. Кирюшин, В. И. Концепция адаптивно-ландшафтного земледелия / В. И. Кирюшин. – Пушкино, 1993. – 264 с.
266. Кирюшин, В. И. Минимализация обработки почвы : перспективы и противоречия / В. И. Кирюшин // Земледелие. – 2006. – № 5. – С. 12–14.
267. Кирюшин, В. И. О теоретических основах зональных систем земледелия / В. И. Кирюшин // Земледелие. – 1988. – №1 – С. 15–19.
268. Кирюшин, В. И. Точные агротехнологии как высшая форма интенсификации адаптивно-ландшафтного земледелия / В. И. Кирюшин // Земледелие. – № 6. – 2004. – С. 16–19.
269. Кирюшин, С. В. Уроки засухи / С. В. Кирюшин // Главный агроном. – 2011. – №7 – С. 3–5.
270. Кирюшин, В. И. Экологические основы земледелия / В. И. Кирюшин. – М. : Колос, 1996. – 367 с.
271. Кистанов, Н. С. Вегетационные поливы при лиманном орошении / Н. С. Кистанов // Земледелие. – 1966. – №5. – С. 24–27.
272. Кистанов, Н. С. Особенности возделывания полевых и кормовых культур при лиманном орошении в Волгоградской области / Н. С. Кистанов // Тр. Валуйской опытно-мелиор. станции им. проф. П. А. Костычева / Под ред. Б. А. Шумакова. – Волгоград. : Нижне-волжское. кн. изд-во, 1966. – С. 151–186.
273. Кистанов, Н. С. Процессы засоления – рассоления и осолонцевания почв при лиманном орошении: труды ВолжНИИГиМ / Н. С. Кистанов. – Саратов, 1970. – Т. III. – Ч. 3. – 290 с.
274. Кистанов, Н. С. Передвижение карбонатов в луговых почвах лиманов Заволжья / Н. С. Кистанов, Т. И. Кистанова // Мелиорация орошаемых земель в Поволжье / Тр. ВолжНИИГиМ. – Саратов, 1972. – Том III. – Ч.1. – С. 117–125.

275. Кистанов, Н. С. Мелиоративное состояние естественных лиманов Малоузенской системы лиманного орошения / Н. С. Кистанов // Тр. ВолжНИИГиМ. – Саратов, 1970. – Том III. – Ч. 1. – С. 353–371.
276. Кистанов, Н. С. Результаты исследований Валуйской опытно-мелиоративной станции по изучению режимов орошения сельскохозяйственных культур / Н. С. Кистанов, Ю. М. Моисеев // Тр. Валуйской опытно-мелиор. станции им. П. А. Костычева / Под ред. Б. А. Шумакова. – Волгоград. : Нижне-волжское. кн. изд-во, 1966. – С. 40–41.
277. Кичапов, Н. И. Лиманы – надежный источник кормов / Н. И. Кичапов // Орошаемое земледелие в Поволжье: науч. труды. – Вып. I. – Волгоград. : Нижн.–Волж. кн. изд-во, 1972. – С. 135–137.
278. Кичапов, Н. И. Лиманы в Калмыцкой АССР / Н. И. Кичапов // Экспресс-информация. – Сер. 1. – Вып. 3. – М. : ЦБНТИ Минводхоза СССР, 1970. – С. 23–28.
279. Климаты и ландшафты Северной Евразии в условиях глобального потепления. Ретроспективный анализ и сценарий. Атлас-монография. Развитие ландшафтов и климата Северной Евразии. Поздний плейстоцен – голоцен – элементы прогноза / РАН, Ин-т географии, РФФИ; отв. ред. А. А. Величко. – М. : ГЕОС. – 2010. – Вып. 3. – 2010. – 219 с.
280. Ковалев, Н. Г. Приемы повышения продуктивности мелиорируемых почв в Нечерноземье / Н. Г. Ковалев, И. Н. Барановский // Мелиорация и водное хозяйство. – 2001. – № 2. – С. 14–15.
281. Коваленкова, А. «Золотая осень в Москве» : Научно-практический совет по берегающему земледелию – итоги и перспективы // Ресурсосберегающее земледелие. – 2008. – № 1. – С. 43–44.
282. Колганов, А. В. Мелиорация земель в России – дело государственного значения // Мелиорация и водное хозяйство. – 1994. – № 3. – С. 26–33.
283. Коломиец, Н. В. Реакция полевых культур на дифференциацию пахотного слоя / Н. В. Коломиец, Н. И. Драган // Земледелие. – 1988. – № 8. – С. 27–28.
284. Кольбе, Г. Солома как удобрение / Г. Кольбе, Г. Штумпе / Пер. с нем. А. Н. Кулюкина. – М. : Колос, 1972. – 88 с.

285. Комаров, М. И. На склонах ЦЧО / М. И. Комаров, М. Н. Герасимов // Земледелие. – 1988. – № 8. – С. 42–43.
286. Комаров, М. И. Послойная плоскорезная обработка склонов / М. И. Комаров, А. Н. Рогов // Земледелие. – 1989. – № 3. – С. 56. (302)
287. Комбинированная обработка на склонах / Михновская А.Д. [и др.] // Земледелие. – 1984. – № 12. – С. 20–21.
288. Комиссаров, А. В. Приемы повышения продуктивности естественных сенокосов при лиманном орошении на местном стоке в степном Зауралье Башкирии: автореф. ... дисс. канд. с.-х. наук / А. В. Комиссаров. – Саратов, 1989. – 26 с.
289. Кондратьева, О. А. Особенности организации производственных процессов при лиманном орошении / О. А. Кондратьева // Вопросы гидротехники и мелиорации. – Вып. II. – Часть 2. – Ростов-на-Дону, 1969. – С. 61–66.
290. Конев, А. А. Погодно-климатические условия и дифференциация агротехники / А. А. Конев // Земледелие. – 1986. – № 7. – С. 14–19.
291. Концепция государственной политики устойчивого водопользования в Российской Федерации : проект / Министерство природных ресурсов Российской Федерации // Мелиорация и водное хозяйство. – 1998. – № 3. – 56 с.
292. Концепция оптимизации режима органического вещества почв в агроландшафтах / В. И. Кирюшин [и др.]. – М. : Изд-во МСХА, 1993. – 248 с.
293. Концепция формирования высокопродуктивных экологически устойчивых агроландшафтов и совершенствования систем земледелия на ландшафтной основе / А. Н. Каштанов [и др.]. – Курск, 1992. – 338 с.
294. Коринец, В. В. Энергосберегающие пути в растениеводстве / В. В. Коринец. – Волгоград : Нижне-Волж. кн. изд-во, 1988. – 64 с.
295. Кормилицын, В. Ф. Агрохимия зеленого удобрения в орошаемом земледелии Поволжья / В. Ф. Кормилицын // Агрохимия. – 1995. – № 5. – С. 16–19.
296. Кормилицын, В. Ф. Экологический ориентир устойчивости агроэкосистемы / В. Ф. Кормилицын // Земледелие. – 1998. – № 2. – С. 11–12.

297. Корсаков, К. В. Гумат калия и натрия с микроэлементами / К. В. Корсаков, Д. В. Марахтанов. – Саратов, 2006. – 28 с.
298. Коршиков, А. А. Глубокое рыхление почвы – надежный прием накопления влаги / А. А. Коршиков, А. А. Михайлин // Земледелие. – 2000. – № 5. – С. 10–11.
299. Корчагин, А. А. Физика почв : лаб. Практикум / А. А. Корчагин, М. А. Мазиров, Н. И. Шушкевич ; Влад. гос. ун.-т. – Владимир. : Изд-во Влад. гос. ун.-та, 2011. – 99 с.
300. Костин, И. С. Организация лиманного орошения в Заволжье / И. С. Костин, В. А. Соловьев. – Саратов, 1958. – 8 с.
301. Костин, И. С. Предупреждение засоления орошаемых земель Заволжья / И. С. Костин, П. Г. Гребенюков. – Саратов : Приволж. кн. изд-во, 1987. – С. 4–97
302. Костин, И. С. Орошение в Поволжье / И. С. Костин / Под. общ. ред. Б. А. Шумакова. – М. : Колос, 1971. – С. 51–70.
303. Костычев, П. А. Избранные труды / П. А. Костычев. – М. : АН СССР, 1951. – 670 с.
304. Костычев, П. О борьбе с засухами в черноземной области посредством обработки полей и накопления на них снега / П. Костычев. – СПб Издание А. Ф. Девриена, 1893. – 84 с.
305. Костяков А. Н. Основы мелиорации / А. Н. Костяков. – М. : Сельхозгиз, 1960. – 621 с.
306. Костяков, А. Н. Лиманное орошение / А. Н. Костяков // Основы мелиорации. – М., Сельхозгиз, 1960. – С. 301–311.
307. Котляров, О. Г. Особенности технологии на склонах / О. Г. Котляров, М. И. Сальников // Земледелие. – 1985. – № 3. – С. 40–42.
308. Кочеткова, Т. Н. Доступность почвенной влаги для сельскохозяйственных культур на засоленных почвах: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Т. Н. Кочеткова. – М. : ТСХА, 1988. – 21 с.
309. Кравченко, В. И. Изучение изменения плотности почв под воздействием сельскохозяйственных тракторов и машин / В. И. Кравченко // Изучение технологических свойств почв в связи уплотняющим воздействием сельскохозяйственной техники на почву : сб. науч. работ. – Киев, 1984. – С. 91–97.

310. Кригер, Р. Э. Лиманное орошение в Заволжье / Р. Э. Кригер / – М. : Изд-во АН СССР, 1954. – 79 с.
311. Кригер Р. Э. Динамика грунтовых вод и влажности почвы на луговых лиманах прикаспийской низменности // Труды Энгельсской опытно-мелиоративной станции ВНИИГиМ. – Вып. 2. – Саратов : Сар. кн. изд-во, 1958. – С. 88–101.
312. Кружилин, А. С. Биологические особенности и продуктивность орошаемых культур / А. С. Кружилин. – М. : Колос, 1977. – 304 с.
313. Кружилин, И. П. Лиманное орошение состояние, проблемы и решения / И. П. Кружилин // Использование земель лиманного орошения в современных условиях. – Волгоград, 2000. – С. 3–13.
314. Кружилин, И. П. Орошение в Поволжье / И. П. Кружилин, И. Костяков // Гидротехника и мелиорация. – 1967. – № 7. – С. 63–65.
315. Кружилин, И. П. Эффективность подпитывания лиманов и крупночечкового орошения в Нижнем Поволжье / И. П. Кружилин, В. М. Иванов // Всерос. НИИ орошаемого земледелия. – Волгоград, 1984. – С. 33–38.
316. Кружилин, И. П. Комплексная мелиорация земель аридной зоны / И. П. Кружилин, В. Ф. Мамин, О. Г. Чамурлиев // Повышение продуктивности и охраны аридных ландшафтов. – М. : Изд-во МГУ, 1999. – С. 26–31.
317. Кружилин И. П. Закономерности трансформации компонентов орошаемых агроэкосистем и основы устойчивости мелиоративных агроландшафтов / И. П. Кружилин, В. Ф. Мамин, Т. Н. Дронова, Н. В. Кузнецова [и др.]. – Волгоград : ВНИИОЗ, 2003 – 19 с.
318. Круп, Г. Прецизионное земледелие. Точность – вежливость не только королей / Г. Круп, П. Лейтхольд // Новое сельское хозяйство. – 2005. – № 5. – С. 80–84.
319. Крупчатников, А. И. Почвозащитная эффективность основных элементов систем земледелия и комплексов / А. И. Крупчатников, С. С. Мащенко, В. С. Ананьев // Земледелие. – 1990. – № 2. – С. 27–30.
320. Крюкова, Е. А. Микрофлора естественных и искусственных фитоценозов лесоаграрного ландшафта / Е. А. Крюкова, Т. С. Плотникова // Бюллетень

Всесоюзного НИИ Агролесомелиорации. – Волгоград : Волгоградская правда, 1984. – Вып. 1 (42) – С. 54–56.

321. Кряжков, В. М. Технические проблемы влагосбережения в земледелии / В. М. Кряжков, А. Ф. Жук, А. П. Спирин // Земледелие. – 1990. – № 1. – С. 46–56.

322. Кулеш, С. В. Агротехнику – на службу плодородия почв / С. В. Кулеш, М. А. Брезгунов, Э. С. Титович // Земледелие. – 1982. – № 9. – С. 30–31.

323. Куликова, Е. Г. Формирование урожая проса под воздействием удобрений и биологических препаратов / Е. Г. Куликова // Зерновое хозяйство. – 2005. – № 4. – С. 24–25.

324. Кулисы на парах под озимые / М. М. Ломакин [и др.] // Земледелие. – 1995. – № 1. – С. 17–18.

325. Кульбида, В. В. Альтернативное земледелие : его возможности и перспективы / В. В. Кульбида, В. А. Бородань // Земледелие. – 1994. – № 5. – С. 16–18.

326. Кульман, А. Искусственные структурообразователи почвы / А. Кульман. – М. : Колос, 1982. – 158 с.

327. Куприченков, М. Т. Солома – ценное органическое удобрение / М. Т. Куприченков // Земледелие. – 2000. – № 5. – С. 26.

328. Курдюков, Ю. Ф. Эффективность плоскорезной обработки почв / Ю. Ф. Курдюков, А. И. Фирсов // Земледелие. – 1986. – № 5. – С. 49–51.

329. Курчева, Г. Ф. Роль животных в почвообразовании / Г. Ф. Курчева // Беспозвоночные. Новое в жизни, науке, технике. Сер. Биология. – М. : Знание, 1973. – 64 с.

330. Курченко, И. Е. Лиманное орошение в Сталинградской области / И. Е. Курченко. – Сталинград: Обл. кн. изд-во, 1952. – С. 77–78.

331. Кучеров, В. С. Снегозадержание проводить с расчетом / В. С. Кучеров, С. Г. Чекалин // Земледелие. – 1991. – № 3. – С. 57–58.

332. Кьштобаев, К. К. Повышение водопроницаемости почв на посевах пропашных культур / К. К. Кьштобаев, У. Б. Качибекон // Земледелие. – 1985. – № 3. – С. 46–48.

333. Лабораторный практикум по курсу «Статистическая обработка и анализ метеорологической информации» / С. Н. Лапина, Г. Ф. Иванова, Н. В. Семенова.

- [Электронный ресурс]. – Саратов, 2010. – 36 с. – Режим доступа: sgu.ru/files/nodes/19128/lab_pr.pdf
334. Лаврентьев, Ю. А. Лиманное орошение на Северном Казахстане / Ю. А. Лаврентьев, Б. Ф. Бородин // Кормопроизводство на севере Казахстана. – Целиноград, 1974. – С. 128–134.
335. Лаврентьев, Ю. А. Экономическая эффективность кормопроизводства на лиманах Целиноградской области / Ю. А. Лаврентьев, М. В. Воронин // Кормопроизводство на севере Казахстана. – Целиноград, 1974. – С. 134–139.
336. Лаврентьев, Ю. А. Нормирование лиманного орошения и водообеспеченность растений на лиманах Целиноградской области / Ю. А. Лаврентьев // Обводнение пастбищ в степной зоне. – М. : Колос, 1978. – С. – 71–79.
337. Лазарев, М. М. Системность лесных полос – надежное средство улучшения влагообеспеченности культур / М. М. Лазарев // Земледелие. – 2004. – № 6. – С. 9.
338. Лазарев, М. М. Системность лесных полос и урожай / М. М. Лазарев // Земледелие. – 1987. – № 2. – С. 29–30.
339. Ландшафтное земледелие / Под ред. Г. А. Романенко, А. Н. Каштанова. – М. : Изд-во РАСХН, 1994. – 347 с.
340. Ларионов, А. Г. Лиманное орошение: рекомендации / А. Г. Ларионов. – Саратов. : Изд-во «Коммунист», 1976. – 5 с.
341. Ларионов, А. Г. Сельскохозяйственное освоение лиманов / А. Г. Ларионов. – Волгоград: Волгоградское кн. изд-во, 1957. – 63 с.
342. Ларионов, А. Г. Опыт использования вод реки Волги для затопления лиманов / А. Г. Ларионов // Тр. Энгельсской опытно-мелиор. станции. – Вып. III. – Энгельс. – 1961. – С. 177–210.
343. Ларионов, А. Г. Подбор культур и их устойчивость к вымоканию при лиманном орошении в Заволжье / А. Г. Ларионов // Использование стока для орошения и обводнения земель / Тезисы докл. науч.-техн. конф. – М., 1966. – С. 177–210.
344. Ларионов, А. Г. Эффективность использования лиманов для кормопроизводства / А. Г. Ларионов // Тезисы Всесоюз. совещания о

технологии возделывания новых кормовых культур. – Ч.1. – Саратов : Энгельс, 1976. – С. 11–13.

345. Ларионов, А. Г. Основы земледелия при лиманном орошении в Поволжье / А. Г. Ларионов // Лиманное орошение / ВАСХНИЛ. – М. : Колос, 1984. – С. 19–24.

346. Ларионов, А. Г. К вопросу о технике лиманного орошения / А. Г. Ларионов, А. К. Бизянов // Улучшение использования орошаемых земель. – М. : Колос, 1979. – С. 12.

347. Лархер, К. С. Экология растений. / К. С. Лархер. – М. : Мир, 1978. – 384 с.

348. Лебединский, И. С. Энергосберегающая технология консервирования кукурузы в початках технической зрелости / И. С. Лебединский, Н. И. Колодянский, Н. В. Киндер // Ресурсосберегающие технологии в сельскохозяйственном производстве / Тезисы докл. Региональной науч.-техн. конф. – Волгоград, 1988. – С. 119–121.

349. Левандовский, И. Л. Математическая обработка данных четырехфакторного полевого опыта / И. Л. Левандовский // Земледелие. – 1989. – № 10. – С. 72–76.

350. Левицкая, Н. Г. Современные тенденции изменения климата и их влияние на продуктивность сельскохозяйственных культур в Нижнем Поволжье / Н. Г. Левицкая, О. В. Шаталова // Проблемы и пути преодоления засухи в Поволжье: сб. науч. тр. Ч 2. – Саратов : Изд-во "Новая газета", 2000. – С. 33–47.

351. Левицкая, Н. Г. Изменение агроклиматических условий и их влияние на производство зерна в Поволжье / Н. Г. Левицкая, О. В. Шаталова // Зональные особенности научного обеспечения сельскохозяйственного производства: сб. науч. тр. / ГНУ НИИСХ Юго-Востока. – Ч. 2. – Саратов, 2009. – С. 105–110.

352. Лес и поле / ред. М. А. Дудорева. – 2-е изд., пераб. и доп. – Саратов: Приволж. кн. изд-во, 1990. – 248 с.

353. Леса в пустыне // Разгадай, 2010. – № 18. – С. 20–21.

354. Полезащитные лесные полосы // Copyright 2012 © Отдел информационных технологий СНИИСХ. – Режим доступа через Google : http://sniish.ru/field_protect.php.

355. Лиманное орошение / И. А. Кузник [и др.]. – М. : Сельхозиздат, 1954. – 76 с.

356. Лиманное орошение / Под ред. Б. А. Шумакова. – М.: Колос, 1970. – С. 34–176.
357. Лиманное орошение кормовых культур в Сибири: рекомендации. – М. : Россельхозиздат, 1985. – С. 4–16.
358. Линник, Б. Ф. Роль органических удобрений в повышении антифитопатогенного потенциала почвы / Б. Ф. Линник // Сельское хозяйство за рубежом. – 1969. – № 6. – С. 43–48.
359. Листопадов, И. Н. Продуктивность севооборотов на эрозионно опасных склонах / И. Н. Листопадов // Земледелие. – 2005. – № 3. – С. 23–24.
360. Лобков, В. Т. Аллелопатический фактор и плодородие / В. Т. Лобков // Земледелие. – 1988. – № 10. – С. 26–27.
361. Ломакин, М. М. Вертикальное мульчирование зяби / М. М. Ломакин, В. М. Кочедыков, А. А. Чернявский // Земледелие. – 1985. – № 10. – С. 39–41.
362. Ломакин, М. М. Влияние ранневесеннего рыхления зяби на урожай / М. М. Ломакин // Земледелие. – 1983. – № 6. – С. 28–30.
363. Ломакин, М. М. Испытание почвообрабатывающих приемов на склонах / М. М. Ломакин, М. Н. Герасимов // Земледелие. – 1985. – № 1. – С. 43–44. (250)
364. Ломакин, М. М. Мульчирующие обработки почвы / М. М. Ломакин // Земледелие. – 1985. – № 6. – С. 47–49.
365. Ломакин, М. М. Мульчирующая обработка почвы на склонах / М. М. Ломакин. – М. : Агропромиздат, 1988. – 184 с.
366. Ломакин, М. М. Мульчирование соломой / М. М. Ломакин // Земледелие. – 1980. – № 6 – С. 26–27.
367. Лопачев, Н. А. О биологизации земледелия / Н. А. Лопачев, В. Н. Наумкин // Земледелие. – 1999. – № 6. – С. 16–17.
368. Лопырев, М. И. Защита земель от эрозии и охрана природы / М. И. Лопырев, Е. И. Рябов. – М. : Агропромиздат, 1989. – 189 с.
369. Лорензатти, С. Прямой посев: экологический и производственный менеджмент качества / С. Лорензатти // Ресурсосберегающее земледелие. – № 1. – 2008. – С. 19–20.
370. Лошаков, В. Г. Промежуточные культуры в севооборотах Нечерноземной зоны / В. Г. Лошаков. – М. : Россельхозиздат, 1980. – 132 с.

371. Лукин, В. Д. Новый проект землеустройства колхоза / В. Д. Лукин // Земледелие. – 1981. – № 8. – С. 10–11.
372. Лучков, Б. Годы грядущие (Климат и погода XXI века) / Б. Лучков // Наука и жизнь. – 2007. – № 10. – С. 24–29.
373. Лучков, Б. Солнечное влияние на земную погоду / Б. Лучков // Научная сессия МИФИ–2006 : сб. науч. тр. – Т. 7. – М., 2006. – С.79.
374. Лысогоров, С. Д. Орошаемое земледелие / С. Д. Лысогоров, В.А Ушкаренко. – 4-е изд. доп. и перераб. – М. : Колос, 1981. – 382 с.
375. Лысогоров, С. Д. Практикум по орошаемому земледелию. / С. Д. Лысогоров, В.А Ушкаренко. – М. : Агропромиздат, 1985. – 128 с.
376. Лысцов, В. Н. Угрожающее потепление / В. Н. Лысцов // Наука и жизнь. – 2005. – № 2.
377. Лузин, А. Т. Влияние снежного покрова на промерзание почвы / А. Т. Лузин, А. Ж. Кенжебеков // Земледелие. – 1988. – № 12. – С. 25–26.
378. Льгов, Г. К. Орошаемое земледелие / Г. К. Льгов. – М. : Колос, 1979. – 362 с.
379. Любимов, А. И. Эффективность плоскорезов – щелевателей / А. И. Любимов, Р. С. Рахимов, З. С. Рахимов // Земледелие. – 1989. – № 6. – С. 56–58.
380. Люфт, В. Г. Необходимо освоить выпуск щелевых рыхлителей / В. Г. Люфт, А. Ф. Динкелакер, Н. И. Буянкин // Земледелие. – 1988. – № 7. – С. 17–19.
381. Майнльшмидт, Е. Опыт германии: Влияние севооборота на засоренность посевов / Е. Майнльшмидт, Х. Бэр // Ресурсосберегающее земледелие. – 2008. – № 1. – С. 10–13.
382. Макаров, И. П. Пути совершенствования обработки почвы / И. П. Макаров, Н. И. Картамышев // Земледелие. – 1998. – № 5. – С. 16–18.
383. Максюттов, Н. А. Уроки засухи в Оренбуржье / Н. А. Максюттов, В. М. Жданов // Земледелие. – 2010. – № 4. – С. 3–4.
384. Малышев, В. И. Баланс азота, фосфора и калия на чернозёмах / В. И. Малышев, Е. М. Рашковский // Степные просторы. – 1996. – № 4–5–6. – С. 16–17.
385. Малышев, М. И. Элементы биологизации земледелия и их эффективность / М. И. Малышев, С. М. Семенова // Земледелие. – 2002. – № 6. – С. 19.

386. Мальцев, А. И. Сорная растительность СССР и меры борьбы с нею / А. И. Мальцев. – М. : Сельхозгиз, 1962. – 272 с.
387. Мальцев, Т. С. Вопросы земледелия / Т. С. Мальцев. – М. : Сельхозгиз, 1955. – 228 с.
388. Мамин В. Ф. Основы мелиорации и охраны природных лиманов / В. Ф. Мамин // Лиманное орошение / ВАСХНИЛ. – М.: Колос, 1984, – С. 183–184.
389. Мамин, В. Ф. Продуктивность лиманных лугов и приемы ее повышения / В. Ф. Мамин // Биологические основы орошаемого земледелия. – М. : Колос, 1976. – С. 106–110.
390. Мамин, В. Ф. Система затопления лиманов как прием рационального использования воды / В. Ф. Мамин // Агротехническая и технико-эксплуатационная оценка способов полива сельскохозяйственных культур в Поволжье : сб. науч. раб. – Волгоград, 1974. – С. 151–156.
391. Мамин, В. Ф. К изучению водного режима почвогрунтов естественных лиманов / В. Ф. Мамин // Эффективное использование орошаемых земель в Поволжье: сб. науч. тр. – Вып. 1. – Волгоград, 1974. – С. 137–141.
392. Мамин, В. Ф. Динамика растительного покрова при искусственном режиме затопления на лимане Рахинский / В. Ф. Мамин // Орошаемое земледелие в Поволжье: сб. науч. тр. – Вып. 1. – Волгоград, 1972. – С. 145–150.
393. Мамин, В. Ф. Использование оросительной воды для подпитывания естественных лиманов / В. Ф. Мамин // Эффективное использование орошаемых земель в степных районах. – М. : Колос, 1974. – С. 81–84.
394. Мамин, В. Ф. Регулярные поливы лиманных лугов / В. Ф. Мамин, А. В. Алмазов // Режимы орошения сельскохозяйственных культур в Нижнем Поволжье. – Волгоград, 1981.
395. Мамин, В. Ф. К вопросу о гидро-мелиоративных критериях выбора схем водопользования на природных лиманах Прикаспийской низменности / В.Ф. Мамин // Режимы орошения сельскохозяйственных культур в Нижнем Поволжье. – Волгоград, 1981. – С. 92–101.
396. Мамин, В. Ф. Распределение влаги в почвогрунтах некоторых лиманов Волгоградской области / В.Ф. Мамин // Совершенствование технологии

возделывания полевых культур на орошаемых землях : сб. науч. тр. – Вып. 11. . – Волгоград, 1973. – С. 147–157.

397. Мамин, В. Ф. Продолжительность периода затопления лиманов как фактор, определяющий состав растительности / В. Ф. Мамин // Совершенствование технологии возделывания полевых культур на орошаемых землях : сб. науч. тр. – Вып. 11. – Волгоград, 1973. – С. 147–157.

398. Марков, Е. С. Сельскохозяйственные гидротехнические мелиорации / Е.С. Марков. – М. : Колос, 1981. – 371 с.

399. Маркосов, И. М. Лиманное орошение и его развитие в РСФСР / И. М. Маркосов // Лиманное орошение. – М. : Колос, 1970. – С.25–43.

400. Маслова, В. В. Современное состояние аграрного сектора России / В.В. Маслова // Сельское хозяйство. – 2011. – № 5. – Режим доступа : <http://bujet.ru/article/133387.php>.

401. Материалы агрохимического обследования сельскохозяйственных угодий ООО «Агрохимальянс» Кирсановского р-на Тамбовской области / ФГУ ГЦАС «Тамбовский». – Тамбов, 2004. – 38 с.

402. Мац, А. Ф. Моделирование затопления секций лиманов на ЭВМ / А. Ф. Мац // Лиманное орошение. – М. : Колос, 1984. – С. 92–95.

403. Мачнева, В. В. Бактериальные удобрения при возделывании яровой пшеницы / В. В. Мачнева, С. А. Семина // Плодородие. – 2007. – № 6. – С. 19–20.

404. Маштаков, Д. А. Влияние щелевания и полимера – структурообразователя на ирригационную эрозию обыкновенного чернозема Низкой Донской равнины : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Д. А. Маштаков. – Саратов, 1999. – 23 с.

405. Медведев, И. Ф. Основные факторы устойчивости зернопродуктового подкомплекса АПК в условиях Саратовской области / И. Ф. Медведев, И.И. Рябова // Адаптивные технологии производства качественного зерна в засушливом Поволжье : сб. науч. тр. / НИИСХ Юго-Востока. – Саратов, 2004. – С. 31–35.

406. Медведев, И. Ф. Почвенный покров Саратовской области и его состояние / И. Ф. Медведев, С. Н. Быстрова // Рациональное использование почв Саратовской области : сб. науч. тр. / НИИСХ Юго-Востока. – Саратов, 1987. – С. 4–18.

407. Мелиоративное улучшение лиманов в зоне недостаточного увлажнения: рекомендации / Б. Б. Шумаков [и др.] // Лиманное орошение / ВАСХНИЛ. – М. : Колос, 1984. – С. 231–274.
408. Мелиорация в России: состояние и потребности развития (справка) // Мелиорация и водное хозяйство. – 1994. – № 3.
409. Мелиорация и орошаемое земледелие в степной зоне СССР на современном этапе и на перспективу // Обеспечение устойчивого развития с.-х. производства и борьба с засухой: матер. сессии ВАСХНИЛ. – Волгоград, 26–28 мая, 1987. – М. : – 1988. – С. 19–136.
410. Мелихов, М. Н. Освоение лиманов, подпитываемых из обводнительно-оросительных каналов / М. Н. Мелихов, Н. П. Мелихова // Тр. Заволжской опыт.-мел. ст. – Вып. 1. – Волгоград: Нижневолж. кн. изд-во, 1971. – С. 44–67.
411. Методика ресурсно-экологической оценки эффективности земледелия на биоэнергетической основе / ВНИИ земледелия и защиты почв от эрозии. – Курск, 1996. – 49 с.
412. Методика оценки использования водных ресурсов аридной зоны / В. В. Коринец [и др.] // Системно-энергетический подход. – Волгоград, СПб. – 1992. – 11 с.
413. Методические указания по ландшафтным исследованиям для сельскохозяйственных целей / Под ред. Г. И. Швевса, П. Г. Шищенко. – М. : Изд-во РАСХН, 1990. – 48 с.
414. Методические указания по определению доз удобрений на запланированный урожай сельскохозяйственных культур в условиях орошения / ВАСХНИЛ, Всесоюз. НИИ удобрений и агропочвоведения им. Д. Н. Прянишникова. – М., 1986. – 84 с.
415. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами / Всесоюз. ордена Трудового Красного знамени НИИ кормов им. В. Р. Вильямса. – М., 1983. – С. 30–68.
416. Методические рекомендации по проведению полевых опытов с кукурузой / Д. С. Филев [и др.]. – Днепропетровск, 1980. – С. 21–54.
417. Методические указания по определению микроэлементов в почвах, кормах и растениях методом атомно-абсорбционной спектроскопии. – М. : ЦИНАО, 1985. – 95 с.

418. Методы почвенной микробиологии и биохимии. – М. : Изд-во Моск. ун-та, 1991. – 48 с.
419. Мешалкина, Ю. Л. Направленность работ почвоведов при внедрении технологий точного земледелия / Ю. Л. Мешалкина, В. П. Самсонова // Ресурсосберегающее земледелие на рубеже XXI века: сб. матер. 3-й Межд. науч.-пр. конф. / Рос. гос. агр. заоч. ун-т. – М., 2009. – С 165–168.
420. Микробиологическое почвоутомление под пшеницей и пути его устранения / О. А. Берестецкий [и др.] // Вестник с.-х. науки. – 1984. – № 10. – С. 117–121.
421. Милашенко, И. Н. Глубокое рыхление на склоновых землях / И. Н. Милашенко, В. П. Матвиенко, Н. Н. Сиротенко // Земледелие. – 1988. – № 5. – С. 14–15.
422. Миловидова, И. Б. Принцип определения продолжительности затопления искусственных сенокосных лиманов / И. Б. Миловидова // Сельское хозяйство Поволжья. – 1954. – № 4. – С. 11–12.
423. Мильков, Ф. Н. Сельскохозяйственные ландшафты, их специфика и классификация / Ф. Н. Мильков // Вопросы географии. – Сб. 124. – М. : Мысль, 1984.
424. Мильков, Ф. Н. Физическая география. Учение о ландшафтах и географическая зональность / Ф. Н. Мильков. – Воронеж : Изд-во Воронеж. ун-та, 1986. – 452 с.
425. Минасов, М. Ш. Стабилизация сельскохозяйственного производства с учетом циклических изменений климатических условий / М. Ш. Минасов // Мелиорация и водное хозяйство. – 2004. – № 4. – С. 55–56.
426. Минимальная обработка на склонах Алтая / В. В. Вольнов [и др.] // Земледелие. – 1998. – № 4. – С. 24–25.
427. Минимальная обработка почвы и борьба с ее переуплотнением / И. С. Рабочев [и др.] // Новое в жизни, науке, технике. Сер. Сельское хозяйство. – М. : Знание, 1980. – № 11. – С. 24–29.
428. Мировое сельское хозяйство: краткий статистический справочник. – М. : МСХ РФ, 1993. – 133 с.
429. Миронченко, Ф. А. Длительное применение плоскорезов на Дону / Ф. А. Миронченко, Н. А. Зеленский, И. В. Петровская // Земледелие. – 1987. – № 8. – С. 39–40.

430. Михальцевич, А. И. Перспективность лиманного орошения пойменных сенокосов в Белоруссии / А. И. Михальцевич, А. И. Медвецкий // Лиманное орошение / ВАСХНИЛ. – М. : Колос, 1984. – 103 с.
431. Михно, В. Б. Ландшафтно-экологические основы мелиорации / В. Б. Михно. – Воронеж: ВГУ, 1995. – С. 41–48.
432. Моисеев, Н. Будущее планеты и системный анализ / Н. Моисеев // Наука и жизнь. – 1974. – №4
433. Мишустин, Е. Н. Ассоциация почвенных микроорганизмов / Е. Н. Мишустин. – М. : Наука, 1975. – С. 18–33.
434. Мишустин, Е. Н. Микробиология / Е. Н. Мишустин, В. Г. Емцев. – М. : Колос, 1970. – 289 с.
435. Моисеев, Ю. М. Эффективность подпитывания лиманов из оросительных каналов в Заволжье / Ю. М. Моисеев // Тр. Заволж. опыт.-мелиор. ст. – Вып. 1. – Волгоград: Ниж.-Волж. изд-во, 1971. – С. 66–71.
436. Моисеев, Ю. М. Чековое орошение кукурузы / Ю. М. Моисеев, Ю. М. Тищенко // Тр. Заволж. опыт.-мелиор. ст. – Вып. 1. – Волгоград: Ниж.-Волж. изд-во, 1971. – С. 37–43.
437. Монастырский, Н. Лиманы – кормовая целина / Н. Монастырский, В. Мамин, Г. Фомичев // Сельское хозяйство России. – 1973. – № 3 – С. – 6–8.
438. Монастырский, О. А. Чем грозит глобальное потепление / О. А. Монастырский // Защита и карантин растений. – 2006. – № 2. – С. 18–20.
439. Мониторинг антропогенного воздействия на агроландшафты / М. И. Мальцев [и др.] // Земледелие. – 2005. – № 3. – С. 2–3.
440. Морозов, Н. Н. Поборись за влагу и будешь с урожаем / Н. Н. Морозов // Земледелие. – 1992. – № 3. – С. 2–4.
441. Мосиенко, Н. А. Мелиорация и охрана природы / Н. А. Мосиенко, Ф. П. Терентьев // Степные просторы. – 1987. – № 12. – С. 24–25.
442. Мосиенко, Н. А. Способы полива – лиманное орошение / Н.А. Мосиенко // Орошение и урожай / Ред. состав: Н. А. Мосиенко, И. В. Разорвин. – Челябинск : Южно-Уральское кн. изд-во, 1976. – 156 с.

443. Мосиенко, Н. А. Агрогидрологические основы орошения / Н. А. Мосиенко. – Л.: Гидрометеиздат, 1984. – 216 с.
444. Мосиенко, Н. А. Мелиорация и охрана природы / Н. А. Мосиенко // Степные просторы. – 1987. – № 12. – С. 24–25.
445. Мосиенко, Н. А. Гидрологические особенности развития лиманного орошения в Среднем регионе СССР / Н. А. Мосиенко, Н. Н. Логинова // Лиманное орошение / ВАСХНИЛ. – М.: Колос, 1984. – С. 206–218.
446. Мосиенко, Н. А. Лиманное орошение / Н. А. Мосиенко, Б. И. Туктаров // Научно-обоснованные системы земледелия Саратовской области на 1986–1990 годы. – Саратов: Приволж. кн. изд-во, 1988. – С. 144–145.
447. Мощенко, Ю. Б. Почвозащитное земледелие в степной зоне Сибири / Ю. Б. Мощенко // Земледелие. – 1986. – № 9. – С. 26–28.
448. Мураховский, В. С. Эффективнее вести борьбу с засухой / В. С. Мураховский // Обеспечение устойчивого развития сельскохозяйственного производства и борьба с засухой: материалы сессии ВАСХНИЛ. Волгоград, 26–28 мая 1987 г. – М.: Агропромиздат, 1988. – С. 8.
449. Мусохранов, В. Е. Охрана почв в агросистемах Алтайского края / В. Е. Мусохранов // Земледелие. – 2005. – № 6. – С. 16–17.
450. Мухортов, Я. Н. Зависимость урожая от сложения пахотного слоя почвы / Я. Н. Мухортов // Земледелие. – 1982. – № 7. – С. 27–30.
451. Нагорный, В. А. Семинар – совещание (О работе мелиоративного комплекса в Саратовской обл.) // Мелиорация и водное хозяйство. – 2000. – № 6. – С. 5–8.
452. Назаренко, П. Н. Использование зимних осадков в Кулундинской степи / П. Н. Назаренко // Земледелие. – 1998. – № 6. – С. 30.
453. Наконечная, М. А. Потери гумуса на склоновых землях ЦЧО / М. А. Наконечная, В. Е. Явтушенко // Почвоведение. – 1989. – № 5. – С. 19–26.
454. Нарциссов, В. П. Научные основы систем земледелия / В. П. Нарциссов. – М.: Колос, 1982. – 266 с.
455. Научно обоснованные системы земледелия Саратовской области на 1986–1990 годы. – Саратов: Приволж. кн. изд-во, 1988. – 184 с.

456. Научно-обоснованные системы земледелия Саратовской области на 1981–1985 годы. – Саратов : Приволж. кн. изд-во, 1982. – 194 с.
457. Научное открытие профессора Н. И. Картамышева // Земледелие. – 2001. – № 3. – С. 26.
458. Научно-прикладной справочник по климату СССР. – Серия 1. – Часть 6. – Вып. 12. – Л. : Гидрометеиздат, 1988. – С. 647.
459. Не плугом единым / Наша Пенза. – 2009. – № 24 от 11-17 июля.
460. Нетребенко, В. Г. Ширина лесной полосы и ее агроулучшающие свойства / В. Г. Нетребенко // Земледелие. – 1987. – № 2.
461. Никитин, И. И. Эффект высыхания почвы / И. И. Никитин // Земледелие. – 1980. – № 2. – С. 56.
462. Никитишен, В. И. Роль удобрений в повышении продуктивности водопотребления озимой пшеницы / В. И. Никитишен, В. И. Личко // Плодородие. – 2007. – № 5. – С. 9–11.
463. Николаев, В. А. Проблемы регионального ландшафтоведения / В. А. Николаев. – М. : Изд-во Моск. ун-та, 1979. – 248 с.
464. Николаев, Г. Климат на переломе / Г. Николаев // Наука и жизнь. – 1995. – № 6
465. Никонов, А. А. Исторический путь ВАСХНИЛ и ее вклад в аграрную науку – М. : ЭРД, 1993. – 92 с.
466. Никонорова, А. К. Биологические основы фунгистатического потенциала почвы : автореф. дис. ... канд. биол. наук / А. К. Никонорова. – Л., 1989. – 20 с.
467. Новак, В. А. Режим грунтовых вод при поливе затоплением чеков / В. А. Новак // Вопросы орошения и обводнения: науч. труды / Под общ. ред. Б. А. Шумакова. – Ставрополь: Кн. изд-во, 1969. – 288 с.
468. Новиков, М. Н. Важные агротехнические решения на основе многолетнего опыта / М. Н. Новиков // Земледелие. – 2002. – № 6. – С. 20–22.
469. Новиков, М. Н. Сидераты против сорняков / М. Н. Новиков // Земледелие. – 1991. – № 9. – С. 62–63.
470. Новые приёмы снегозадержания при обустройстве агролесоагрландшафта / М. М. Кочкарь [и др.] // Плодородие. – 2007. – № 2. – С. 29–32.

471. Нурмухаметов, Н. М. Солома и сидераты – важные средства повышения микробиологической активности почвы / Н. М. Нурмухаметов // Земледелие. – 2001. – № 6. – С. 14.
472. Областная целевая программа: «Развитие сельского хозяйства и регулирование рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия в Саратовской области на 2008-2012 годы» от 25.09.2008 г. – N 255-ЗСО
473. Обработка почвы при интенсивном возделывании полевых культур / Т. Карвовский [и др.] / Под ред. А. С. Кушнарёва. – М. : Агропромиздат, 1988. – 248 с.
474. Овсинский, И. Е. Новая система земледелия : [репринтное издание] / И. Е. Овсинский. – Пенза, 2008. – 288 с.
475. Огрызков, Е. П. Усовершенствование и новые теории технологических процессов земледельческих орудий с практическими приложениями // Е. П. Огрызков, О. Е. Огрызков, П. В. Огрызков. – Омск : ОмГАУ, 2005. – 90 с.
476. Олейник, Р. Н. Методические указания по расчету влагозапасов почвы, сроков и норм полива кукурузы / Р. Н. Олейник, Н. Г. Шелудько. – Киев, 1976. – 88 с.
477. Олейник, Р. П. Об учете влияния уровня грунтовых вод при расчете влагозапасов почвы орошаемых полей кукурузы / Р. П. Олейник, Н. Г. Шелудько // Тр. Укр. НИГМИ. – 1976. – Вып. 151. – С. 10–16.
478. Опыт применения элементов точного земледелия в Северо-Западном регионе РФ / Г. С. Айвазов [и др.] // Ресурсосберегающее земледелие на рубеже XXI века : сб. матер. 3-й Межд. науч.-пр. конф. / ФГОУ ВПО РГАЗУ. – М., 2009. – С. 7–11.
479. О причине засухи и путях ее преодоления / П. Т. Золотарев [и др.] // Земледелие. – 1990. – № 3. – С. 73–76.
480. Опыт и перспективы освоения точных систем удобрения на северо-западе РФ / А. И. Иванов [и др.] // Ресурсосберегающее земледелие на рубеже XXI века : сб. науч. работ / ФГОУ ВПО РГАЗУ. – М., 2009. – С. 100–104.
481. Органические удобрения : справочник / П. Д. Попов [и др.]. – М. : Агропромиздат, 1988. – 207 с.

482. Орлов, В. В. Нулевая обработка и водный режим почв / В. В. Орлов // Земледелие. – 2000. – № 6. С. 42–44.
483. Орлова, Л. В. Стратегия технологического перевооружения АПК России: Создание инновационных центров по береговому земледелию в регионах // Ресурсосберегающее земледелие. – 2008. – № 1. – С. 39–41.
484. Орошаемое земледелие в Поволжье / Под ред. Н. Г. Воронина. Саратов : Приволж. кн. изд-во, 1978 – 297 с.
485. Остапенко, А. П. Обработка семян регуляторами роста повышает урожай / А. П. Остапенко // Земледелие. – 2004. – № 1. – С. 18–19.
486. Остапенко, А. П. Перспективы использования атмосферного азота / А. П. Остапенко, С. А. Парфенюк // Земледелие. – 1994. – № 6. – С. 7–8.
487. Островная, Н. Н. Возможность развития лиманного орошения в СССР / Н. Н. Островная // Кормовая база животноводства СССР и пути ее развития. – М. : 1959. – С. 157–202.
488. Островская, Н. Н. Водные ресурсы районов лиманного орошения / Н. Н. Островская // Лиманное орошение. – М. : Колос, 1970. – С. 22.
489. Оценка эффективности противоэрозионных мероприятий / Н. С. Левчук [и др.] // Земледелие. – 1984. – № 1. – С. 23–27.
490. Пабат, И. А. Противоэрозионная агротехника яровых колосовых / И. А. Пабат // Земледелие. – 1983. – № 3. – С. 29–30.
491. Пабат, И. А. Щелевание посевов озимой пшеницы / И. А. Пабат // Земледелие. – 1986. – № 12. – С. 43–44.
492. Пабат, И. А. Щелевая обработка почвы / И. А. Пабат, А. И. Горбатенко, С. Ф. Артеменко // Земледелие. – 1990. – № 6. – С. 66–67.
493. Пабат, И. А. Противоэрозионные почвообрабатывающие орудия : какие лучше? / И. А. Пабат, А. И. Горбатенко, С. Е. Букин // Земледелие. – 1990. – № 1. – С. 65–67.
494. Пабат, И. А. Деблокирующая обработка почвы / И. А. Пабат, А. И. Горбатенко // Земледелие. – 1992. – № 6. – С. 22–23.
495. Павленко, В. Н. Ресурсосберегающая технология возделывания ширококормовых культур / В. Н. Павленко, А. Е. Новиков // Плодородие. – 2007. – № 6. – С. 32.

496. Павловский, Е. С. Агролесомелиорация в комплексе природопользования / Е. С. Павловский // Земледелие. – 1986. – № 4. – С. 53–55.
497. Павлюченко, А. У. Разложение растительных остатков в почве звена свекловичного севооборота / А. У. Павлюченко // Земледелие. – 1983. – № 5. – С. 19–21.
498. Панасов, М. Н. Итоги работы Краснокутской селекционно-опытной станции по вопросам земледелия / М. Н. Панасов, Т. В. Туфрикова // Проблемы и пути преодоления засухи в Поволжье : сб. науч. тр. – Саратов : Новая газета, 2000. – Ч. 2. – С. 218–228.
499. Панасов, М. Н. Приемы регулирования равновесной плотности почвы / М. Н. Панасов, К. Е. Денисов // Адаптивные технологии производства качественного зерна в засушливом Поволжье : сб. науч. тр. / НИИСХ Юго-Востока ; Ассоциация «Аграрное образование и наука». – Саратов, 2004. – С. 160–161.
500. Парфенова, Е. И. Возможное климатическое опустынивание островных степей в Южной Сибири и защитное лесоразведение / Е. И. Парфенова, Н. М. Чебакова // Мелиорация и водное хозяйство. – 2005. – № 1. – С. 16–18.
501. Парфенова, Н. И. Принципы экологического обоснования мелиорации земель / Е. И. Парфенова // Мелиорация и водное хозяйство. – 1999. – № 5. – С. 26–31.
502. Парфенова, Н. И. Экологические принципы регулирования гидрогеохимического режима орошаемых земель / Н. И. Парфенова, Н. М. Решеткина. – Санкт-Петербург : Гидрометеиздат, 1995. – 15 с.
503. Передериева, В. М. Влияние растительных остатков сорных растений на прорастание семян озимой пшеницы / В. М. Передериева, Д. А. Ткаченко // Эволюция и деградация почвенного покрова : матер. 2-й Международной научной конференции. Ставрополь, 17–19 сентября 2002 г. / Ставропольский гос. агр. ун-т. – Ставрополь, 2002. – С. 470–471.
504. Пересыпкин, Н. И. Освоение пойменных лиманов в Казахстане / Н. И. Пересыпкин. – Алма-Ата. : Кайнар, 1982. – 17 с.
505. Пересыпкин, Н. И. Режим затопления / Н. И. Пересыпкин // Вестник с.-х. науки Казахстана. – 1980. – № 3. – 17 с.

506. Персидская, Л. Т. Основные направления и результаты исследований по изучению энтомофауны в ценозах лесоаграрных ландшафтов / Л. Т. Персидская // Бюллетень Всесоюзного НИИ Агроресомелиорации. – Волгоград : Волгоградская правда. – 1984. – Вып. 1 (42). – С. 57–60.
507. Петербургский, А. В. Практикум по агрономической химии : 3-е изд. / А. В. Петербургский. – М. : Колос, 1968. – 496 с.
508. Петин Н. С. Влияние различий степени влагообеспеченности на водный обмен и продуктивность кукурузы / Н. С. Петин, А. П. Швечикова // Биологические основы орошаемого земледелия: сб. науч. работ. – М. : Наука, 1974. – С. 190–200.
509. Петров, А. С. Лиманное орошение / А. С. Петров, Д. Н. Лебедева. – Куйбышев, 1958. – 38 с.
510. Петров, Е. Г. Лиманное орошение и влагонакопление / Е. Г. Петров, В. А. Соловьев, А. А. Черных. – М. : Сельхозгиз, 1956. – 166 с.
511. Петрова, Л. Н. Система биологического тестирования агроландшафтов / Л. Н. Петрова // Плодородие. – 2007. – № 6. – С. 17–19.
512. Петрухина, А. Апокалипсис завтра / А. Петрухина // Mobile. – М., 2008. – Декабрь. – С. 40–41.
513. Писарев, А. Стерневые кулисы / А. Писарев // Земледелие. – 1991. – № 11. – С. 55.
514. Плешаков, А. А. Выращивание трав при лиманном орошении: Рекомендации / А. А. Плешаков // НГС МСХ СССР. – М. : ВНИИГЭИСХ, 1978. – С. 23–41.
515. Плешаков, А. А. Выращивание многолетних трав при лиманном орошении на Южном Урале и в Северо-Западном Казахстане / А. А. Плешаков // Лиманное орошение / ВАСХНИЛ. – М.: Колос, 1984. – С. 126–133.
516. Повышение кормовой продуктивности лиманов Заволжья Саратовской области / Н. Г. Воронин [и др.] // ВДНХ СССР. – Саратов. : СХИ, 1987. – 34 с.
517. Повышение устойчивости производства зерна яровой пшеницы на склоновых агроландшафтах Саратовского Правобережья / Т. В. Демьянова [и др.] // Адаптивные технологии производства качественного зерна в засушливом Поволжье : сб. науч. тр. / НИИСХ Юго-Востока ; Ассоциация «Аграрное образование и наука». – Саратов, 2004. – С. 56–59.

518. Подкопаев, А. А. Предупреждение водной эрозии почвы в Донбасе / А. А. Подкопаев // Земледелие. – 1982. – № 3. – С. 37–38.
519. Подмарев, С. А. Ресурсосберегающий режим затопления и продуктивность кормовых культур при лиманном орошении в полупустынной зоне Саратовского Заволжья : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / С. А. Подмарев. – Саратов, 2003. – 25 с.
520. Пожилова, В. И. Итоги освоения систем «сухого» земледелия в Волгоградской области / В. И. Пожилова, Е. Я. Серединцева // Земледелие. – 1993. – № 9. – С. 7–9.
521. Покровская, Т. В. Синоптико-климатические и гелиофизические долгосрочные прогнозы погоды / Т. В. Покровская. – Л. : Гидрометеиздат, 1969. – 253 с.
522. Полад-Заде, П. А. Мелиорация: Проблемы выживания и развития // Мелиорация и водное хозяйство, 1994. – № 3. – С. 27–34.
523. Полуэктов, Е. В. Минимализация обработки почвы на склонах / Е. В. Полуэктов // Земледелие. – 1987. – № 2. – С. 18–19.
524. Полуэктов, Е. В. Обработка почвы на склонах / Е. В. Полуэктов // Земледелие. – 1990. – № 2. – С. 30–34.
525. Полуэктов, Е. В. Основная обработка эродированных южных черноземов / Е. В. Полуэктов, М. А. Балахонский // Земледелие. – 2003. – № 4. – С. 15.
526. Полуэктов, Е. В. Чизельная обработка почвы под кукурузу на склонах / Е. В. Полуэктов, В. П. Цветков // Земледелие. – 1993. – № 7. – С. 22–23.
527. Полуэктов, Е. В. Щелевание зяби при полосном размещении посевов / Е. В. Полуэктов // Земледелие. – 1981. – № 2. – С. 34–35.
528. Полуэктов, Е. В. Щелевание озимой пшеницы / Е. В. Полуэктов // Земледелие. – 1985. – № 11. – С. 36–37.
529. Полуэктов, Г. Н. Эффективность почвозащитной технологии возделывания озимой пшеницы / Г. Н. Полуэктов, Н. Б. Богатырев, А. Н. Краевский // Земледелие. – 1982. – № 4. – С. 23.
530. Попов, А. Гуминовые удобрения / А. Попов // Земледелие. – 1988. – № 9. – С. 63.
531. Попов, А. И. Говорит Терентий Семенович Мальцев : литературная запись / А. И. Попов // Земледелие. – 1989. – № 9. – С. 9–12.

532. Попов, В. А. Количественное представление закона лимитирующего фактора и его приложения к задачам мелиоративного земледелия // Мелиорация и водное хозяйство. – 1997. – № 2. – С. 17–21.
533. Попов, И. И. В Среднем Поволжье / И. И. Попов // Земледелие. – 1989. – № 10. – С. 63–64.
534. Попов, Л. Фантастический шницель / Л. Попов // Наука и жизнь. – 2000. – № 4. – С. 46–54.
535. Попов, Г. Н. Агрохимия микроэлементов в степном Поволжье / Г. Н. Попов. – Саратов, 1984. – 149 с.
536. Попова, В. Я. Развитие лиманного орошения / В. Я. Попова // Гидротехника и мелиорация. – 1951. № 2. – С. 31–33.
537. Попова, О. С. Плодородие почвы в системе лес – поле / О. С. Попова, В. П. Попов, В. С. Борцов // Земледелие. – 1993. – № 9. – С. 24.
538. Посев озимой пшеницы в стерню яровой (по материалам ВНИИТЭИСХ) // Земледелие. – 1982. – № 2. – С. 46.
539. Постолов, В. Д. Лесомелиорация и охрана почв от эрозии / В. Д. Постолов // Земледелие. – 1993. – № 7. – С. 10–11.
540. Почвенный покров Саратовской области и его агроэкологическая характеристика / Н. Е. Синицина [и др.]. – Саратов. : ФГОУ ВПО "Саратовский ГАУ". – 2009. – 124 с.
541. Почвенно-климатические ресурсы СССР, их районирование и сельскохозяйственное назначение в решении Продовольственной программы / Н. Н. Розов [и др.]. – Тбилиси, 1981. – 322 с.
542. Почвозащитное земледелие / Под ред. А. И. Бараева. – М. : Колос, 1975. – 321 с.
543. Почвозащитная система земледелия Курской области / Д. Е. Ванин [и др.] // Земледелие. – 1981. – № 8. – С. 5–9.
544. Почвозащитные технологии возделывания кукурузы и подсолнечника на основе чизельной обработки почвы : методическое руководство / Государственный агропромышленный комитет СССР. – М., 1987. – 16 с.
545. Почвы саратовской области. – Часть I, II. – Саратов : ОГИЗ Сарат. обл. изд-во, 1948. – 360 с.
546. Предварительные результаты применения Экстрасола в условиях Саратовской губернии / Т. Н. Азова [и др.] / Молекулярные механизмы

взаимодействия микроорганизмов и растений: фундаментальные и прикладные аспекты: материалы конференции. – Саратов, 2005. –Саратов : Научная книга, 2005. – С. 30–32.

547. Преимущества и трудности биогенетического земледелия / И. А. Крупенников [и др.] // Плодородие. – 2007. – № 3. – С. 30–32.

548. Преимущества чизельной обработки почвы под озимую пшеницу / В. Ф. Ладонин [и др.] // Земледелие. – 1996. – № 6. – С. 11–13.

549. Препарат Гумидин – помощник земледельца / А. П. Сафонов [и др.] // Земледелие. – 2000. – № 1. – С. 37.

550. Прижуков, Ф. Б. Агрономические аспекты альтернативного земледелия / Ф. Б. Прижуков / ВНИИТЭМ АПК. – М., 1989. – 218 с.

551. Принципы ландшафтно-экологического подхода к мелиорации земель / А. В. Колганов [и др.] // Мелиорация и водное хозяйство. – 2000. – № 5. – С. 19–24.

552. Проездов, П. Н. Критерии и нормализованные оценочные параметры реализации концепции адаптивно-ландшафтного обустройства земель с экологическим каркасом лесов и вод / П. Н. Проездов, Д. А. Маштаков // Вавиловские чтения – 2007 : матер. конф. – Саратов, 2007. – С. 257–260.

553. Проездов, П. Н. Эрозионные процессы на склонах национального парка «Хвалынский» Приволжской Возвышенности / П. Н. Проездов, Д. А. Маштаков, Н. А. Кузин // Эколого-технические аспекты лесного хозяйства в степи и лесостепи: материалы конференции / Под ред. А. В. Голубева. – Саратов : ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ», 2007. – 108 с.

554. Пронько, Н. А. Эффективный прием улучшения физических свойств деградированных орошаемых темно-каштановых почв Саратовского Заволжья / П. А. Пронько, В. В. Корсак, А. Г. Юлдашбаева // Весник Саратовского госагроуниверситета им. Н. И. Вавилова. – 2005. – № 5. – С. 29–32.

555. Против засухи и эрозии почвы / В. М. Круть [и др.] // Земледелие. – 1980. – № 7. – С. 24–25.

556. Прохоров, А. А. Плоскоре́з в Саратовской области / А. А. Прохоров, И. С. Свиридов, В. Ф. Кульков // Земледелие. – 1993. – № 4. – С. 18–19.

557. Прямоточная технология внесения соломы на удобрение // Земледелие. – 2002. – № 1. – С. 16–18.
558. Прянишников, Д. Н. Избранные сочинения / Д. Н. Прянишников. – М. : Колос. – 1965. – Т. 1. – 708 с.
559. Пупков, В. И. Режим орошения кукурузы при затоплении по крупным чекам / В. И. Пупков // Тр. ВолжНИИГиМ и Волгоградской опытно-мелиоративной станции. – Волгоград: Нижнее-Волж. кн. изд-во, 1968. – С. 148–155.
560. Пупонин, А. И. Обработка почвы в интенсивном земледелии Нечерноземной зоны / А. И. Пупонин. – М. : Колос, 1984. – 184 с.
561. Пути регулирования экологического состояния почвы в агроценозе / Ю. Ф. Курдюков [и др.] // Проблемы и пути преодоления засухи в Поволжье : сб. науч. тр. – Саратов, 2000. – Ч. 2. – С. 95–121.
562. Пыднук, В. И. Модернизированные рабочие органы культиваторов / В. И. Пыднук, А. М. Салдаев // Земледелие. – 1998. – С. 33–34.
563. Рабочев, И. С. Индустриализация земледелия и плодородия почв / И. С. Рабочев, П. У. Бахтин // Проблемы земледелия. – М., 1978. – С. 157–160.
564. Рабочий проект строительства лимана «Бурдинский» в совхозах «Новоалександровский» и "Центральный" Александрово-Гайского района, Саратовской области. – Саратов. – Приволжгипроводхоз, 1982. – 246 с.
565. Разаренов, А. И. Исследование роста и мелиоративной эффективности полезащитных лесных полос в Саратовском Правобережье : дис. ... канд. с.-х. наук / А. И. Разаренов. – Саратов, 1978. – 249 с.
566. Разумова, Л. А. Влияние глубины грунтовых вод на влажность почвы и формирование урожаев сельскохозяйственных культур при орошении / Л. А. Разумова // Тр. Гидрометцентра СССР. – 1968. – Вып. 24. – С. 50–60.
567. Рейкоски, Д. Ч. Ресурсосберегающие технологии и защита окружающей среды / Д. Ч. Рейкоски // Ресурсосберегающее земледелие. – № 1. – 2008. – С. 35–38.
568. Раков, А. Ю. Однорядные контурные лесополосы / А. Ю. Раков // Земледелие. – 1991. – № 3. – С. 34–35.

569. Раменский, Л. Г. Введение в комплексное почвенно-геоботаническое исследование земель / Л. Г. Раменский. – М. : Сельхозгиз, 1938. – 615 с.
570. Рассадин, А. Я. Кардинальные проблемы современного земледелия / А. Я. Рассадин, С. А. Клычникова // Земледелие. – 1998. – № 4. – С. 45–46.
571. Рекомендации по выращиванию трав на землях с лиманным орошением / А. А. Плешаков [и др.]. – М. : Колос, 1978. – 16 с.
572. Рекомендации по использованию земель лиманного орошения в Саратовской области. – Саратов: СХИ, 1975. – С. 9–10.
573. Рекомендации по использованию земель лиманного орошения в Саратовской области. – Саратов, СХИ, 1981. – С. 8–40.
574. Рекомендации по применению микробиологического препарата «Экстрасол» для ускорения разложения стерни, пожнивных остатков и соломы злаковых культур [Электронный ресурс]. – Режим доступа: ati-agro.ru/material/extrasol/razlozhenie-solomy.
575. Репецкий, А. Т. Почвозащитная обработка под подсолнечник / А. Т. Репецкий, В. В. Яровенко // Земледелие. – 1983. – № 4. – С. 22–23.
576. Ресурсосберегающие технологические комплексы возделывания яровой пшеницы в агроландшафтах Поволжья: методические рекомендации / Под общ. ред. А. И. Шабаева. – Саратов, 2007. – 76 с.
577. Реутов, В. П. Парадоксы в земледелии. Можно ли их устранить? / В. П. Реутов // Земледелие. – 1987. – № 6. – С. 20–22.
578. Решетов, Г. Г. Основные положения по промывкам засоленных земель Саратовской области / Г. Г. Решетов, В. А. Нагорный, В. В. Гордиенко. – Саратов : Изд. центр СГСЭУ, 2001. – 46 с.
579. Роде, А. А. Водный режим и баланс целинных почв полупустынного комплекса / А. А. Роде // Водный режим почв полупустыни. – М. : Изд-во АН СССР, 1963. – С. 5–83.
580. Роде, А. А. Основы учения о почвенной влаге / А. А. Роде. – Т. 1. – Л., 1965. – 664 с.
581. Роде, А. А. Основы учения о почвенной влаге / А. А. Роде. – Т. 2. – Л., 1969. – 288 с.
582. Розов, Л. П. Мелиоративное почвоведение / Л. П. Розов. – М. : Гос. изд-во с.-х. лит-ры, 1956. – 439 с.

583. Роль природных ресурсов в адаптивном растениеводстве / Н. Г. Ковалев [и др.] // Мелиорация и водное хозяйство. – 2001. – № 6. – С. 13–15.
584. Романов, О. В. Изменение агрофизических свойств почв при частичной потере гумуса / О. В. Романов, Н. Л. Макарова // Земледелие. – 1992. – № 7–8. – С. 20–21.
585. Российский статистический ежегодник 2006 : Стат. сб. Росстат / Аномалии осадков. – Р76 М 2006. – 806 с.
586. Русакова, И. В. Применение соломы с бесподстилочным навозом на дерново-подзолистой супесчаной почве / И. В. Русакова // Плодородие. – 2007. – № 5. – С. 31–32.
587. Русанов, В. А. Проблема переуплотнения почв движителями и эффективные пути ее решения / В. А. Русанов. – М. : ВИМ, 1998. – 368 с.
588. Рябов, Е. И. Имитация природы в агросистемах / Е. И. Рябов // Земледелие. – 1995. – № 4. – С. 6–8.
589. Сабилов, М. С. Лиманное орошение в Казахской ССР, его роль в производстве кормов / М. С. Сабилов // Лиманное орошение. – М. : Колос, 1970. – С. 46–60.
590. Саваренский, Ф. П. Избранные сочинения / Ф. П. Саваренский. – М. : Изд-во АН СССР, 1950. – С. 412.
591. Сайфулин, М. Заглянуть в будущее / М. Сайфулин // Ресурсосберегающее земледелие. – 2008. – № 1. – С. 31–32.
592. Салангинас, Л. А. Интеграл эффективен при залужении нефтезагрязнённых земель / Л. А. Салангинас // Земледелие. – 2003. – № 5. – С. 37–38.
593. Санковский, В. И. Чизелевание в условиях Белорусии / В. И. Санковский // Земледелие. – 1985. – № 9. – С. 40–41.
594. Сапега, В. А. Характеристика влагообеспеченности в различных почвенно-климатических зонах на севере Казахстана и ее связь с урожайностью яровой пшеницы // Зерновые культуры. – 1990. – № 4. – С. 14–16.
595. Сапега, В. А. Характеристика влагообеспеченности в различных почвенно-климатических зонах на севере Казахстана и ее связь с урожайностью яровой пшеницы / В. А. Сапега // Зерновые культуры. – 1990. – № 4. – С. 14–16.
596. Сдобников, С. С. Проблемы степного земледелия / С. С. Сдобников // Земледелие. – 2000. – № 2. – С. 9.

597. Сдобников, С. С. Новое в теории и практике обработки почвы / С. С. Сдобников // Земледелие. – 2000. – № 2. – С. 4–7.
598. Севооборот, удобрения и плодородие почвы / Е. П. Денисов [и др.] / СГАУ. – Саратов, 1999. – 216 с.
599. Седова, Л. Посевы сельскохозяйственных культур по стерне завоевывают популярность / Л. Седова // Земледелие. – 1982. – № 9. – С. 7.
600. Селиванов, И. Бактерии защищают растения от засухи / И. Селиванов // Сельская жизнь. – 2006. – 18 июля.
601. Сельскохозяйственная экология: учеб. пособие / Под общ. ред. А. В. Голубева, Н. А. Мосиенко. – Саратов: СГСХА, 1997. – 418 с.
602. Семякин, В. А. Почвенная влага при контурно-мелиоративном земледелии / В. А. Семякин, В. И. Колесняк // Земледелие. – 1992 – № 11–12. – С. 11–12.
603. Сергеев, Г. Я. Влияние препарата Байкал ЭМ 1 на скорость разложения соломы / Г. Я. Сергеев, В. В. Каверович, Т. А. Костенко // Земледелие. – 2006. – № 4. – С. 14–15.
604. Серых, Г. И. Полнее использовать зимне-весенние осадки / Г. И. Серых, В. П. Суворов, П. А. Леконцев // Земледелие. – 1986. – № 12. – С. 15–18.
605. Сидерация как фактор биологизации земледелия / Ю. М. Возняковская [и др.] // Земледелие. – 1999. – № 1. – С. 24–26.
606. Сидоренко, Н. Я. Эффективность щелевания почвы / Н. Я. Сидоренко, Н. И. Картамышев, В. А. Порядин // Земледелие. – 1980. – № 1. – С. 22–25.
607. Сидоров, М. И. Использование соломы на удобрение / М. И. Сидоров, Н. И. Зезюков // Земледелие. – 1988. – № 11. – С. 48–50.
608. Сидоров, М. И. Плодородие и обработка почвы / М. И. Сидоров. – Воронеж : Центр.-Черноз. кн. изд-во, 1981. – С. 23–28.
609. Синягин, В. Отказ от будущего / В. Синягин // Наука и жизнь. – 2000. – № 10. – С. 18–23.
610. Скорняков, С. М. Плуг : крушение традиций? / С. М. Скорняков. – М. : Агропромиздат, 1989. – 176 с.

611. Слесарев, В. Н. Совершенствование противоэрозионной обработки на юге Западной Сибири / В. Н. Слесарев, Л. В. Юшкевич, А. Г. Щитов // Земледелие. – 1981. – № 11. – С. 13–15.
612. Снижение эрозионных процессов при возделывании пропашных культур на склонах : патент // Земледелие. – 1994. – № 6. – С. 31.
613. Соболева, Г. За бактериальными препаратами – будущее / Г. Соболева, Г. Березкина // Земледелие. – 1992. – № 1. – С. 25–25.
614. Современное состояние плодородия почв Ульяновской области на основе мониторинга реперных участков / А. Х. Куликова [и др.] // Плодородие. – 2008. – № 1. – С. 24–25.
615. Соколов, И. А. Взаимодействие почвы и среды: почва – память и почва момент / И. А. Соколов, В. О. Таргульян // Изучение и освоение природной среды. – М. : Наука, 1976.
616. Соколов, Н. М. Обоснование параметров гребнестерневых кулис, образуемых почвообрабатывающим орудием ОП-3С / Н. М. Соколов / Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. – 2010. – № 11. – С. 59–62.
617. Солнечная цикличность // Материал из Википедии – свободной энциклопедии. – Режим доступа : http://ru.wikipedia.org/wiki/Солнечный_цикл.
618. Соловьев, В. А. Мелководные лиманы / В. А. Соловьев / Под ред. А. М. Смирнова. – Саратов, 1954. – 55 с.
619. Соловьев, В. А. Сельскохозяйственное использование земель лиманного орошения / В. А. Соловьев. // Лиманное орошение. – М. : Колос, 1970. – С. 150–156.
620. Солома в качестве удобрения / И. М. Доценко [и др.] // Земледелие. – 1987. – № 2. – С. 36–37.
621. Солома и водный режим почвы : материалы ВНИИТЭИСХ // Земледелие. – 1985. – № 4. – С. 29.
622. Солома – перспективное удобрение / П. К. Иванов [и др.]. – Саратов : Коммунист, 1971. – 4 с.
623. Солома плюс азот – источник гумуса : материалы ВНИИТЭИагропром // Земледелие. – 1992. – № 1. – С. 18.
624. Солома на удобрение / Ю. В. Буденный [и др.] // Земледелие. – 1990. – № 12. – С. 53–55.
625. Сорные растения и меры борьбы с ними: учебное пособие / Е. П. Денисов [и др.]. – Саратов: ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ» – 2003. – 79с.

626. Сочава, В. Б. Геотопология как раздел учения о геосистемах. Топологические аспекты учения о геосистемах / В. Б. Сочава. – Новосибирск : Наука, 1975. – 243 с.
627. Спирин, А. П. Влагосберегающая обработка почвы / А. П. Спирин // Земледелие. – 2005. – № 2. – С. 18–19.
628. Список пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению // Приложение к журналу «Защита растений». – М., 2003. – № 4.
629. Список циклов солнечной активности : материал из Википедии — свободной энциклопедии. – Режим доступа : [http // ru.wikipedia.org/wiki / Список циклов_солнечной_активности](http://ru.wikipedia.org/wiki/Список_циклов_солнечной_активности).
630. Справочник агронома-полевода Поволжья / Под ред. В. И. Кафарены. – Саратов: Приволж. кн. изд-во, 1980. – 287 с.
631. Справочник по орошаемому земледелию / Сост. Н. А. Мосиенко. – Саратов: Приволж. кн. изд-во, 1993. – 432 с.
632. Справочное пособие для фермеров Саратовской области / Ю. Г. Нарядкин [и др.]. – Саратов, 2001. – Ч. 2. – Земледелие, растениеводство. – 92 с.
633. Старовойтов, К. А. Влияние пожнивных остатков на баланс гумуса почвы / К. А. Старовойтов // Земледелие. – 1983. – № 9. – С. 17–18.
634. Сурмач, Г. П. Прогнозирование стока талых вод / Г. П. Сурмач, М. М. Ломакин, Л. П. Шестокова // Земледелие. – № 4. – 1989. – С. 29–31.
635. Сурмач, Г. П. Распределение поверхностного стока в лесостепных и степных районах европейской части РСФСР / Г. П. Сурмач // Земледелие. – 1985. – № 1. – С. 22–24.
636. Сурова, Г. А. Основные факторы влагонакопления и стока талых весенних вод / Г. А. Сурова // Земледелие. – 2004. – № 2. – С. 18–19.
637. Сурова, Г. А. Приемы размораживания почвы и особенности влагонакопления / Г. А. Сурова // Земледелие. – 2004. – № 6. – С. 6–7.
638. Тарасенко, П. В. Возделывание кукурузы на корнаж при лиманном орошении в юго-восточных районах Саратовского Заволжья: автореф. дис.... канд. с.-х. наук. / П. В. Тарасенко. – Саратов, 1988 – 18 с.

639. Тарасенко, П. В. Солома – фактор влагосбережения / П. В. Тарасенко, В. И. Губов, А. В. Уваров // Проблемы землеустройства и мелиорации земель в Саратовской области / ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2008. – 320 с.
640. 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 / Б. И. Туктаров, В. А. Нагорный / ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ» – Саратов, 2005 – С. 188–235.
641. Тарасенко, П. В. Влияние лиманного орошения на эколого-мелиоративное состояние земель / П. В. Тарасенко, С. А. Подмарев // Ресурсо-водосбережение на орошаемых землях Саратовской области / Б. И. Туктаров, В. А. Нагорный / ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ» – Саратов, 2005 – С. 235–255.
642. **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. – по адресу <http://www.science-education.ru/107-8309>.
643. Темников, В. Н. Использование ГИС-технологий и материалов дистанционного зондирования в земледелии / В. Н. Темников, К. В. Темников // Ресурсосберегающее земледелие на рубеже XXI века : сб. матер. Межд. науч.-пр. конф. / РГАЗУ. – М., 2009. – С 217–223.
644. Теория и практика известкования чернозёмов республики Башкортостан / Р. А. Акбиров [и др.] // Плодородие. – 2007. – № 1. – С. 23–24.
645. Технический отчет по агрохимическому и солевому обследованию почв лимана Бурдинский Алтайского района / ГУ Саратовская гидрогеолого-мелиоративная партия. – Энгельс, 1999. – 24 с.
646. Технология выращивания кормовых культур на лиманах Саратовской области / Н. Г. Воронин [и др.]. – Саратов. : Ротапринт Сар. СХИ, – 1982.
647. Технология мелиорации и возделывания сельскохозяйственных культур на солонцовых землях Саратовской области. – Саратов, СХИ, 1986. – С. 101–116.
648. Технологии точного земледелия // Ресурсосберегающее земледелие. – 2008. – № 1. – С. 30.

649. Тигин, В. П. Динамика изменения агрохимических показателей плодородия черноземов и серых лесных почв среднего Поволжья и приемы его воспроизводства : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / В. П. Тигин. – Саратов, 2006. – 23 с.
650. Тимченко, Н. С. Возможности расширения площадей под кормовые культуры в зоне оросительной системы / Н. С. Тимченко // Эффективное использование орошаемых земель в степных районах. – М.: Колос, 1974. – С. 313–317.
651. Тимченко, Н. С. Затопление ярусных систем и его влияние на режим грунтовых вод, водно-физические свойства почвы и ее солевой состав / Н. С. Тимченко // Использование местного стока для орошения на северном Кавказе. – Т. XII. – Вып. 3. – Новочеркасск, 1975. – С. 111-150.
652. Тимченко, Н. С. Расчет лиманов, использующих местный сток и сбросные воды оросительно-обводнительных систем / Н. С. Тимченко // Лиманное орошение. – М. : Колос, 1984, – С. 79–91.
653. Тимченко, Н. С. Сельскохозяйственное использование дополнительных орошаемых участков в зоне Верхне-Сальской обводнительно-оросительной системы / Н. С. Тимченко // Использование местного стока для орошения на Северном Кавказе. – Т. XII. – Вып. 3. – Новочеркасск, 1975. – С. 45–49.
654. Тимченко, Н. С. Прогноз гидрохимического режима грунтовых вод в зоне ярусной системы лиманов / Н. С. Тимченко // Лиманное орошение / ВАСХНИЛ. – М. : Колос, 1984. – С. 87–92.
655. Тимченко, Н. С. Элементы расчета и организации производства работ при строительстве ярусных систем комбинированного орошения / Н. С. Тимченко // Использование местного стока на Северном Кавказе. – Том XII. – Вып. 3. – Новочеркасск, 1985. – 103 с.
656. Типы ландшафтных территориальных структур / Г. И. Швобс [и др.] // Физическая география и геоморфология. – 1986. – Вып. 33. – С. 47–49.
657. Титов, А. Х. Плоскорезная на Дону / А. Х. Титов // Земледелие. – 1988. – № 4. – С. 53–54.
658. Тихонов, В. Е. Соотношение осадков и урожайности яровой пшеницы в Оренбургском Приуралье / В. Е. Тихонов // Зерновое хозяйство. – 2005. – № 5. С. 2–4.

659. Тихонов, А. В. Удобрение соломой / А. В. Тихонов // Земледелие. – 1980. – № 1. – С. 46–48.
660. Тихонович, И. А. Создание широкомасштабного производства микробиологических препаратов для повышения экологической устойчивости сельскохозяйственного производства в России / И. А. Тихонович // Природные ресурсы – национальное богатство России. – М. : Изд-во Рос. ун-та дружбы народов, 2000. – С. 209–212.
661. Тищенко, Ю. М. Орошение кукурузы затоплением по крупным чекам / Ю. М. Тищенко // Тр. Валуйской опыт.-мел. ст. им. П. А. Костычева / Под ред. Б. А. Шумакова. – Волгоград.: Нижне-волж. кн. изд-во, 1966. – С. 60–70.
662. Толоконников, В. В. Влагосберегающая обработка под сою в Нижнем Поволжье / В. В. Толоконников, Ю. П. Даниленко, О. В. Исупова // Земледелие. – 2003. – № 2. – С. 22–23.
663. Томенко, В. С. Лиманное орошение в Уральской области / В. С. Томенко // Лиманное орошение. – М. : Колос, 1984. – С. 216–226.
664. Томенко, В. С. Эффективность удобрений на лиманах / В. С. Томенко // Вестник с.-х. науки Казахстана. – 1984. – №10. – С. 54 – 55.
665. Трошенков, В Вспышки на солнце – полярные сияния на земле : сентябрь 2003 – апрель 2004 гг. / В. Трошенков [Электронный ресурс].– Режим доступа: <http://murmago.narod.ru/articles/sunauro.htm>.
666. Трунов, И. А. Влияние агроландшафта и почвообразующих пород на развитие водной эрозии (в условиях Тамбовской равнины) / И. А. Трунов, А. В. Зубков // Мелиорация и водное хозяйство. – 2004. – № 6. – С. 23–26.
667. Трунов, И. А. Водная эрозия черноземов на склонах малой крутизны / И. А. Трунов, А. В. Зубков // Мелиорация и водное хозяйство. – 2001. – № 6. – С. 16–19.
668. Туктаров, Б. И. Лиманное орошение в Заволжье / Б. И. Туктаров. – Саратов, 1998. – 316 с.
669. Туктаров, Б. И. Водосбережение на орошаемых землях Саратовской области / Б. И. Туктаров, В. А. Нагорный, П. В. Тарасенко. – Саратов, 2012. – 389 с.

670. Туктаров, Б. И. Кормовые культуры на лиманах / Б. И. Туктаров // Материалы третьей научной конференции молодых ученых и специалистов сельского хозяйства. Часть II. – Саратов, 1975. – С. 137 – 139.
671. Туктаров, Б. И. Особенности землеустройства Малоузенской системы лиманного орошения / Б. И. Туктаров // Проблемы землеустройства и мелиорации земель в Саратовской области. – Саратов : ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ», 2008. – 320 с.
672. Туктаров, Б. И. Резервы ресурсо- и водосбережения на системах лиманного орошения в Саратовском Заволжье / Б.И. Туктаров, В.А. Нагорный, П. В. Тарасенко // Мелиорация и водное хозяйство. – 2003. – № 6. – С. 8–10.
673. Туктаров, Р. Б. Агроэкологический мониторинг и приемы восстановления продуктивности земель лиманного орошения в полупустынной зоне Саратовского Заволжья: автореферат дисс. ... канд. с.-х. наук / Р. Б. Туктаров. – Саратов, 2009. – 22 с.
674. Тулайков, Н. М. Борьба с засухой / Н. М. Тулайков // Сельскохозяйственная наука в СССР. – М. – Л., 1934.
675. Тулин, А. С. Удобрение соломой и урожай озимой пшеницы в Предгорном Крыму / А. С. Тулин, В. С. Саламашенко // Агрехимия. – 1974. – № 4. – С. 41–48.
676. Тумасов, В. Н. Приемы обработки почвы в различных клиньях севооборота : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Тумасов В. Н. – Саратов, 1964. – 17 с.
677. Тюрюканов, А. Н. О чем говорят и молчат почвы / А. Н. Тюрюканов. – М. : Агропромиздат, 1990. – 224 с.
678. Управление технологическими процессами возделывания сельскохозяйственных культур на основе математического моделирования / Е. П. Денисов [и др.] // ВГСА. – Волгоград, 1997. – 386 с.
679. Уполовников, Д. А. Влияние мелиоративных и агрохимических приемов на плодородие каштановых почв и урожайность яровой пшеницы в сухостепной зоне Заволжья : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Д. А. Уполовников. – Саратов, 2005. – 18 с.
680. Урожайность полевых культур при разных моделях пахотного слоя дерново-подзолистой почвы / А. И. Пупонин [и др.] // Земледелие. – 1990. – № 6. – С. 31–34.
681. Усов, Д. А. Практическое руководство по лиманному орошению / Д. А. Усов. – Алма-Ата : Кайнар, 1969. – С. 124–125.

682. Усов, Н. И. Генезис и мелиорация почв Каспийской низменности / Н. И. Усов. – Саратов. – 1940. – 439 с.
683. Ушаков, Р. Н. Потери от засухи можно уменьшить / Р. Н. Ушаков // Земледелие. – 2003. – № 2. – С. 7.
684. Ушкаренко, В. А. Научное обоснование агротехники при орошении / В. А. Ушкаренко // Земледелие. – 1983. – № 5. – С. 38–41.
685. Фагелер, П. Режим катионов и воды в минеральных почвах / П Фагелер. – М. : Гос. изд-во с.-х. лит-ры, 1938. – 359 с.
686. Файбищенко, Б. А. Водно-солевой режим грунтов при орошении / Б. А. Файбищенко. – М. : Агропромиздат, 1986. – С. 181–245.
687. Федорин, Ю. В. Гумусное состояние почв пахотных угодий / Ю. В. Федорин // Земледелие. – 1988. – № 3. – С. 25–26.
688. Федоров, Б. В. О критическом режиме грунтовых вод / Б. В. Федоров // Борьба с засолением орошаемых земель. – М. : Колос, 1967. – С. 50–52.
689. Федоров, Е. К. Изменение климата и стратегия человечества / Е. К. Федоров // Метеорология и гидрология. – 1979. – № 7. – С. 12–24.
690. Федоров, Н. И. Продуктивность пшеницы / Н. И. Федоров. – Саратов. : Приволж. кн. изд-во, 1980. – 176 с.
691. Федоров, М. В. Почвенная микробиология / М. В. Федоров. – М. : Сов. Наука, 1954. – 484 с.
692. Федосеев, А. П. Агротехника и погода / А. П. Федосеев. – Л. : Гидрометеиздат, 1979. – 240 с.
693. Федотова, Н. И. Роль стерни в улучшении водного режима почвы / Н. И. Федотова // Земледелие. – 1980. – № 1. – С. 28–29.
694. Феров, В. А. Микрокулисы из стерни / В. А. Феров, Н. И. Левченко // Земледелие. – 1983. – № 5. – С. 25.
695. Физико-химические исследования водорастворимости полимеров с целью применения их для улучшения водно-физических свойств почв : отчет НИИ химии СГУ // Акт № 490 от 30.09.1989 г.

696. Филимонов, М. С. Основные результаты по орошению кормовых культур затоплением по чекам в Волгоградской области и Калмыкской АССР / М. С. Филимонов // Тр. Валуйской опыт.-мелиор. ст. им. Н.А. Костычева / Под. ред. Б. А. Шумакова. – Волгоград: Нижн.-Волж. кн. изд-во, 1966. – С. 187–205
697. Филипьев, И. Д. Солому – на удобрение / И. Д. Филипьев, В. В. Гамаюнова // Земледелие. – 1982. – № 2. – С. 39–40.
698. Фисюнов, А. В. Сорные растения / А.В. Фисюнов. – М. : Колос, 1984. – 320 с.
699. Фольмер, Н. И. Пути увеличения активной влаги в почве / Н. И. Фольмер // Земледелие. – 1983. – № 7. – С. 61–62.
700. Фомичев, Г. Д. Влияние минеральных удобрений на межполосных полях на урожай ячменя / Г. Д. Фомичев // Бюллетень Всесоюзного НИИ агролесомелиорации. – Волгоград, 1971. – Вып. 11 (65). – С. 71–77.
701. Фридланд, В. М. Агропроизводственные группировки почв и их роль в улучшении земельных фондов / В. М. Фридланд // Агрохимия. – 1966. – №4. – С. 10–13.
702. Фридланд, В. М. Структура почвенного покрова / В. М. Фридланд. – М. : Мысль, 1972. – 425 с.
703. Фульвокислота повышает устойчивость растений к засухе: материалы ВНИИТЭИСХ // Земледелие. – 1988. – № 3. – С. 50.
704. Хабибрахманов, Х. Х. Элементы биологизации земледелия дали высокий эффект / Х. Х. Хабибрахманов, А. И. Хайруллин // Земледелие. – 2005. – № 2. – С. 14.
705. Хабибрахманов, Х. Х. Приемы биологизации и развитие яровой пшеницы и многолетних трав / Х. Х. Хабибрахманов, М. Р. Ахметзянов // Земледелие. – 2004. – № 3. – С. 29.
706. Харченко, С. И. Гидрология орошаемых земель / С. И. Харченко. – Л. : Гидрометеиздат, 1975. – 372 с.
707. Хасанов, Р. Ф. Резервы обогащения почвы органикой / Р. Ф. Хасанов // Земледелие. – 1994. – № 6. – С. 21–22.
708. Хербст, Р. Точность до мелочей / Р. Хербст // Новое сельское хозяйство. – 2005. – № 5. – С. 52–54.
709. Хлеб всегда дорог // Аргументы и факты. – 2002. – № 6.

710. Хлопяников, А. М. Какая обработка лучше? / А. М. Хлопяников // Земледелие. – 1995. – № 6. – С. 19.
711. Ходовая система – почва – урожай / И. П. Ксенович [и др.]. – М. : Агропромиздат, 1985. – 304 с.
712. Хомяков, Д. М. С учетом агрометеорологических условий / Д. М. Хомяков // Земледелие. – 1991. – № 11. – С. 63–67.
713. Цыганков, А. С. Вопросы эволюции и деградации почвенного покрова Ставропольского края / А. С. Цыганков, Т. Н. Кононенко // Эволюция и деградация почвенного покрова : материалы второй Международной научной конференции. Ставрополь, 17–19 сентября 2002 г. / Ставропольский гос. агр. ун-т. – Ставрополь, 2002. – С. 27.
714. Чебакин, Е. Его величество мужик / Е. Чебакин // Завтра. – 1988. – № 12.
715. Чеботарь, В. К. Эффективность применения биопрепарата экстрасол / В. К. Чеботарь, А. А. Завалин, Е.И. Кипрушкина. – М. : Изд. Россельхозакадемии, 2007. – 216 с.
716. Чекановская, О. В. Дождевые черви и почвообразование / О. В. Чекановская. – М. ; Л. : Изд-во АН СССР, 1960. – 202 с.
717. Черепанов, М. Е. Методика исследований снежного покрова / М. Е. Черепанов // Земледелие. – 1988. – № 3. – С. 60–61.
718. Черепанов, Г. Г. Послеуборочные остатки как средство борьбы с эрозией почвы / Г. Г. Черепанов // Земледелие. – 1991. – № 10. – С. 67–70.
719. Черепанов, Г. Г. Особенности применения удобрений при минимализации обработки почвы / Г. Г. Черепанов // Земледелие. – 1987. – № 2. – С. 54–57.
720. Черкасов, Г. Н. Экологические особенности склоновых земель Центрального Черноземья и пути интенсификации земледелия / Г. Н. Черкасов, Г. А. Чуян // Адаптивные технологии производства качественного зерна в засушливом Поволжье : сб. науч. тр. / НИИСХ Юго-Востока ; Ассоциация «Аграрное образование и наука». – Саратов, 2004. – С. 18–22.

721. Черников, В. А. Экологическая безопасность и устойчивое развитие / В. А. Черников, Н. З. Милащенко, О. А. Соколов. // Устойчивость почв к антропогенному воздействию. – Кн. 3. – Пушкино : ОНТИ ПНЦ РАН, 2001. — 203 с.
722. Черных, А. А. Расчет норм и продолжительности затопления лиманов / А. А. Черных // Экспресс-информация. – Сер. 1. – Вып. 3. – М. : ЦБНТИ Минводхоза СССР, 1970. – С. 45–57.
723. Чернявский, А. А. Противозерозионные приемы в Прикарпатье / А. А. Чернявский // Земледелие. – 1982. – № 3. – С. 25–27.
724. Чернявский, А. А. Почвозащитные приемы на зяби / А. А. Чернявский // Земледелие. – 1984. – № 6. – С. 13–14.
725. Чернявский, А. А. Средства интенсификации и обработка почвы / А. А. Чернявский // Земледелие. – 1992. – № 3. – С. 22–23.
726. Чернявский, А. А. Почвозащитные приемы на зяби / А. А. Чернявский // Земледелие. – 1984. – № 6. – С. 13–14.
727. Чизельная обработка дерново-подзолистых почв / А. И. Пупонин [и др.] // Земледелие. – 1988. – № 12. – С. 34–36.
728. Чизельная – эффективнее / Л. Н. Иодко [и др.] // Земледелие. – 1992. – № 3 – С. 23–24.
729. Чирков, Ю. И. Агрометеорология / Ю. И. Чирков. – Л. : Гидрометеоиздат, 1986. – 362 с.
730. Чмиль, А. Н. Глубокое рыхление почвы в Северном Казахстане / А. Н. Чмиль, А. А. Селезнева, Н. Д. Кенджебекова // Земледелие. – 1992. – № 11–12. – С. 21–22.
731. Что дает разбрасывание соломы на поле : материалы ВНИИТЭИагропром // Земледелие. – 1987. – № 5. – С. 16.
732. Чуданов, И. А. В Среднем Поволжье / И. А. Чуданов, В. П. Васильев // Земледелие. – 1988. – № 2. – С. 43–46.
733. Шабаев, А. И. Зональные особенности почвозащитных систем земледелия в Поволжье / А. И. Шабаев // Земледелие. – 1990. – № 6. – С. 49–53.
734. Шабаев, А. И. Совершенствовать почвозащитную технологию / А. И. Шабаев // Земледелие. – 1982. – № 10. – С. 22–24.

735. Шабаев, А. И. Особенности водного режима парового поля на обыкновенных черноземах Саратовского Правобережья / А. И. Шабаев, А. И. Фирсов, Л. П. Лощина // Проблемы и пути преодоления засухи в Поволжье : сб. науч. тр. – Саратов, 2000. – Ч. 2. – С. 156–161.
736. Шабаев, А. И. Особенности обработки почвы в различных зонах и агроландшафтах Поволжья / А. И. Шабаев // Земледелие. – 2000. – № 5. – С. 13–15.
737. Шабаев, А. И. Особенности применения почвозащитных технологий по типам агроландшафтов / А. И. Шабаев // Адаптивные технологии производства качественного зерна в засушливом Поволжье : сб. науч. трудов / НИИСХ Юго-Востока ; Ассоциация «Аграрное образование и наука». – Саратов, 2004. – С. 14–18.
738. Шабаев, А. И. Развитие адаптивных систем почвозащитного земледелия в агроландшафтах Поволжья / А. И. Шабаев // Проблемы и пути преодоления засухи в Поволжье : сб. науч. тр. – Саратов, 2000. – Ч. 2. – С. 3–33.
739. Шабаев, А. И. Почвозащитные технологии, ресурсосбережение и факторы повышения продуктивности пахотных земель в агроландшафтах / А. И. Шабаев, Т. В. Демьянова / Проблемы и пути преодоления засухи в Поволжье : сб. науч. тр. – Саратов, 2000. – Ч. 2. – С.162–180.
740. Шабашов, В. В. Влаго- и энергосберегающая технология / В. В. Шабашов, В. Н. Токаренко // Земледелие. – 1988. – № 7. – С. 42–44.
741. Шабашов, В. В. Нужна ли зяблевая вспашка под пар после подсолнечника? / В. В. Шабашов, В. Н. Токаренко, А. В. Барановский // Земледелие. – 1998. – № 5. – С. 22.
742. Шеппель, П. Новое в освоении лиманов / П. Шеппель // Тр. ВолжНИИГиМ и Волгоградской опытно-мелиоративной станции. – Волгоград : Нижнее-Волж. кн. изд-во, 1968. – С. 370–375.
743. Шерстнев, В. Ф. Приемы интенсивного использования лиманных земель в сухостепном Зауралье Оренбургской области / В. Ф. Шерстнев, З. Г. Самурганов // Проблемы мясного скотоводства / Труды ВНИИМС. – Том 23. – Оренбург, 1978. – С. 92–95.
744. Шикула, Н. К. Земледелие без плуга / Н. К. Шикула // Земледелие. – 1983. – № 11. – С. 51–56.

745. Шикула, Н. К. Ответ оппонентам бесплужного земледелия / Н. К. Шикула // Земледелие. – 1989. – № 11. – С. 11–17.
746. Шищенко, П. Г. Прикладная физическая география / П. Г. Шищенко. – Киев : Высшая школа, 1988. – 322 с.
747. Шиятый, Е. И. Кулисы из многолетних трав / Е. И. Шиятый, А. Н. Чмилъ // Земледелие. – 1986. – № 6. – С. 38–40.
748. Шиятый, Е. И. Необходима ли периодическая вспашка на севере Казахстана? / Е. И. Шиятый // Земледелие. – 1989. – № 9. – С. 24–27.
749. Шиятый, Е. И. Предупредить развитие водной эрозии / Е. И. Шиятый, Н. Е. Лысенко, В. П. Передерин // Земледелие. – 1983. – № 10. – С. 25–26.
750. Шлегель, Г. Общая микробиология : пер. с нем. / Г. Шлегель. — М. : Мир, 1987. – 567 с.
751. Штоколов, Г. А. Глубоководные лиманы и пути их усовершенствования: автореф. дис...канд. с.-х. наук / Г. А. Штоколов. – Новочеркасск, 1972. – 26 с.
752. Шувалов, А. Н. Орошаемое земледелие Поволжья: состояние, перспективы развития / А. Н. Шувалов, Г. И. Фомин, В. Т. Морковкин // Мелиорация и водное хозяйство. – 1994. – № 3. – С. 15–19.
753. Шугуров, А. И. Технология больших возможностей / А. И. Шугуров. – Пенза, 2003. – 37 с.
754. Шумаков, Б. Б. Лиманное орошение на Северном Кавказе / Б. Б. Шумаков // Экспресс-информация. – Сер. 1. – Вып. 3. – М. : ЦБНТИ Минводхоза СССР, 1970. – С. 29–44.
755. Шумаков, Б. А. Лиманное орошение и его значение в засушливом степном хозяйстве / Б. А. Шумаков // Сб. науч. работ / Гос. ин-т с.-х. мелиорации. – М., 1925. – С. 1–64.
756. Шумаков, Б. А. Влияние лиманного орошения на растительность и почвы сухих степей / Б. А. Шумаков // Лиманное орошение. – М. : Колос, 1970. – С. 71–81.
757. Шумаков, Б. А. Лиманное орошение / Б. А. Шумаков, Б. Б. Шумаков. – М. : 1963. – 87 с.
758. Шумаков, Б. А. Лиманное орошение / Б. А. Шумаков. – М. : Колос, 1970. – 73 с.
759. Шумаков, Б. А. Основные принципы проектирования лиманного орошения / Б. А. Шумаков // Сб. научных трудов / ЮжНИИГиМ. – Вып. 6. – Новочеркасск, 1959. – С. 65–67.

760. Шумаков, Б. Б. Состояние и перспективы развития лиманного орошения в СССР / Б. Б. Шумаков // Лиманное орошение / ВАСХНИЛ. – М. : Колос, 1984. – С. 3–8.
761. Шумаков, Б. Б. Состояние и перспективы развития лиманного орошения в РСФСР / Б. Б. Шумаков // Использование местного стока для орошения на Северном Кавказе. – Т. XIII, – Вып. 3. – Новочеркасск, 1975. – С. 3–20.
762. Шумаков, Б. Б. К вопросу о дальнейшем развитии лиманного орошения в Поволжье / Б. Б. Шумаков // Использование местного стока для орошения на Северном Кавказе. – Т. XIII, – Вып. 3. – Новочеркасск, 1975. – С. 3–20.
763. Шумаков, Б. Б. Теоретическое обоснование элементов техники лиманного орошения / Б. Б. Шумаков // Лиманное орошение. – М. : Колос, 1970. – С. 81–121.
764. Шумаков, Б. Б. Гидромелиоративные основы лиманного орошения / Б. Б. Шумаков. – Л. : Гидрометеиздат, 1979. – 214 с.
765. Шумаков, Б. Б. Научные проблемы комплексной мелиорации земель и вод / Б. Б. Шумаков // Мелиорация и водное хозяйство. – 1994. – № 3. – С. 12–16.
766. Шушарина, Л. Т. Обработка почвы под зерновые в Западной Сибири / Л. Т. Шушарина, А. Н Шушарин // Земледелие. – 1993. – № 2. – С. 10–11.
767. Щелевание почвы в полевых севооборотах / Я. С. Гуков [и др.] // Земледелие. – 1985. – № 11. – С. 35–36.
768. Щелевание почвы наклонными стойками / А. С. Буряков [и др.] // Земледелие. – 1987. – № 2. – С. 32–34.
769. Щелевание почв с мульчированием соломой : материалы ВНИИТЭИСХ // Земледелие. – 1986. – № 6. – С. 62–63.
770. Щелевание почвы - важный фактор влагонакопления / В. Н. Слесарев [и др.] // Земледелие. – 1986. – № 8. – С.35–38.
771. Щербаков, А. П. Основные положения теории экологического земледелия / А. П. Щербаков, В. М. Володин // Вестник с.-х. науки. – 1991. – № 1. – С. 42–49.
772. Щукин, В. Б. Физиологически активные вещества и биопрепараты на посевах озимой пшеницы / В. Б. Щукин, А. А. Громов // Земледелие. – 2003. – № 5. – С. 13.
773. Эволюционные изменения почвенного покрова Ставрополя : основные причины и меры по предотвращению деградиационных процессов / В. И.

- Тюльпанов [и др.] // Эволюция и деградация почвенного покрова : материалы 2-й Международной конференции Ставрополь, 17–19 сентября 2002 г. / Ставропольский гос. агр. ун-т. – Ставрополь, 2002. – С. 5–15.
774. Экология, климат и влияние их на сельское хозяйство // Обеспечение устойчивого развития сельскохозяйственного производства и борьба с засухой / материалы сессии ВАСХНИЛ. Волгоград, 26–28 мая, 1987. – М. : Агропромиздат, 1988. – С. 68–69.
775. Экстрасол // Группа компаний "АТИ-АГРО" / Раздел «Микробиология» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ati-agro.ru/microbiology/extrasol>.
776. Эффективность основной обработки почвы под сидеральный пар / А. Х. Куликова [и др.] // Земледелие. – 2004. – № 6. – С. 10–11.
777. Эффективность растительных остатков, используемых на удобрение / Р. Ф. Еремина [и др.] // Земледелие. – 2004. – № 3. – С. 16–17.
778. Яковенко, Н.И. Пути улучшения лиманов / Н.И. Яковенко. – Элиста : Калмыцкое кн. изд-во, 1972. – 92 с.
779. Якушев, В. П. Интенсификация ресурсосбережения в АПК России / В. П. Якушев, П. В. Лекомцев, П. В. Лекомцев // Ресурсосберегающее земледелие. – 2008. – № 1. – С. 24–27.
780. Янюк, В. М. Вертикальный влагообмен в глинистых каштановых почвах Заволжья при близких грунтовых водах / В. М. Янюк // Использование орошаемых земель в Поволжье: сб. науч. трудов / ВолжНИИГиМ. – Энгельс, 1983. – С. 45–50.
781. Янюк, В. М. Обоснование допустимого уровня ирригационной нагрузки на системах лиманного орошения / В. М. Янюк, А. Н. Галибин, В. В. Майорова // Использование земель лиманного орошения в современных условиях : сб. науч. трудов. – Волгоград, 2000. – С. 79–85.
782. Яровая пшеница / А. И. Бараев [и др.] / Под общ. ред. А. И. Бараева. – М. : Колос, 1978. – 429 с.
783. Ekern, P. S. Problem of Raindrop impact Erosion «Agr. Eng» / P. S. Ekern. – 1944. – № 4–5.

784. Black, J. D. The development of an impermeable layer under straw mulch in soil management trial / J. D. Black // Austral. J. Exp. Agric. Animal Husbandry. – 1963. – No. 3. – P. 101–104.
785. Boguslawski, E. V. Die Verwertung der Strohernten als Strohdungung / E. V. Boguslawski // Arb. DLG. – 1964. – 96. – S. 1–60.
786. Bolling J. Der Bodenbdruck schwerer Ackerschlepptr und Fahrzeuge / J. Bolling, W. Sohne. – Landtechnik. – H. 2, 1982.
787. Грушка, І.Г. Нові методи ізасоби агрометеорологічних вимірювань І питання гідрометеролгічного забезпечення землеробства / І.Г. Грушка // Обмін досвідом гідрометеорологічного забезпечення сільськогосподарського виробництва у сучасних умовах / Матріали наради-семінару. – 15–20 жовтня 2001 р. м. Ялта. – Київ: Український ГМЦ, 2001. – С. 43–54.
788. Kane, R. P. Some Implications Using the Group Sunspot Number Reconstruction / R. P. Kane. – Solar Physics. – 2002. – 205 (2). – P. 383–401.
789. Fawcett, R. S. Overview of pest management for conservation tillage systems / R. S. Fawcett // Effect of conservation tillage on groundwater quality Lewis Publishers Inc. – Chelsea Michigan, 1987. – P. 19–37.
790. Follett, R. F. Distribution of Corn Roots in Sandy Soil with a Declining Water Table / R. F. Follett, R. R. Almaras, G. A. Reichman. – Agronomy Journal. – V. 66. – N. 2. – P. 288–292.
791. Follett, R. F. Effect of Irrigation and Water-Table Depth on Crop Yields / R. F. Follett, E. I. Doering, G. A. Reichman. – Agronomy Journal. – 1974. – N. 66. – P. 304–308.
792. Schwartz, P. An Abrupt Climate Change Scenario (October 2003) / P. Schwartz, D. Randall. – Internet.
793. Summary for Policymakers? A Report of Working Group I of IPCC (Shanghai, January 2001). – Internet.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

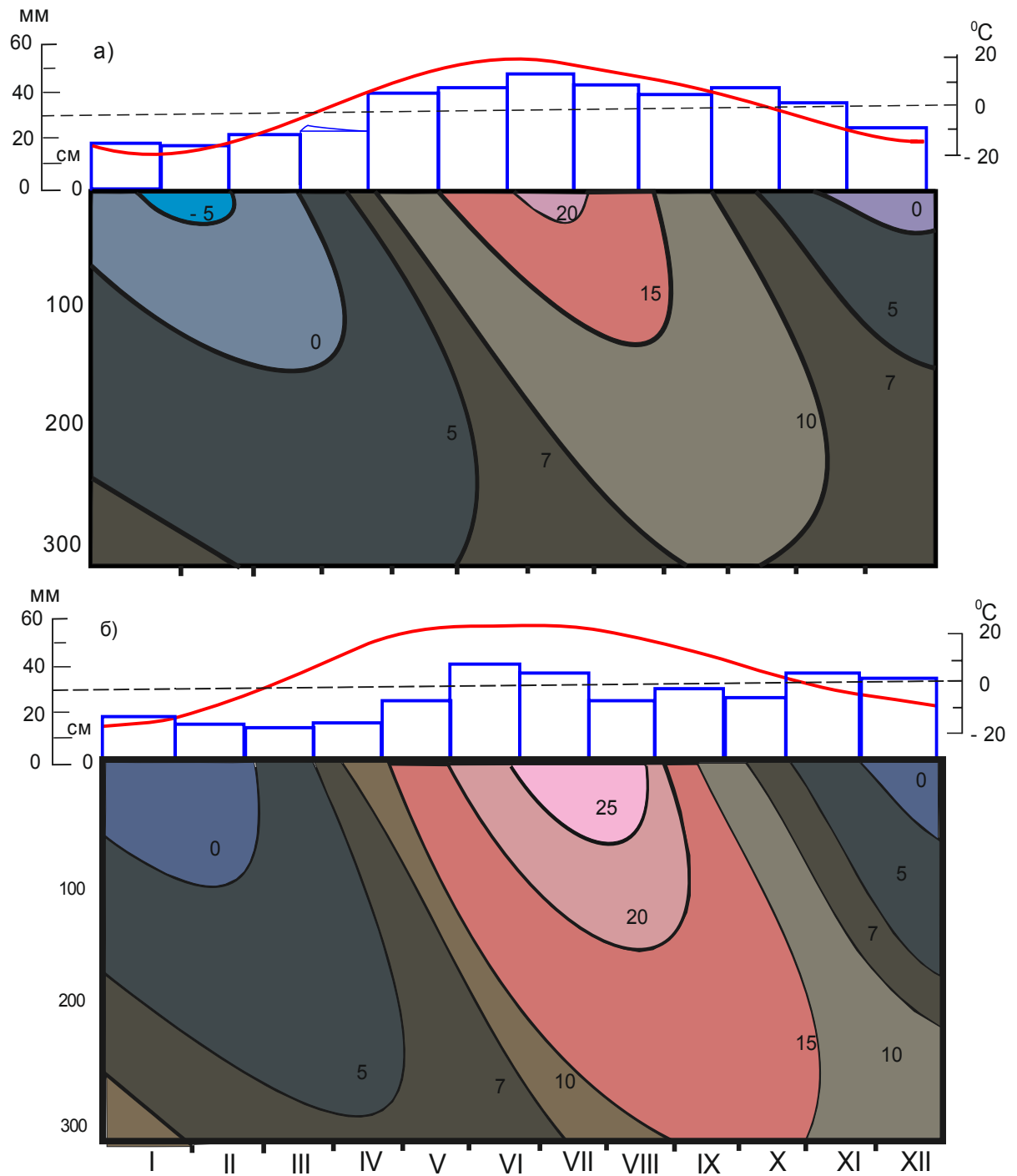


Рисунок А.1 – Термоизоплеты чернозема обыкновенного (а) и светло-каштановой почвы (б)

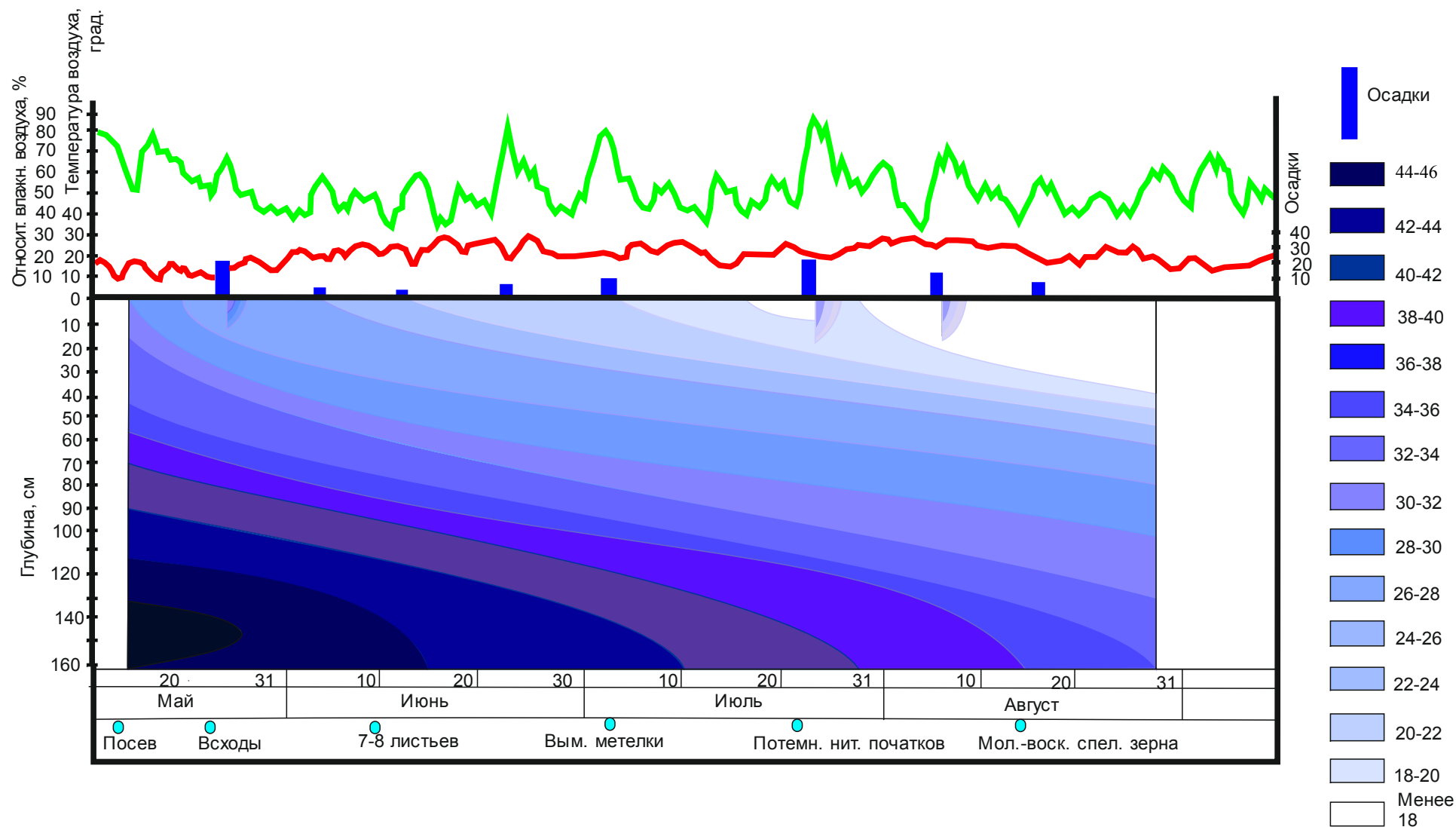


Рисунок А.2 – Хроноизоплеты влажности почвогрунтов на лимане под посевами кукурузы в 1999 г. при осеннем затоплении оросительной нормой 3,0 тыс. м³/га, % от объема

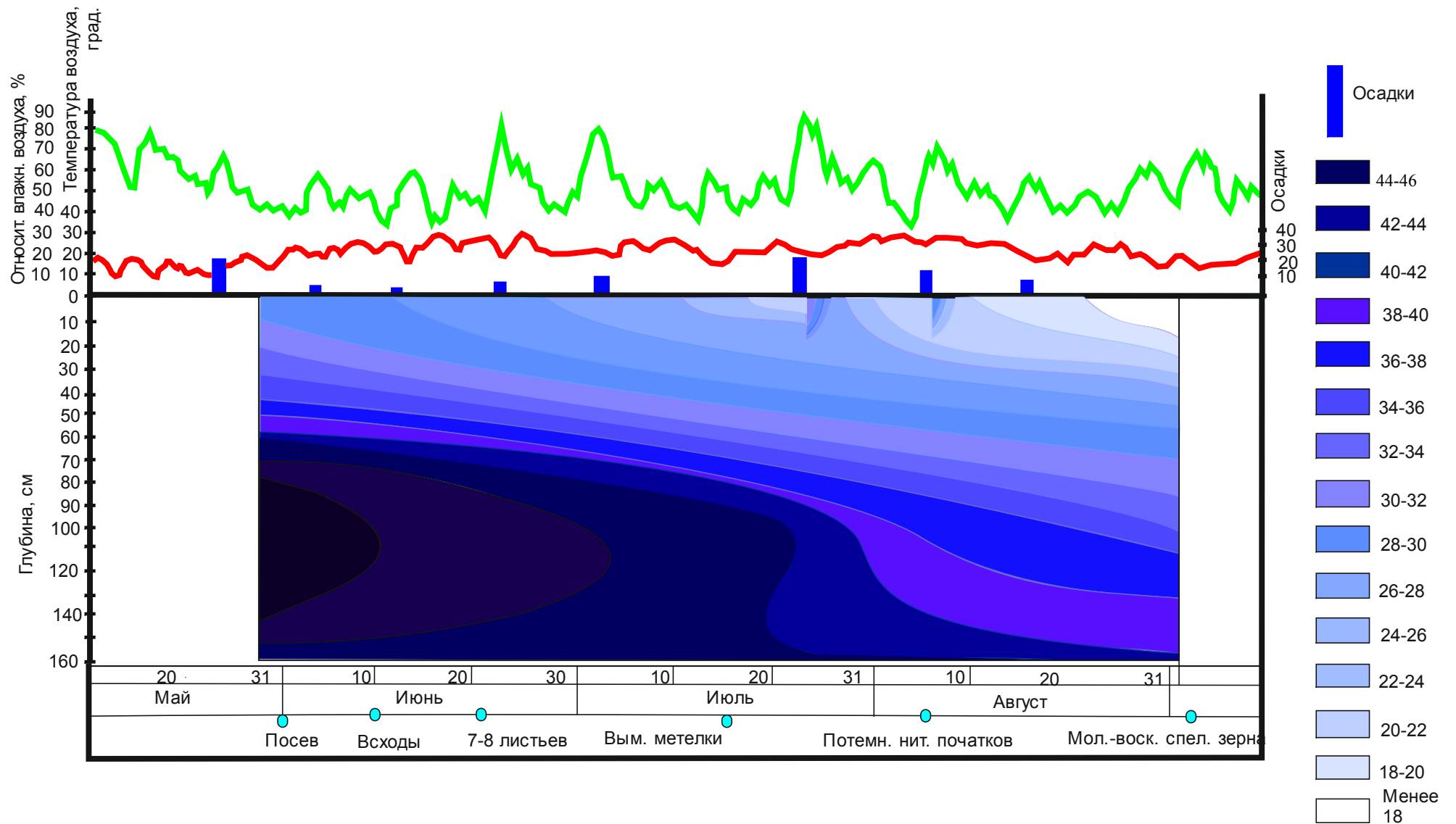


Рисунок А.3 – Хроноизоплеты влажности почвогрунтов на лимане под посевами кукурузы в 1999 г. при весеннем затоплении оросительной нормой 3,0 тыс. м³/га, % от объема

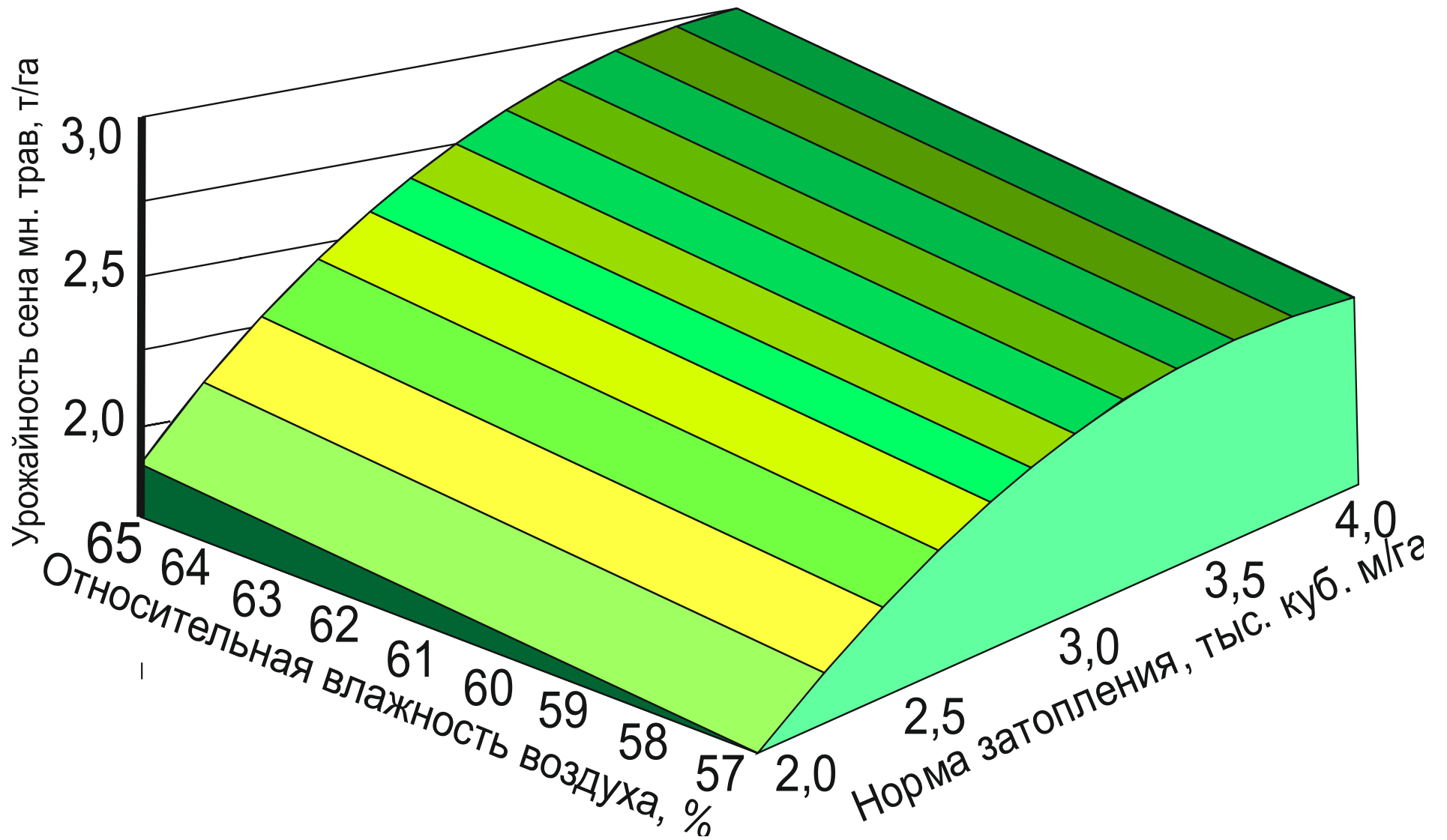


Рисунок А.4 – Зависимость урожайности многолетних трав от нормы осеннего затопления и относительной влажности воздуха

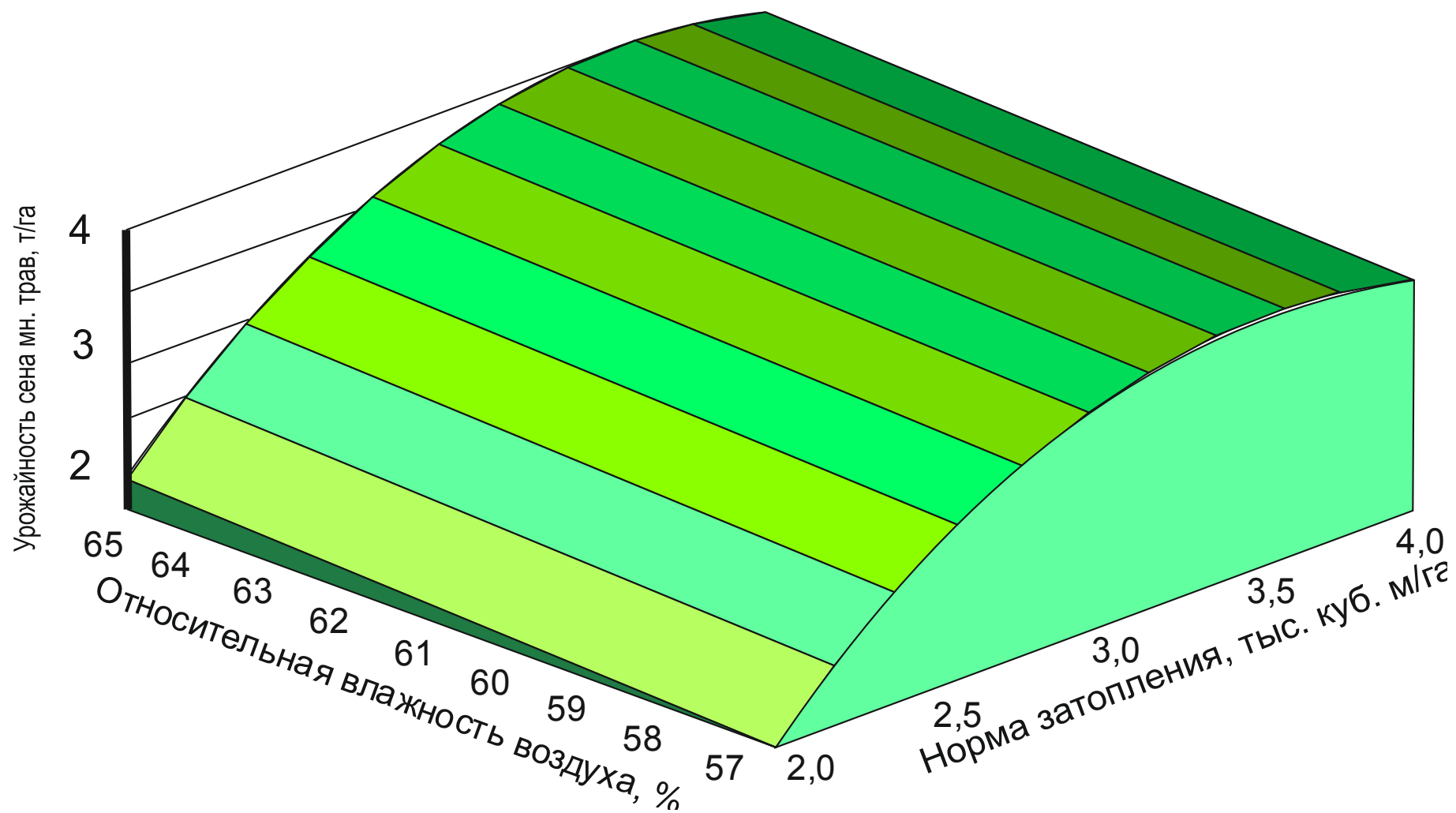


Рисунок А.5 – Зависимость урожайности многолетних трав от нормы весеннего затопления и относительной влажности воздуха

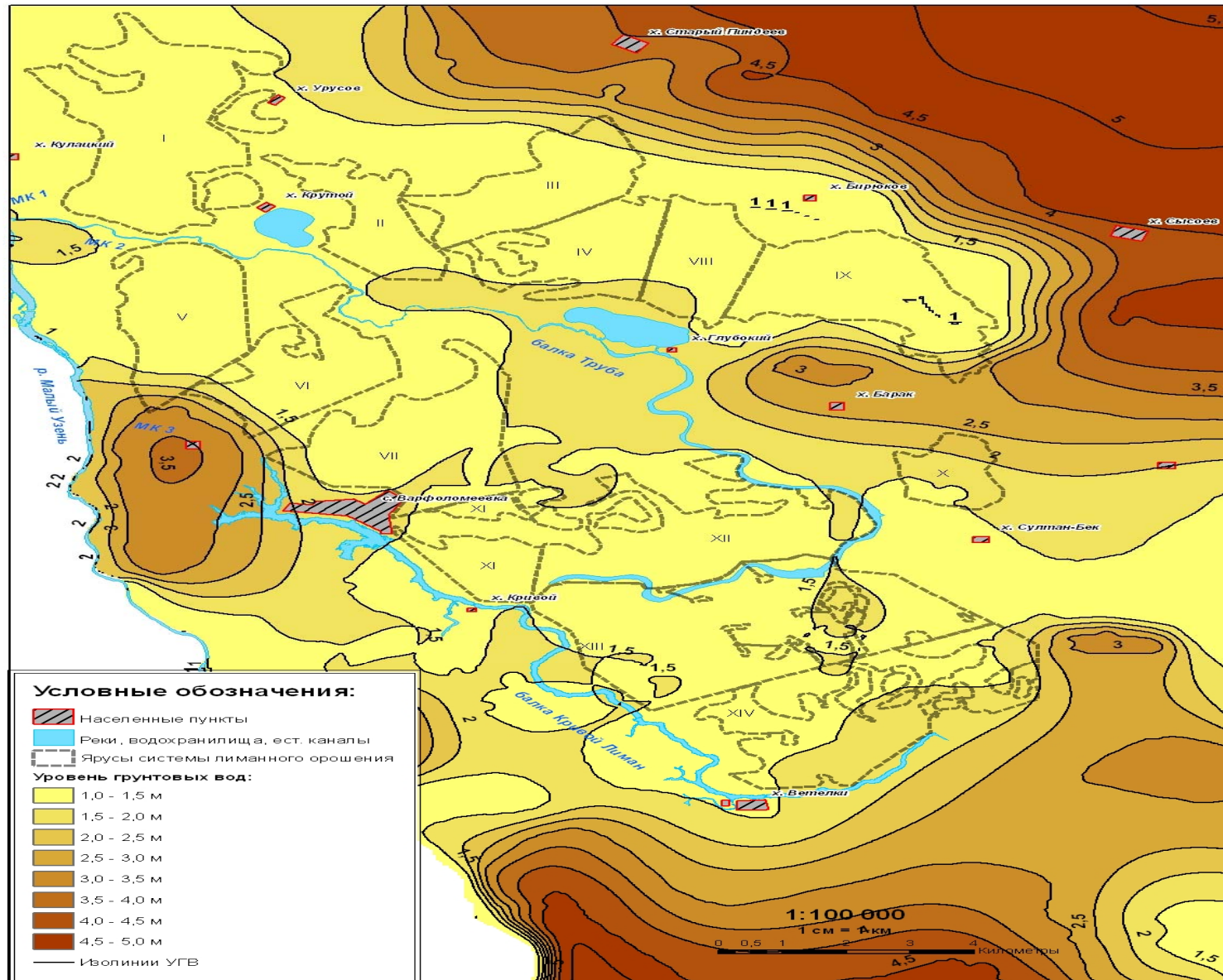


Рисунок А.6 – Залегание грунтовых вод на МСЛО и прилегающей к ней территории (1991 г.) [669]

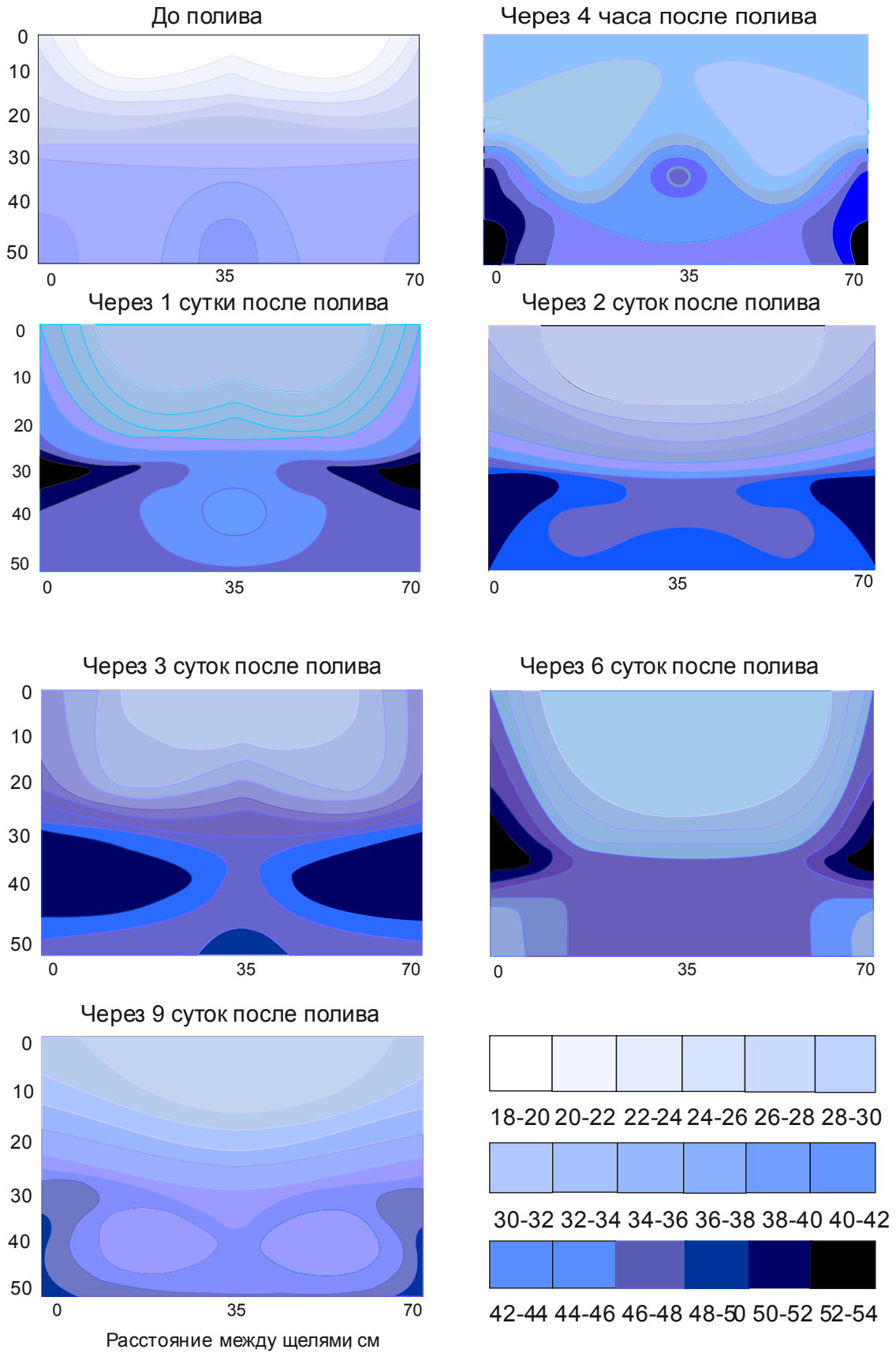
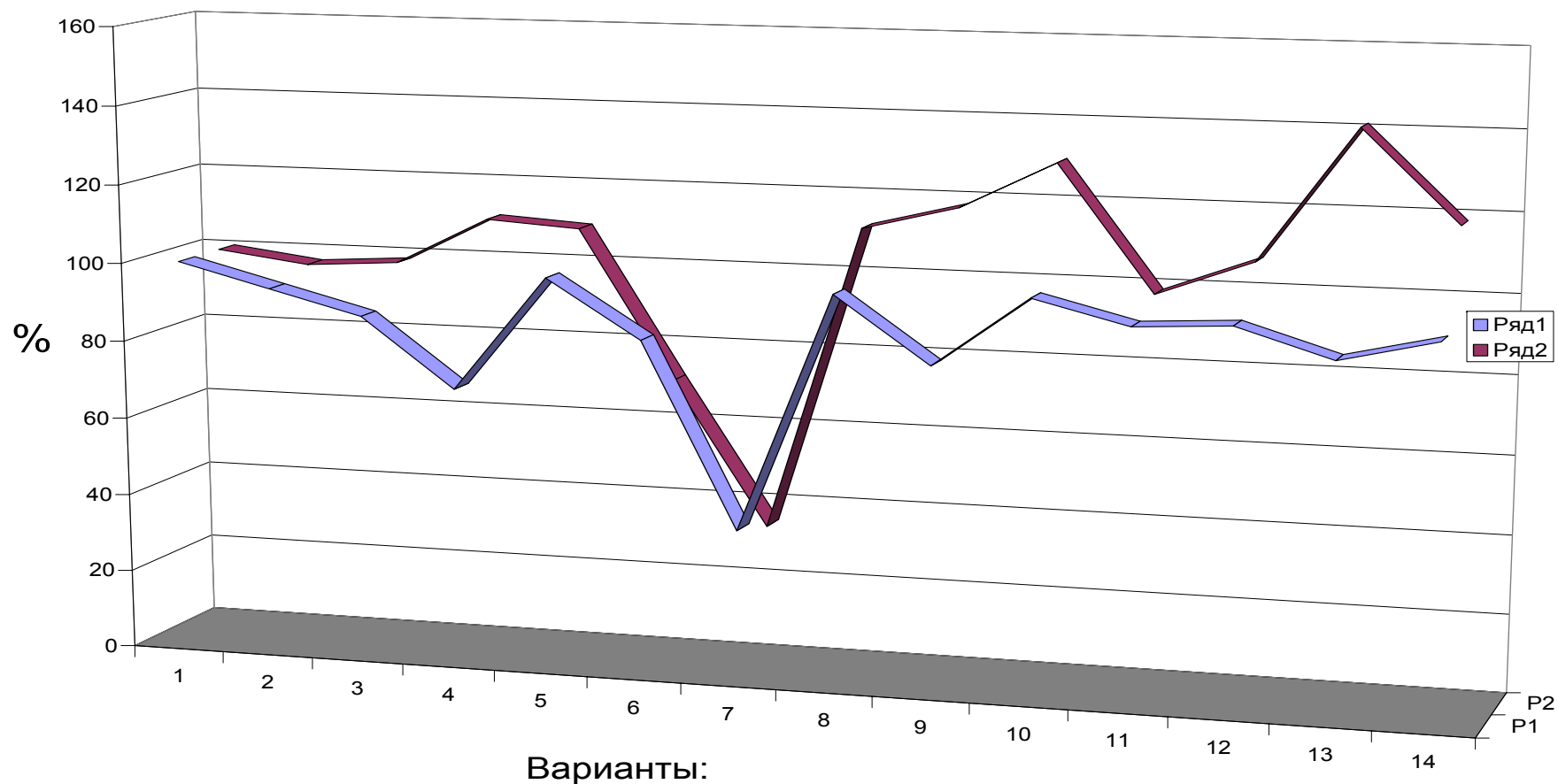


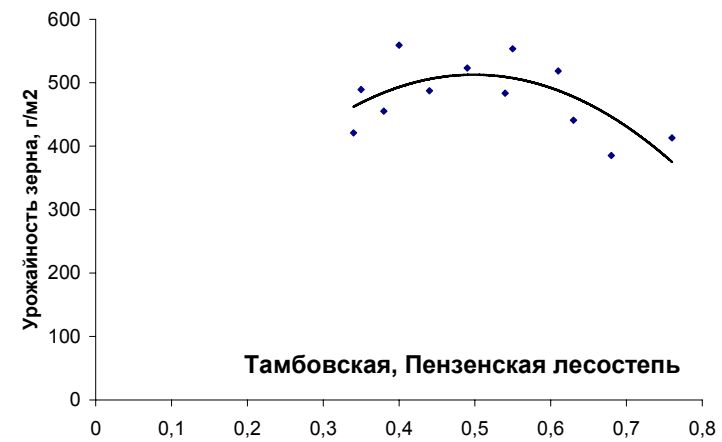
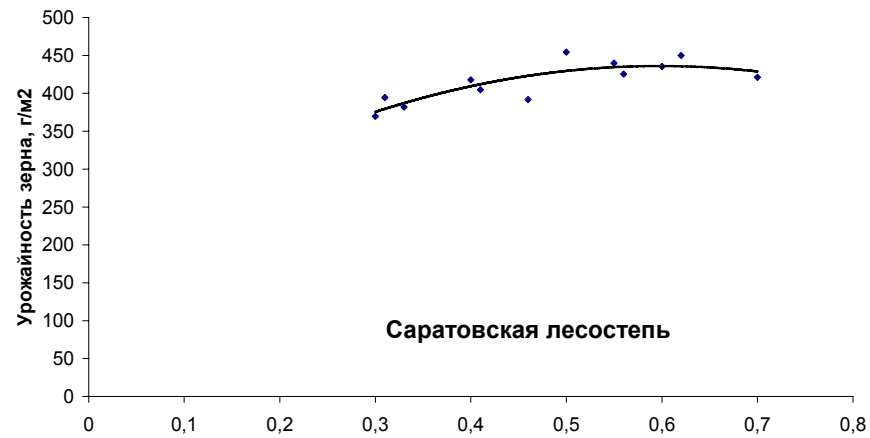
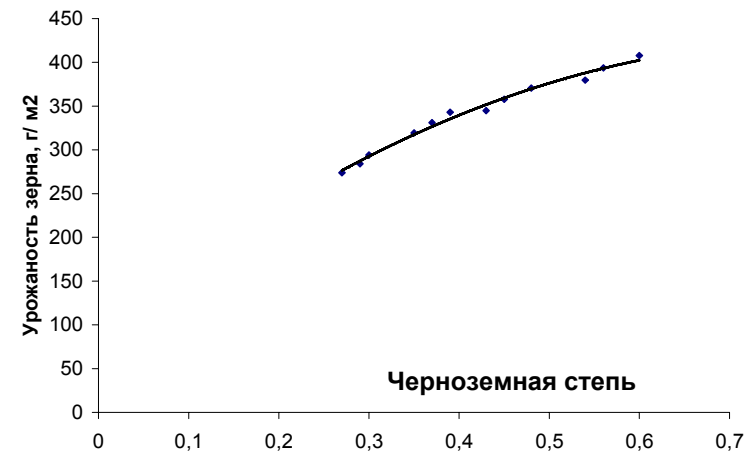
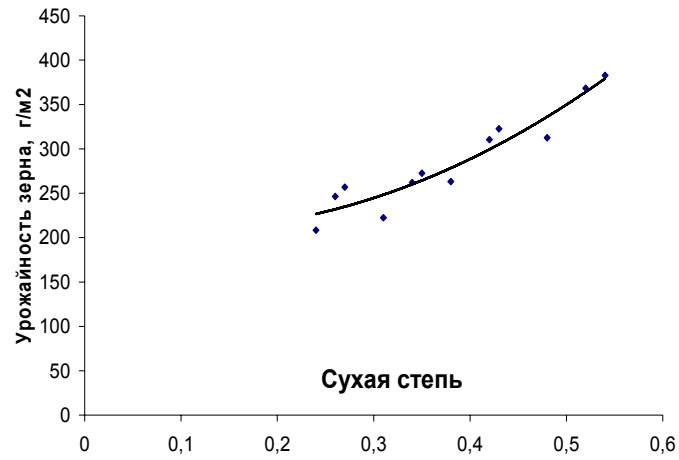
Рисунок А.7 – Хроноизоплеты влажности полуметрового межщелевого пространства чернозема южного после имитации ливня (40 мм), в % от объема почвы



Варианты:

1 – контроль (без соломы); 2 – солома 7 г/ёмкость; 3 – солома 14 г/ёмкость; 4 – солома 21 г / ёмкость;
 5 – солома 7 г + NH_4NO_3 2 г / ёмкость; 6 – солома 14 г + NH_4NO_3 6 г / ёмкость;
 7 – солома 21 г + NH_4NO_3 8 г/ёмкость; 8 – солома 7 г + Бисолби-Сан 10 мл / ёмкость;
 9 – солома 21 г + Бисолби-Сан 10 мл / ёмкость; 10 – солома 7 г + Байкал ЭМ 10 мл / ёмкость;
 11 – солома 21 г + Байкал ЭМ 10 мл / ёмкость; 12 – солома 7 г + СП 1,3 см / ёмкость;
 13 – солома 7 г + СП 2,5 см / ёмкость; 14 – ВМ + СП 2,5 см / ёмкость.
 Ряд 1 – количество проростков; Ряд 2 – высота проростков.

Приложение А.8 – Зависимость всхожести семян и высоты проростков
 яровой пшеницы от количества соломы в почве



Высота снежного покрова, м

Приложение А.9 – Тренды влияния высоты снежного покрова на урожайность зерна
озимой пшеницы в различных почвенно-климатических зонах

РЕФЕРАТ

Изобретение относится к сельскому хозяйству, в частности к способам возделывания сельскохозяйственных культур. Способ включает рыхление пахотного и подпахотного слоев, нарезание щелей с кротовинами. Верхняя часть нарезанных щелей мульчируется измельченными растительными остатками культуры-предшественника. Щели нарезаются на глубину, на 0,05-0,10 м превышающую толщину пахотного слоя. Кротовины нарезаются в средней части щелей, в пахотном слое почвы. Оставшаяся после уборки на поверхности поля солома вычесывается из стерни и перемещается в щелевое пространство. В почву, в зоне ширины захвата почвообрабатывающего орудия, локально вносятся гербициды. Техническим результатом изобретения является повышение урожайности за счет более эффективного накопления и сохранения влаги в почве, а также создание условий, способствующих повышению почвенного плодородия. 1 з.п. ф-лы, 1 ил.

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

Изобретение относится к сельскому хозяйству, в частности к способам возделывания сельскохозяйственных культур.

Известен способ борьбы с эрозией почв на склонах (патент РФ 2197797, кл. А01В 13/16, опубл. 10.02.2003), включающий создание в почве в осенний период поперечных склону траншей, нарезание на их дне водопоглощающих щелей до материнской породы и мульчирование траншей растительными остатками с созданием над ними пласта мульчи высотой 1/2-1/3 ширины траншеи. Выступающая часть мульчи, не смешанная с землей, не смерзается зимой и выполняет роль водозадерживающего и водопроводящего внутри щели элемента. Соломенная подушка, образованная мульчей в траншее и над ней, предохраняет стенки щелей от замерзания, что обеспечивает их эффективную влагопоглощающую способность, а также способствует более быстрому

прогреванию полости щели весной, что, в свою очередь, обеспечивает лучшую инфильтрацию воды в почву во время ранневесеннего и паводкового таяния снега. Недостатком данного способа является то, что процесс нарезания траншеи вместе с щелью имеет высокую энергоемкость. Также согласно патенту ширина траншей составляет 0,25-0,30 м, что сокращает пригодную для посева площадь поля.

Известен способ накопления влаги в занятых парах (патент РФ 2132602 С1, кл. А01В 79/02, опубл. 10.07.1999), заключающийся в том, что перезимовавшую и отросшую сидеральную культуру подкашивают спустя 5-7 дней после начала фазы бутонизации на высоте 0,18-0,22 см и в измельченном виде оставляют на поверхности почвы. При понижении среднесуточных температур до 4-5°С вновь отросшую отаву сидеральной культуры измельчают и запахивают. Также при промерзании почвы на глубину 0,080,10 м проводят щелевание почвы на глубину 0,400,45 м. Благодаря данному способу обеспечивается повышение содержания влаги в почве за счет перевода атмосферной влаги во внутрпочвенную и уменьшение непроизводительных потерь влаги на физическое испарение из почвы. Недостатком данного способа является то, что нарезанные щели могут со временем осыпаться и заиливаться, что снижает их функциональные возможности. Также открытые щели при повышении температуры в засушливых климатических условиях не только не сохраняют влагу, но и способствуют иссушению почвы.

Наиболее близким способом возделывания сельскохозяйственных культур является способ (авторское свидетельство СССР 1531877, кл. А01В 79/02, опубл. 30.12.1989), содержащий рыхление пахотного и подпахотного слоев почвы, образование в подпахотном слое щелей с кротовинами, заполнение щелей почвой плодородного слоя, при этом с целью повышения плодородия в кротовины вносят жидкие органические удобрения, а в зону залегания семян - жидкие минеральные удобрения. Подготовку почвы под посев семян осуществляют над кротовинами путем профильного рыхления верхней части стенок щелей и образования откосов с углом между ними 60-90°. Получаемая таким образом форма профиля в наибольшей

мере отвечает агротехническим требованиям формирования и развития мощной корневой системы растений. Все это позволяет уменьшить потери влаги, улучшить водно-воздушный режим почвы, создать условия для интенсивного развития микроорганизмов и дождевых червей. К недостаткам данного способа можно отнести то, что щели мульчируются почвой, которая имеет сравнительно высокую плотность и снижает водопроводящую способность щели. Кроме этого нарезание кротовин в подпахотном слое требует повышенных энергетических затрат, так как там более высокая плотность почвы.

Техническая задача изобретения - повышение урожайности за счет более эффективного накопления и сохранения влаги в почве, а также создания условий, способствующих повышению почвенного плодородия.

Решение поставленной задачи достигается следующей совокупностью признаков способа.

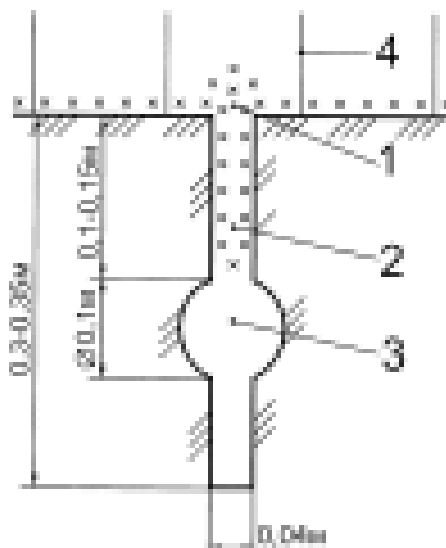
В осенний период времени производится рыхление пахотного и подпахотного слоев, нарезание щелей на глубину, превышающую на 0,05-0,10 м толщину пахотного слоя, а также кротовин в средней части щели (в пахотном слое). При этом верхняя часть нарезанных щелей мульчируется измельченными растительными остатками культуры-предшественника, которые вычесываются из стерни и перемещаются в щелевое пространство. В зоне ширины захвата почвообрабатывающего орудия выполняется локальное внесение гербицидов.

В отличие от известного в предлагаемом способе щели нарезаются на глубину 0,30-0,35 м и в верхней части мульчируются растительными остатками культуры предшественника, собранными с поверхности поля, а в зоне ширины захвата почвообрабатывающего орудия локально вносятся гербициды. При этом кротовины выполняются в средней части щели, в пахотном слое почвы.

Новизна и оригинальность предлагаемого способа заключается в том, что для повышения эффективности накопления и сохранения влаги в почве верхняя часть нарезанной щели мульчируется растительными остатками, которые предварительно вычесываются из стерни и перемещаются в область щели. При этом щель нарезается на глубину, превышающую на 0,05-0,10 м толщину

пахотного слоя, а в ее средней части выполняется кротовина. Также в зоне ширины захвата почвообрабатывающего орудия выполняется локальное внесение гербицидов.

На фиг.1 показана водопоглощающая щель, наполненная мульчей, в поперечном разрезе.



Фиг. 1

Способ осуществляется следующим образом. При уборке культуры-предшественника стебли и прочие пожнивные растительные остатки измельчаются и равномерно распределяются по поверхности поля комбайном, образуя мульчирующий слой 1. При выполнении способа нарезаются водопоглощающие щели 2 с интервалами в 0,7 м, глубиной 0,300,35 м и шириной 0,04 м каждая, а также кротовины 3 диаметром 0,1 м в средней части каждой щели на глубине 0,15 м. Одновременно с этим, часть соломистой массы 1 вычесывается из оставленной на поверхности поля стерни 4, подается в прищелевую область и заделывается в верхнюю часть щели 2 на глубину до 0,10– 0,15 м. Кроме того, в зоне ширины захвата почвообрабатывающего орудия на распылителе выборочно подается раствор гербицида для уничтожения многолетних, трудно искореняемых сорняков в тех областях поля, где наблюдалась повышенная засоренность посевов сельскохозяйственных культур.

Измельченная мульча, в отличие от почвы, не смерзается зимой и при положительной температуре способствует проникновению влаги внутрь щели и

удержанию ее в почве при потеплении. Накопление влаги преимущественно происходит в области кротовины, откуда она распределяется в прилегающую область.

Заделанная измельченная солоmistая масса и нарезанная кротовина позволяют избежать заиливания щели и, как следствие, продлевают срок ее функционирования. В дальнейшем мульча, оставленная на поверхности поля и, в особенности, заделанная внутрь щелей, перепревает и служит естественным органическим удобрением, повышая плодородие почвы.

Внесенные гербициды способствуют снижению количества сорной растительности в посевах, причем благодаря локальному внесению происходит их экономия.

Применение данной технологии позволяет накопить и сохранить большее количество влаги в почве, повысить плодородие почвы и снизить засоренность посевов сельскохозяйственных культур. Все это способствует в конечном итоге повышению урожайности.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ возделывания сельскохозяйственных культур, включающий рыхление пахотного и подпахотного слоев, нарезание щелей с кротовинами, отличающийся тем, что верхняя часть нарезанных щелей мульчируется измельченными растительными остатками культуры-предшественника, а сами щели нарезаются на глубину, превышающую на 0,05-0,10 м толщину пахотного слоя, причем кротовины нарезаются в средней части щели, т.е. в пахотном слое, а измельченная и равномерно распределенная после уборки солома вычесывается из стерни и перемещается в щелевое пространство.

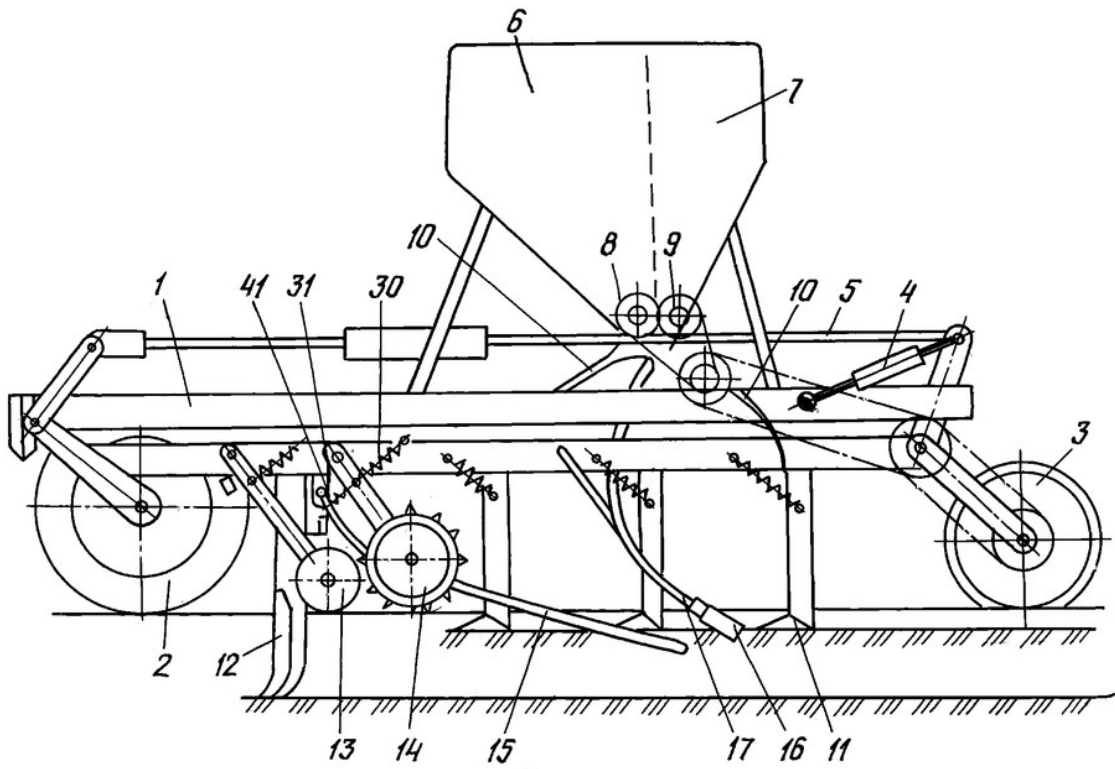
2. Способ возделывания по п.1, отличающийся тем, что в зоне ширины захвата почвообрабатывающего орудия локально вносятся гербициды.

Приложение А. 11 – Почвообрабатывающе-посевной агрегат
(патент РФ № 2318302)

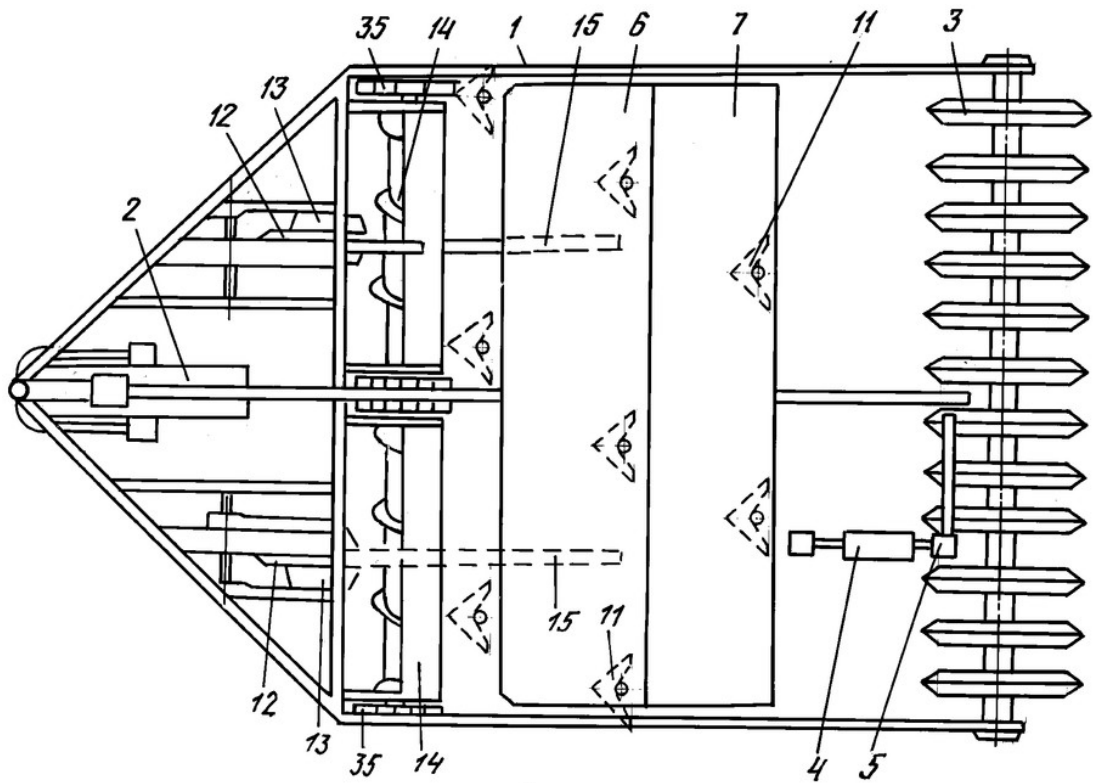


РЕФЕРАТ

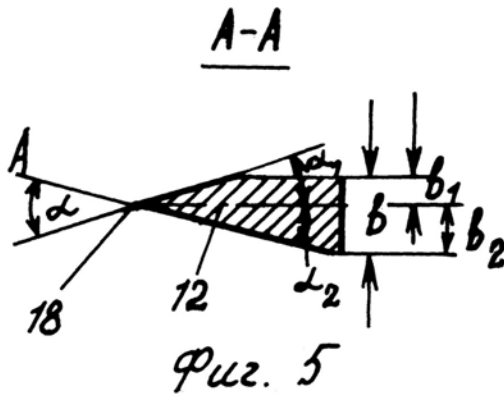
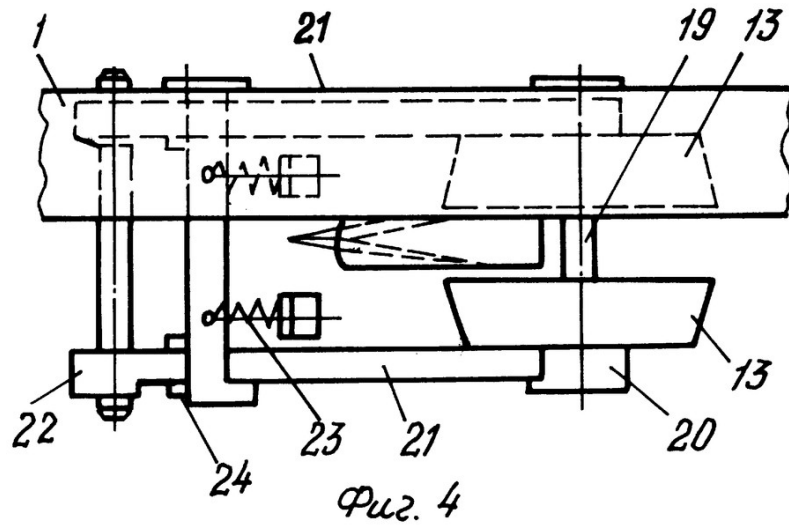
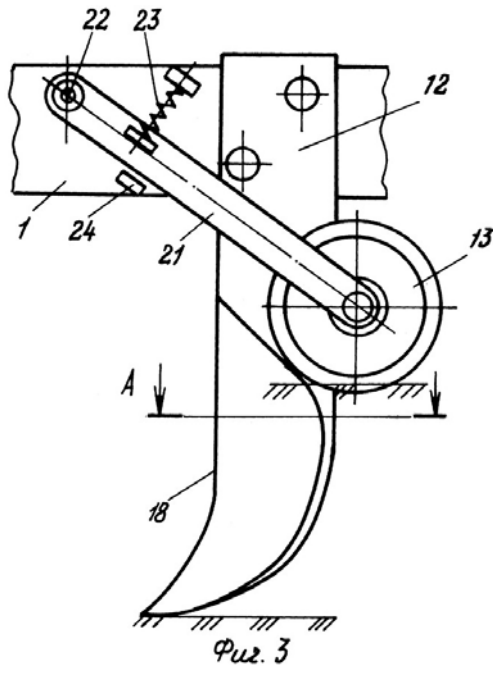
Почвообрабатывающе-посевной агрегат содержит раму с самоустанавливающимся передним колесом и опорно-прикатывающими катками, гидросистему, два бункера для семян и туков, зерновые и туковые высевающие аппараты, семяпроводы, тукопроводы, лаповые сошники. На раме перед сошниками установлены щелерезы, за каждым из которых на раме установлено по два конусных катка, шнековый соломонаправитель, а также соломозаталкиватель, установленный последовательно за щелерезом в подшипнике рамы, причем за ними установлен тукопровод, снабженный наконечником. Передняя режущая часть стойки каждого щелереза имеет двухстороннюю асимметричную заточку под углом $\alpha = \alpha_0 + \alpha_1$, где α_0 - угол трения почвы о сталь щелереза. Углы наклона α_1 и α_2 образующих заточки к плоскости, проходящей через режущую кромку щелереза, равны между собой, и каждый из них составляет половину общего угла заточки α . Режущая кромка стойки щелереза смещена от ее середины таким образом, что делит толщину стойки щелереза в пропорции $b_1 : b_2$, где b - толщина щелереза, b_1 и b_2 - расстояния от режущей кромки стойки щелереза до плоскости ее правой и левой поверхностей соответственно. Предлагаемый почвообрабатывающе-посевной агрегат обеспечивает комплексное выполнение нескольких агротехнических операций за один проход, что сокращает количество проходов по полю, улучшает экологическую обстановку, обеспечивает накопление и сохранение влаги в почве, позволяет повысить урожаи и снизить себестоимость получаемой продукции. 4 з.п. ф-лы, 8 ил.

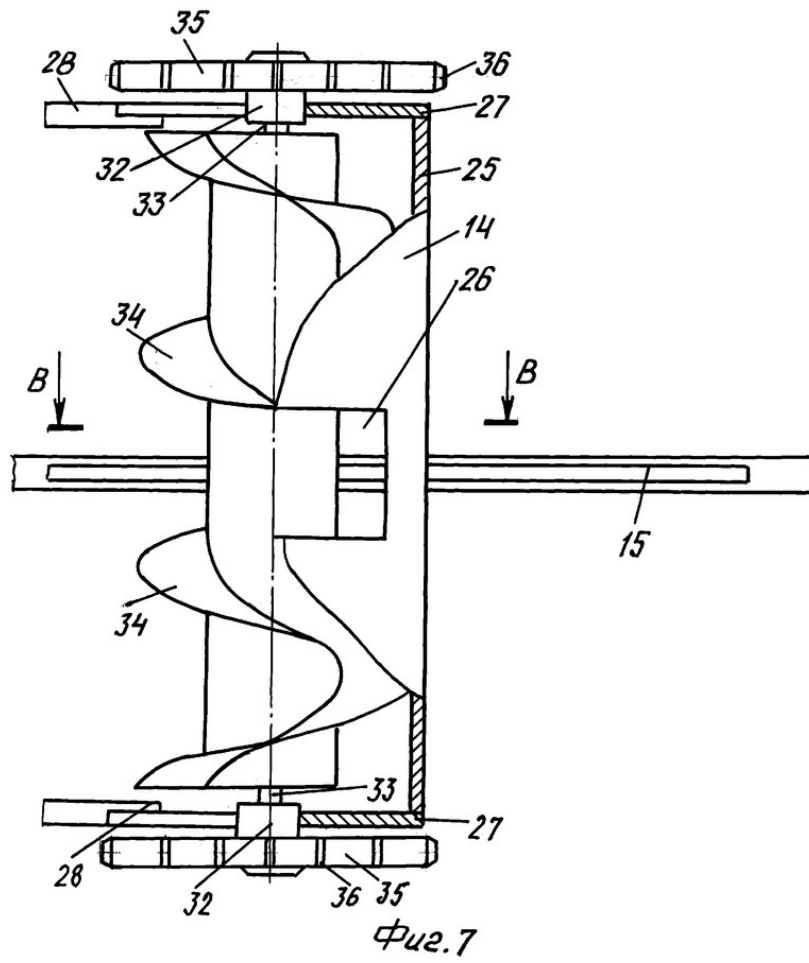
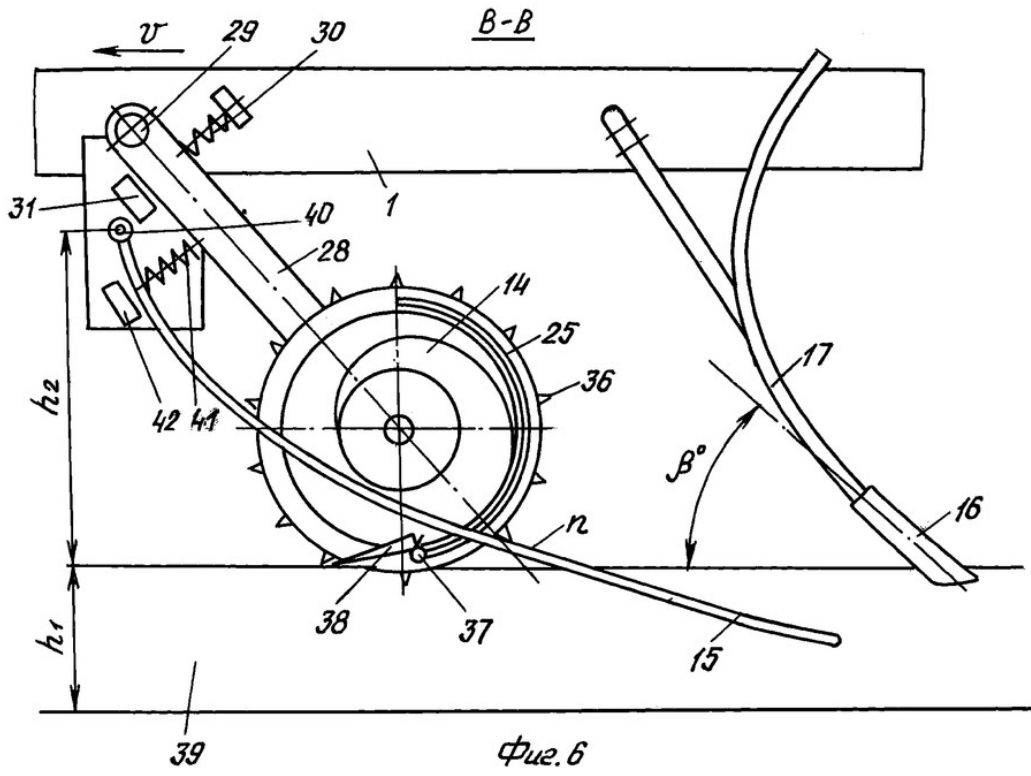


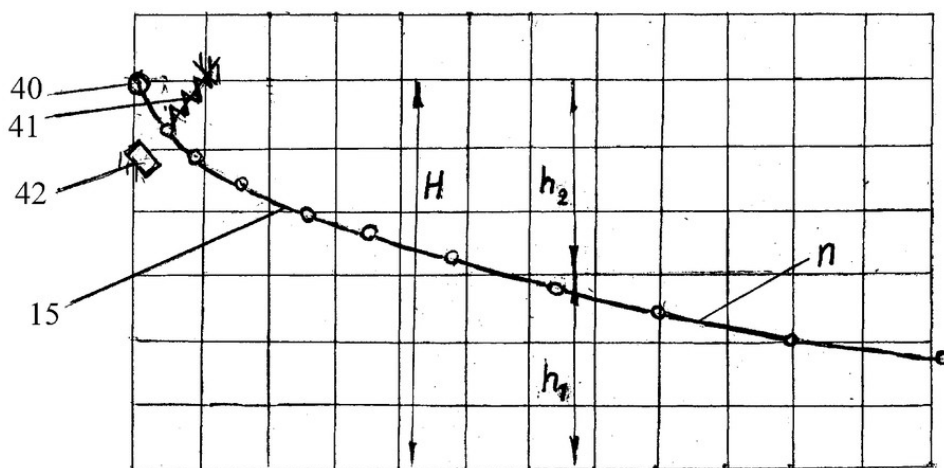
Фиг.1



Фиг.2







Фиг.8

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

Предлагаемое изобретение относится к сельскохозяйственному машиностроению, в частности к агрегату для комплексного выполнения нескольких операций за один проход с наиболее полным удовлетворением требований агротехники и экологии.

Близким устройством является конструкция комбинированной машины для мульчирующей обработки почвы (А.П.Спирин "Машины для мульчирования почвы растительными остатками", Научные труды ВИМ, том №135, М. 2000. С.100...116). Данная комбинированная машина включает раму с двумя опорными колесами, двухсекционный ротор, почвообрабатывающие лапы, вычесывающие долота, ножи-щелерезы и дисковые катки. За один проход эта машина выполняет вычесывание стеблей и корней крупностеблевых растений, таких как кукуруза, подсолнечник и т.п.; их измельчение и разбрасывание по поверхности почвы; рыхление почвы на глубину 8...12 см и нарезание щелей на глубину 25...40 см. Разбросанные по поверхности измельченные стебли образуют мульчирующий слой, ведущий к сбережению влаги. Однако эта машина имеет ряд недостатков, а именно измельченные стебли не заделываются в щели, которые, оставаясь открытыми, не только не сохраняют влагу, но и способствуют еще большему иссушению почвы. Это особенно проявляется в

засушливых зонах земледелия, кроме этого, данная машина не способна выполнять посев, внесение удобрений и т.д., что уменьшает комплексность выполнения агротехнических операций.

Наиболее близким техническим решением к предлагаемому изобретению (прототип) является конструкция стерневой сеялки СЗС-2,1М (И.Ф.Сергеев, Н.П.Сычугов "Сельскохозяйственные машины", М.: "Агропродиздат", 1986, с.80...90), которая предназначена для комплексного выполнения за один проход нескольких агротехнических операций, а именно предпосевную культивацию почвы, посев, внесение гранулированных минеральных удобрений и уплотнение почвы после посева. Данная конструкция предназначена для работы на стерневых почвах, подверженных ветровой эрозии, обеспечивает ликвидацию разрыва по времени между предпосевной культивацией и посевом, что ведет к сохранению влаги в почве и повышению урожайности.

К недостаткам данной конструкции относится то, что она не содержит устройств для щелевания почвы и заполнения их соломистой массой с минеральными удобрениями, что ведет к уменьшению накопления и удержания влаги в почве, снижению количества питательных веществ и, в конечном итоге, к снижению урожайности сельскохозяйственных культур.

Технической задачей является создание почвообрабатывающе-посевного агрегата, обеспечивающего комплексное выполнение нескольких агротехнических операций за один проход, а именно нарезание щелей в почве; заполнение их уплотненной соломистой массой совместно с минеральными удобрениями; образование на поверхности почвы, прилегающей к каждой щели, уклонов в сторону щели; выполнение в межщелевом пространстве предпосевной культивации, посева и уплотнения почвы после посева, что сокращало бы количество проходов по полю и, следовательно, улучшало бы экологическую обстановку; обеспечивало бы накопление и сохранение влаги в почве с одновременным снабжением корневой системы культурных растений питательными веществами и создавало бы наиболее благоприятные условия для

их развития и получения повышенных урожаев с удешевлением получаемой продукции, особенно в засушливых зонах земледелия и на склонных участках.

Решение технической задачи достигается почвообрабатывающе-посевным агрегатом, содержащим раму с самоустанавливающимся передним колесом и опорно-прикатывающими катками, гидросистему, два бункера для семян и туков, зерновые и туковые высевающие аппараты, семяпроводы, тукопроводы, лаповые сошники, отличающимся тем, что на раме перед сошниками установлены щелерезы, за каждым из которых на раме установлено по два конусных катка, шнековый соломонаправитель, а также соломозаталкиватель, установленный последовательно за щелерезом в подшипнике рамы, причем за ними установлен тукопровод, снабженный наконечником, при этом передняя режущая часть стойки каждого щелереза имеет двухстороннюю асимметричную заточку под углом $\alpha = \alpha_1 + \alpha_2$, где α - угол трения почвы о сталь щелереза, причем углы наклона α_1 и α_2 образующих заточки к плоскости, проходящей через режущую кромку щелереза, равны между собой и каждый из них составляет половину общего угла заточки ($\alpha_1 = \alpha_2 = 0,5 \alpha$), и режущая кромка стойки щелереза смещена от ее середины таким образом, что делит толщину стойки щелереза в пропорции $b_1 : b_2$, где b - толщина щелереза, b_1 и b_2 - расстояния от режущей кромки стойки щелереза до плоскости ее правой и левой поверхностей соответственно, два конусных катка установлены на валу, размещенном за тыльной стороной щелереза в подшипниках поводков, которые, в свою очередь, крепятся шарнирно на раме и снабжены пружинами и ограничителями, соломонаправитель имеет полуцилиндрический кожух с выбросным окном в средней его части и боковинами, которые жестко закреплены на тягах, установленных на раме с помощью подшипников и снабженных пружинами и ограничителями, причем боковины содержат подшипники, в которых установлен вал с двумя шнеками, имеющими противоположные наливки, а на концах вала, выходящих за пределы боковин кожуха, жестко закреплены приводные колеса с почвозацепами, при этом в нижней передней части обреза полуцилиндрического кожуха смонтирован в подшипниках валик, снабженный

конусными пальцами с плавным переходом их во внутреннюю полость кожуха и имеющий приспособление для изменения угла наклона пальцев по отношению к горизонтальной поверхности обрабатываемой почвы, соломозаталкиватель снабжен пружиной и ограничителем, выполнен в виде полосы из пружинной стали шириною $d_p=0,7b$, где b - толщина щелереза, причем полоса стали изогнута по кривой n , отвечающей в системе координат x и y отношению:

$$\text{где } H=h_1+h_2,$$

h_1 - установленная глубина хода щелереза,

h_2 - установленное расстояние от поверхности почвы до центра подшипника соломозаталкивателя на раме, при этом наконечник тукопровода установлен таким образом, что его осевая линия наклонена к горизонтальной плоскости обрабатываемой поверхности почвы под углом α , где α - угол трения соломы о стальную поверхность наконечника, причем наконечник имеет круглое сечение, плавно переходящее на выходе в форму эллипса, короткая ось которого расположена перпендикулярно установленному направлению движения агрегата и равна $d_э=0,7b$, где b - толщина щелереза.

В отличие от прототипа почвообрабатывающе-посевной агрегат снабжен щелерезами, у каждого из которых передняя режущая часть стойки имеет двухстороннюю асимметричную заточку под углом β , где β - угол трения почвы о сталь щелереза, причем углы наклона β_1 и β_2 образующих заточки к плоскости, проходящей через режущую кромку щелереза, равны между собой и каждый из них составляет половину общего угла заточки ($\beta_1 = \beta_2 = 0,5 \beta$), и режущая кромка стойки щелереза смещена от ее середины таким образом, что делит толщину стойки щелереза в пропорции b_1/b_2 , где b - толщина щелереза, b_1 и b_2 - расстояния от режущей кромки стойки щелереза до плоскости ее правой и левой поверхностей соответственно.

Двухсторонняя заточка режущей части выполнена для того, чтобы при резании почвы и пожнивных остатков выполнялось уплотнение обеих стенок щели, так как это необходимо для более длительного ее функционирования, а

асимметричная заточка необходима для того, чтобы исключалось забивание щелерезов, так как частицы почвы и пожнивных остатков при движении щелереза в почве имеют со стороны заточки большей длины более высокую относительную скорость по сравнению со скоростью частиц, перемещающихся по заточке меньшей длины. Благодаря такой разнице скоростей частиц с одной и другой стороны щелереза создаются условия для его самоочистки.

В отличие от прототипа два конусных катка установлены жестко на валу, размещенном за тыльной стороной щелереза в подшипниках подпружиненных поводков, закрепленных шарнирно на раме.

Конусные катки выполняют несколько функций, а именно: исключают вспучивание почвы после прохода щелереза и формируют по обеим сторонам щели наклонные поверхности почвы в сторону щели, что способствует стоку в них атмосферных осадков; уплотнению стенок щели, что необходимо для увеличения продолжительности ее функционирования; очищают щелерез от почвенных частиц и пожнивных остатков, что исключает сгуживание пожнивной массы и обеспечивает повышение надежности работы.

С помощью изменения натяжения пружин на тягах конусных катков регулируется давление их на почву, а с помощью ограничителей устанавливается нижний предел установки катков при работе. Кроме этого, ограничители используются при подъеме катков вместе с рамой в транспортное положение.

В отличие от прототипа предлагаемый агрегат снабжен соломонаправителями, соломозаталкивателями и тукораспределителями. Конструкция каждого соломонаправителя обеспечивает сгребание конусными пальцами измельченной соломистой массы, разбросанной по поверхности поля комбайнами. Поднятая пальцами соломистая масса направляется во внутрь кожуха, откуда она шнеками, приводимыми во вращение от приводных колес, транспортируется к выбросному окну и сбрасывается на поверхность почвы в область щели, образуя над щелью соломистый валок. Предлагаемая конструкция соломонаправителя позволяет изменять угол наклона пальцев

поворотом валика в передней части кожуха, что обеспечивает подбор измельченной соломистой массы на необходимой высоте.

Для более надежного приведения во вращение вала шнеков приводные колеса снабжены почвозацепами, а натяжными пружинами изменяется давление приводных колес на почву и обеспечивается надежная передача вращения на вал со шнеками.

В отличие от прототипа почвообрабатывающе-посевной агрегат снабжен соломозаталкивателями, которые крепятся на раме с помощью подшипников, и каждый из них снабжен пружиной и ограничителем. Изменением натяжения пружин обеспечивается плотность соломистой массы, заталкиваемой в почвенную щель, выполненную щелерезом, а каждый ограничитель обеспечивает необходимый сектор поворота соответствующего соломозаталкивателя и поднимает последний при выводе агрегата в транспортное положение. Каждый соломозаталкиватель выполнен в виде полосы из пружинной стали шириною $d = 0,7b$, где b - толщина щелереза, причем полоса стали изогнута по кривой n , отвечающей в системе координат x и y отношению:

$$\text{где } H = h_1 + h_2,$$

h_1 - установленная глубина хода щелереза,

h_2 - установленное расстояние от поверхности почвы до центра подшипника соломозаталкивателя на раме.

Кривая n подобрана таким образом, чтобы угол наклона касательной к любой точке кривой был меньше угла трения соломистой массы по стальной поверхности соломозаталкивателя ($\alpha < \beta$), что необходимо для того, чтобы соломистая масса, собранная с поверхности почвы и поданная шнеками через окно полуцилиндрического кожуха в область почвенной щели, не сгруживаясь, заталкивалась в щель на необходимую глубину с соответствующей плотностью, регулируемые пружиной и ограничителем. Соломистая масса, которая остается на поверхности, обеспечивает поверхностное мульчирование, что необходимо для удержания влаги в поверхностных слоях почвы.

В отличие от прототипа подача туков в каждую почвенную щель, заполненную уплотненной соломой, обеспечивается специальным туковысевающим устройством, состоящим из катушечного высевающего аппарата и тукопровода с наконечником, при этом наконечник тукопровода установлен таким образом, что его осевая линия наклонена к горизонтальной плоскости обрабатываемой поверхности почвы под углом α , где α - угол трения соломы о стальную поверхность наконечника, причем наконечник имеет круглое сечение, плавно переходящее на выходе в форму эллипса, короткая ось которого расположена перпендикулярно установленному направлению движения агрегата и равна $d_{\text{э}}=0,7b$, где b - толщина щелереза. Круглое сечение в наконечнике плавно переходит в эллипсообразную форму для того, чтобы сохранялась площадь сечения, а следовательно, и пропускная способность и в то же время чтобы нижняя часть наконечника свободно перемещалась по щели. Это условие необходимо для того, чтобы туки попадали в щель независимо от внешних факторов (ветра и т.д.).

Одновременно с образованием щелей и заполнением их уплотненной соломистой массой с минеральными удобрениями щелевое пространство засеивается семенами и туками лаповыми сошниками с последующим прикатыванием поверхности почвы.

Таким образом, представленная конструкция почвообрабатывающе-посевого агрегата полностью решает поставленную техническую задачу, обеспечивая комплексное выполнение агротехнических операций за один проход, а именно: выполнение предпосевной культивации; посев; внесение туков в почву; нарезание и заполнение щелей собранной с поверхности уплотненной соломистой массой с минеральными удобрениями; образование уклонов в сторону каждой щели на поверхности почвы, прилегающей к ее стенкам; уплотнение поверхности почвы после посева.

Вышеперечисленные агротехнические операции обеспечивают ликвидацию разрыва во времени между культивацией и посевом, накопление влаги за счет выполненных уклонов и стока атмосферных осадков в щели с одновременным

снабжением культурных растений органическим удобрением (перепревшая солома) и минеральными удобрениями, вносимыми с соломистой массой в щель.

Все это способствует созданию наиболее благоприятных условий для роста и развития культурных растений, получению повышенных урожаев, удешевлению продукции и наиболее полному удовлетворению требований экологии. Предлагаемое устройство за один проход способно заменить несколько отдельных машин по предпосевной культивации, посеву, внесению удобрений, щелеванию почвы, уплотнению поверхности почвы после посева и т.д., что многократно снижает повторность перекачивания колес машин по почве, улучшает экологию полей.

Новизна и оригинальность предлагаемой конструкции почвообрабатывающего посевного агрегата заключается в том, что он снабжен щелерезами, за каждым из которых на раме установлены по два конусных катка, соломонаправитель, соломозаталкиватель и по тукопроводу с наконечником, при этом передняя режущая часть каждого щелереза имеет двухстороннюю асимметричную заточку под углом $\alpha = \alpha_1 + \alpha_2$, где α - угол трения почвы о сталь щелереза, причем углы наклона α_1 и α_2 образующих заточки к плоскости, проходящей через режущую кромку щелереза, равны между собой и каждый из них составляет половину общего угла заточки ($\alpha_1 = \alpha_2 = 0,5 \alpha$), и режущая кромка стойки щелереза смещена от ее середины таким образом, что делит толщину стойки щелереза в пропорции $b_1 : b_2$, где b - толщина щелереза, b_1 и b_2 - расстояния от режущей кромки стойки щелереза до плоскости ее правой и левой поверхностей, два конусных катка, установленных на валу, размещенном за тыльной стороной щелереза в подшипниках поводков, которые, в свою очередь, крепятся шарнирно на раме и снабжены пружинами и ограничителями, соломонаправитель имеет полуцилиндрический кожух с выбросным окном в средней его части и боковинами, которые жестко закреплены на тягах, установленных на раме с помощью подшипников и снабженных пружинами и ограничителями, причем боковины кожуха содержат подшипники, в которых

установлен вал с двумя шнеками, имеющими противоположные навивки, а на концах вала, выходящих за пределы боковин кожуха, жестко закреплены приводные колеса с почвозацепами, при этом в нижней передней части обреза полуцилиндрического кожуха смонтирован в подшипниках валик, снабженный конусными пальцами с плавным переходом их во внутреннюю полость кожуха и имеющий приспособление для изменения угла наклона пальцев по отношению к горизонтальной поверхности обрабатываемой почвы, соломозаталкиватель установлен последовательно за щелерезом, конусными катками и соломонаправителем в подшипнике рамы, снабжен пружиной и ограничителем и выполнен в виде полосы из пружинной стали шириною $d_{п}=0,7b$, где b - толщина щелереза, причем полоса стали изогнута по кривой n , отвечающей в системе координат x и y отношению:

$$\text{где } H=h_1+h_2,$$

h_1 - установленная глубина хода щелереза,

h_2 - установленное расстояние от поверхности почвы до центра подшипника соломозаталкивателя на раме.

За соломозаталкивателем установлен наконечник тукопровода, имеющий круглое сечение, плавно переходящее на выходе в форму эллипса, короткая ось которого расположена перпендикулярно направлению движения агрегата и равна $d_э=0,7b$, где b - толщина щелереза.

На фиг.1 изображен почвообрабатывающе-посевной агрегат, вид сбоку; на фиг.2 - то же, вид сверху; на фиг.3 - щелерез с конусными катками, вид сбоку; на фиг.4 - то же, вид сверху; на фиг.5 - сечение щелереза по А-А; на фиг.6 - соломонаправитель с соломозаталкивателем и тукопроводом, вид сбоку; на фиг.7 - то же, вид сверху; на фиг.8 - кривая n соломозаталкивателя в координатной системе x и y .

Почвообрабатывающе-посевной агрегат содержит раму 1 с самоустанавливающимся передним колесом 2 и опорно-прикатывающими катками 3, гидроцилиндр 4 с рычажными механизмами 5, бункер для семян 6, бункер для туков 7, зерновые высевальные аппараты 8, туковые высевальные

аппараты 9, тукосяпровода 10, лаповые сошники 11, щелерезы 12, за каждым щелерезом 12 установлено по два конусных катка 13, по одному соломонаправителю 14, солomezаталкивателю 15 и наконечнику 16 тукопровода 17.

Каждый щелерез 12 имеет двухстороннюю асимметричную заточку под углом α , где α - угол трения почвы о сталь щелереза 12, причем углы наклона α_1 и α_2 образующих заточки к плоскости, проходящей через режущую кромку щелереза 12, равны между собой и каждый из них составляет половину общего угла заточки ($\alpha_1 = \alpha_2 = 0,5 \alpha$), и режущая кромка 18 стойки щелереза 12 смещена от ее середины таким образом, что делит толщину стойки щелереза 12 в пропорции $b_1 : b_2$, где b - толщина щелереза 12, b_1 и b_2 - расстояния от режущей кромки стойки щелереза 12 до плоскости ее правой и левой поверхностей соответственно. Конусные катки 13 установлены на валу 19, который смонтирован в подшипниках 20 поводков 21, которые, в свою очередь, крепятся на раме 1 в подшипниках 22 и содержат пружины 23 и ограничители 24. Каждый соломонаправитель 14 содержит полуцилиндрический кожух 25 с выбросным окном 26 в средней его части и двумя боковинами 27, которые жестко крепятся к тягам 28, установленным на раме 1 с помощью подшипников 29 и имеющих регулировочные пружины 30 и ограничители 31, причем боковины 27 снабжены подшипниками 32, в которых установлен вал 33 с двумя шнеками 34, имеющими противоположные навивки, а на концах вала 33, выходящих за пределы боковин 27, жестко установлены приводные колеса 35 с почвозацепами 36, при этом в нижней передней части обреза полуцилиндрического кожуха 25 смонтирован валик 37 с жестко закрепленными на нем конусными пальцами 38 и с приспособлением 39 для изменения угла наклона пальцев 38.

Солomezаталкиватель 15 крепится на раме 1 следом за щелерезом 12 с помощью подшипника 40, регулируемой пружины 41 и ограничителя 42 и представляет собой полосу из пружинной стали шириной $d_p = 0,7b$, где b -

толщина щелереза 12, и изогнутую по кривой n , отвечающей в системе осей координат x и y отношению:

где $H=h_1+h_2$,

h_1 - установленная глубина хода щелереза 12,

h_2 - установленное расстояние от поверхности почвы до оси подшипника 40.

Наконечник 16 тукопровода 17 установлен таким образом, что его осевая линия наклонена к горизонтальной плоскости обрабатываемой поверхности почвы под углом α , где α - угол трения соломы о стальную поверхность наконечника 16, причем наконечник 16 имеет круглое сечение, плавно переходящее на выходе в форму эллипса, короткая ось которого расположена перпендикулярно установленному направлению движения агрегата и равна $d_э=0,7b$, где b - толщина щелереза 12.

Почвообрабатывающе-посевной агрегат работает следующим образом. В момент начала движения агрегата по полю (со скоростью v) раму 1 опускают с помощью гидросистемы 4 и рычажных механизмов 5, при этом переднее самоустанавливающееся колесо 2 и опорно-прикатывающие катки 3 откатываются из-под рамы 1 до рабочего предела, включаются в работу высевающие зерновые аппараты 8 и туковысевающие аппараты 9, приводимые в действие от катков 3, входят в почву на необходимую глубину щелерезы 12 и лаповые сошники 11, опускаются и приводятся в работу конусные катки 13, соломонаправители 14, соломозаталкиватели 15 и тукопроводы 17 с наконечниками 16.

Щелерезы 12 прорезают в почве щели, причем забивание их исключается, так как каждый из них имеет двухстороннюю асимметричную заточку под углом β , где β - угол трения почвы о сталь щелереза 12 ($\beta=23-32^\circ$), причем углы наклона β_1 и β_2 образующих заточки к плоскости, проходящей через режущую кромку щелереза 12, равны между собой и каждый из них составляет половину общего угла заточки ($\beta_1=\beta_2=0,5\beta$), и режущая кромка стойки щелереза 12 смещена от ее середины таким образом, что делит толщину стойки щелереза 12 в пропорции b_1/b_2 , где b - толщина щелереза 12, b_1 и b_2 - расстояния от режущей кромки стойки щелереза 12 до

плоскости ее правой и левой поверхностей соответственно. Благодаря предлагаемой конструкции щелереза 12 частицы почвы и пожнивных остатков движутся по длинной заточке щелереза 12 с большей скоростью по сравнению со скоростью частиц, перемещающихся по противоположной заточке щелереза 12, так как частицы за одно и то же время проходят разный путь, обеспечивая самоочистку щелереза 12.

Кроме этого перекатывающиеся конусные катки 13 очищают щелерез 12 от налипающих частиц. Уплотнение стенок почвенной щели, которое необходимо для увеличения срока их функционирования, достигается за счет двусторонней заточки щелереза 12 и использования конусных катков 13, которые, кроме уплотнения стенок и очистки щелереза 12, исключают вспучивание почвы после прохода щелереза 12 и образуют наклонные поверхности поля по обеим сторонам каждой щели, которые способствуют стоку атмосферных осадков в щели. Величина давления на почву со стороны катков 13 регулируется с помощью изменения натяжения пружин 23, а для ограничения давления катков 13 на почву и для подъема катков 13 при подъеме рамы 1 установлены ограничители 24. Следом за щелерезом 12 и катками 13 идут шнековые соломонаправители 25, которые предназначены для сбора и направления соломистой массы через выбросное окно 26 в область образованных щелей. По предлагаемой технологии солома во время уборки комбайнами измельчается и разбрасывается по поверхности почвы.

Сбор соломы с поверхности почвы выполняется конусными пальцами 38, которые направляют ее в полуцилиндрический кожух 25 со шнеками 34, которые, имея противоположные навивки и вращаясь от приводных колес 35, направляют солому к выбросному окну 26, через которое она сбрасывается на поверхность поля, образуя солоmistый валок на выполненной почвенной щели.

Валик 37 с пальцами 38, установленный шарнирно в кожухе 25, имеет приспособление 39, с помощью которого изменяется угол наклона пальцев 38, обеспечивая возможность сбора соломы с разной высоты над поверхностью почвы, причем некоторый слой соломы специально оставляется на поверхности почвы для поверхностного мульчирования. Давление приводных колес 35 на

почву регулируется изменением натяжения пружин 30, а для ограничения такого давления и для подъема соломонаправителей 25 при холостом ходе используются ограничители 31.

Для заталкивания соломистой массы в образованные щели используются соломозаталкиватели 15, которые установлены за щелерезами 12 и соломонаправителями 25, причем кривая n каждого соломозаталкивателя 15 подобрана такой формы, чтобы в любой точке соприкосновения ее с соломой касательная к кривой n была наклонена к горизонтали под углом, равным или меньшим углу трения соломы о стальную полосу 15.

Этим обеспечивается скольжение соломозаталкивателя по соломистой массе, исключая ее сгуживание и, в тоже время, выполняя заталкивание и уплотнение соломы в почвенную щель. Плотность соломистой массы, заталкиваемой в щель, регулируется с помощью регулировочной пружины 41, а ограничение глубины погружения в почвенную щель каждого соломозаталкивателя 15 и для подъема его при холостом ходе выполняется ограничителями 42.

Следом за каждым соломозаталкивателем 15 в верхней части щели установлен наконечник 16 тукопровода 17, через который поступают минеральные удобрения в почвенную щель, отобранные туковысевающим аппаратом 9 из бункера для туков 7.

Осевая линия наконечника 16 имеет угол наклона к горизонту меньше угла трения соломистой массы о сталь наконечника 16 для того, чтобы он скользил по соломе, не сгуживая ее перед собою, причем круглое сечение наконечника 16 плавно переходит на выходе в эллипс, у которого короткая ось расположена перпендикулярно направлению движения агрегата и равна $d_э=0,7b$, где b - толщина щелереза 12. Такая конструкция наконечника 16 обеспечивает сохранение площади сечения наконечника 16, а следовательно, и пропускную его способность и в то же время позволяет нижней (эллипсообразной) части свободно перемещаться внутри щели. Это условие необходимо для того, чтобы

туки при движении агрегата попадали внутрь щели, заполненной соломой, независимо от внешних факторов, например ветра.

Данный почвообрабатывающе-посевной агрегат, наряду с щелеванием почвы и заполнением их соломой с туками, выполняет сплошной подпочвенный посев с внесением минеральных удобрений и последующим прикатыванием засеянной площади.

Таким образом, предлагаемый почвообрабатывающе-посевной агрегат заменяет одновременно целый набор машин, которые при обычной технологии используются для предпосевной культивации, посева, внесения минеральных удобрений, щелевания почвы, заполнения щелей органическими и минеральными удобрениями и для поверхностного послепосевного прикатывания. Данный агрегат наиболее полно удовлетворяет требованиям агротехники, снижает металлоемкость и расход горюче-смазочных материалов, уменьшает потребность людских и материальных ресурсов. Замена одним почвообрабатывающе-посевным агрегатом целого комплекса машин во много раз снижает перекачивание по полю техники, что значительно уменьшает физическое воздействие их на почву и в более полной мере удовлетворяет требованиям экологии.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Почвообрабатывающе-посевной агрегат, содержащий раму с самоустанавливающимся передним колесом и опорно-прикатывающими катками, гидросистему, два бункера для семян и туков, зерновые и туковые высевающие аппараты, семяпроводы, тукопроводы, лаповые сошники, отличающийся тем, что на раме перед сошниками установлены щелерезы, за каждым из которых на раме установлено по два конусных катка, шнековый соломонаправитель, а также соломозаталкиватель, установленный последовательно за щелерезом в подшипнике рамы, причем за ними установлен тукопровод, снабженный наконечником, при этом передняя режущая часть

стойки каждого щелереза имеет двухстороннюю асимметричную заточку под углом α , где α - угол трения почвы о сталь щелереза, причем углы наклона α_1 и α_2 образующих заточки к плоскости, проходящей через режущую кромку щелереза, равны между собой и каждый из них составляет половину общего угла заточки α , и режущая кромка стойки щелереза смещена от ее середины таким образом, что делит толщину стойки щелереза в пропорции b_1/b_2 где b - толщина щелереза, b_1 и b_2 - расстояния от режущей кромки стойки щелереза до плоскости ее правой и левой поверхностей соответственно.

2. Почвообрабатывающе-посевной агрегат по п.1, отличающийся тем, что конусные катки установлены на валу, размещенным за тыльной стороной щелереза в подшипниках поводков, которые в свою очередь закреплены шарнирно на раме и снабжены пружинами и ограничителями.

3. Почвообрабатывающе-посевной агрегат по п.1, отличающийся тем, что соломонаправитель имеет полуцилиндрический кожух с выбросным окном в средней его части и боковинами, которые жестко закреплены на тягах, установленных на раме с помощью подшипников и снабженных пружинами и ограничителями, причем боковины кожуха содержат подшипники, в которых установлен вал с двумя шнеками, имеющими противоположные навивки, а на концах вала, выходящих за пределы боковин кожуха, жестко закреплены приводные колеса с почвозацепами, при этом в нижней передней части обреза полуцилиндрического кожуха смонтирован в подшипниках валик, снабженный конусными пальцами с плавным переходом их во внутреннюю полость кожуха и имеющий приспособление для изменения угла наклона пальцев по отношению к горизонтальной поверхности обрабатываемой почвы.

4. Почвообрабатывающе-посевной агрегат по п.1, отличающийся тем, что соломозаталкиватель снабжен пружиной и ограничителем, выполнен в виде полосы из пружинной стали шириною $d_p = 0,7b$, где b - толщина щелереза, причем полоса стали изогнута по кривой n , отвечающей в системе координат x и y отношению

$$\text{где } H = h_1 + h_2;$$

h_1 - установленная глубина хода щелереза;

h_2 - установленное расстояние от поверхности почвы до центра подшипника соломоталкивателя на раме.

5. Почвообрабатывающе-посевной агрегат по п.1, отличающийся тем, что наконечник тукопровода установлен таким образом, что его осевая линия наклонена к горизонтальной плоскости обрабатываемой поверхности почвы под углом α где α - угол трения соломы о стальную поверхность наконечника, причем наконечник имеет круглое сечение, плавно переходящее на выходе в форму эллипса, короткая ось которого расположена перпендикулярно установленному направлению движения агрегата и равна $d = 0,7b$, где b - толщина щелереза.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Приложение Б.1 – Природные ресурсы микрзон Саратовской области [455]

Показатель	Микрizona						
	Западная	Центральная Правобережная	Северная Правобережная	Пригородная	Северная Левобережная	Центральная Левобережная	Юго-Восточная
1	2	3	4	5	6	7	8
Среднегодовая температура воздуха	4,2...4,9	4,4...6,0	3,4...5,1	4,1...5,7	4,7...5,3	4,6...5,1	4,2...5,7
Дата перехода температуры воздуха через +5 ⁰ С (начало и конец вегетации)	15.04-15.10	14.04-17.10	16.04-15.10	15.04-19.10	15.04-18.10	15.04-17.10	15.04-18.10
Дата перехода температуры воздуха через +10 ⁰ С (начало и конец вегетации)	27.04-29.09	30.04-28.09	28.04-30.09	26.04-28.09	27.04-29.09	24.04-2.10	24.04-2.10
Продолжительность безморозного периода, дн., в т.ч. с температурой выше +10 ⁰ С	140-150 145	134-165 148-164	127-158 143-150	140-160 145-157	145-155 150-155	140-150 153-156	145-155 250...310
Сумма температур за период с температурой выше +10 ⁰ С	2400...2800	2400...2800	2400...2600	2600...2800	2600...2800	2800...3000	2800...3000
Средние даты заморозков весной	8.05	25.04-10.05	28.04-14.05	26.04-11.05	25.04-5.05	25.04-5.05	29.04-5.05
Средние даты первых заморозков осенью	23.09	22.09-8.10	21.09-6.10	23.09-7.10	30.09	30.09-1.10	25.09-29.09
Годовая сумма осадков, мм в т.ч. за теплый период (апрель – октябрь) за период с температурой выше +10 ⁰ С	400...450 250...310 225...251	350...450 250...310 183...230	400...420 250...295 183...236	350...400 225...265 180...201	320...360 180...203 160...180	300...330 190...217 141...155	255...326 160...200 112...128
Гидротермический коэффициент	0,8-0,9	0,7-0,8	0,7-0,8	0,6-0,7	0,6	0,5	0,4-0,5
Число дней с суховеями	13	14-25	15	21	22-27	25-28	27-36
Запас продуктивной влаги в слое 0-100 см к началу сева яровых культур, мм	150...175	125...165	140...160	120...150	125...150	100...125	70...90
Средний запас воды в снеге при наибольшей высоте, м ³ на 1 га	560...1100	560...1100	800...1150	520...1000	520...1000	500...800	500...800
Средняя из наибольших высот снежного покрова, см	20...30	20...40	30...60	20...40	20...40	20...30	20...30

Продолжение приложения Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8
Площадь сельхозугодий, тыс. га	1091,7	1190,5	939,3	603,7	1200,5	1415,6	2046,7
в т. ч. пашни – всего	875,3	933,2	701,4	456,8	927,0	1140,2	1341,1
на склонах, %							
до 1 град	49,7	40,4	22,3	55,7	51,0	60,6	57,6
от 1 до 3 град.	39,0	46,4	43,4	34,6	36,0	33,9	34,6
от 3 до 5 град.	9,5	11,5	20,8	7,6	11,0	4,8	6,3
свыше 5 град.	1,8	1,2	13,5	2,1	2,0	0,7	1,5
Преобладающая крутизна, град.:							
на склоне	2	1-2	4-6	2-6	2	1-2	1-2
на притеневых участках	8	8	12	7	до 5	до 4	до 4
Расчлененность территории, км/км ²	0,5...0,6	0,6...0,7	0,6...0,9	0,3...0,6	0,3	0,2...0,4	0,2...0,4
Глубина местных базисов эрозии, м	50...100	20...200	50...270	50...250	0...150	0...100	0...100
Число действ. вершин оврагов, шт. на 1 км ²	3-7	4-7	5-6	1,6	2	1	1
Средний сток, мм							
от дождя	30...45	30...40	30...45	15...30	15...25	10...15	10...15
от снега	40...60	45...60	45...55	25...45	30...40	20...30	15...25
с зяби	10...16	10...18	25	9...15	7...10	7...10	6
с озими	50...70	50...85	70	40...60	50...80	35...50	30...60
Пахотные земли подверженные эрозии, %							
водной	44,9	59,1	59,5	44,6	45,3	51,8	54,5
ветровой	2,3	3,5	5,1	6,5	1,2	2,3	0,7
общей	47,2	62,6	64,6	51,1	46,5	54,1	55,2
Число дней с пыльными бурями	0,6-1,5	0,6-1,5	0,8-2,5	0,9-8,1	0,4-3,3	3,3-6,1	6,0-12,9
Лесистость территории, %							
общая	6,8	9,8	15,8	10,9	3,9	2,1	0,6
полезащитная	2,3	1,9	2,3	2,6	1,9	1,3	0,9

Продолжение приложения Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8
Площадь защитных насаждений							
на пашне,							
га	7315	5743	3685	3215	6513	7188	5584
%	0,8	0,6	0,5	0,7	0,7	0,6	0,4
в оврагах и балках, га	7800	8776	6072	3283	2723	1089	1360
на песках, га	391	1457	2671	2199	2780	197	846
Преобладающие типы почв:							
черноземы выщелоченные							
тыс. га	54,3	-	155,2	-	-	-	-
% от общей площади	5,0	-	15,0	-	-	-	-
черноземы типичные							
тыс. га	49,14	138,1	-	-	-	-	-
% от общей площади	38,6	11,6	-	-	-	-	-
черноземы обыкновенные							
тыс. га	522,7	575,0	279,3	45,7	-	-	-
% от общей площади	48,1	48,3	27,0	9,2	-	-	-
черноземы южные							
тыс. га	-	113,1	79,7	127,7	613,9	165,7	-
% от общей площади	-	9,5	7,7	25,7	50,8	11,7	-
черноземы на элювии коренных пород							
тыс. га	-	245,9	413,8	120,2	-	-	-
% от общей площади	-	20,4	40,0	24,2	-	-	-
темно-каштановые							
тыс. га	-	-	-	177,4	491,8	594,7	341,6
% от общей площади	-	-	-	35,7	40,7	42,0	16,7

Продолжение приложения 1

1	2	3	4	5	6	7	8
каштановые							
тыс. га	-	-	-	-	41,1	499,8	887,9
% от общей площади	-	-	-	-	3,4	35,3	43,4
светло-каштановые							
тыс. га	-	-	-	-	-	-	193,3
% от общей площади	-	-	-	-	-	-	9,3
солонцы и комплексы с преобладание солонцов							
тыс. га	-	-	-	-	35,0	86,4	491,0
% от общей площади	-	-	-	-	2,9	6,1	24,0
прочие	90,2	121,4	106,6	25,8	26,6	69,4	135,0
тыс. га	8,3	10,2	10,3	5,2	2,2	4,9	6,6
% от общей площади							
Качественная оценка пашни, баллы:	77	67	67	61	61	52	46
богара в среднем	75-82	57-75	63-71	59-64	59-64	50-55	33-53
колебания в зоне	78	68	67	71	67	58	48
богара + орошаемые земли в среднем	75-82	58-76	64-71	62-79	61-74	54-62	36-54
колебания в зоне							

Приложение Б.2 – Глубина залегания и минерализация грунтовых вод в наблюдательных скважинах ГТМП на Бурдинской системе лиманного орошения

№ яруса	№ скважины	1987		1989		1998		2001 УГВ, м
		УГВ, м	минерал., г/л	УГВ, м	минерал., г/л	УГВ, м	минерал., г/л	
1	19	4,75	18,5	3,88	0,7	3,61		
2	20	2,53	22,0	2,69	0,6	2,19	15,0	2,68
3	17	4,12	20,3	1,20	9,0	2,02		2,19
3	18	4,42	15,8	2,27	6,2	3,53	6,0	2,02
6	21	2,40	12,9	2,15	13,0	4,15	8,0	
6	22	4,20	7,2	2,43	6,0	3,28	0,8	
6	23	4,12	12,4	1,97	7,6	3,19		
6	24	3,08	13,3	2,24	13,0	3,43		
7	25	1,40	1,4	2,93		1,5		
7	26	3,69	15,5	2,21		3,20	8,5	
8	27	3,42	16,0	3,10		3,60	5,2	
8	28	4,10	16,6	2,83		3,85		
9	29	2,51	19,0	2,67		2,79		
9	30	2,46	14,6	2,38		2,80		
11	31	2,55	16,6	5,15		4,86	28,0	
11	32	2,39	4,6	2,92		4,65		

Приложение Б.3 – Глубина залегания грунтовых вод в зондированных скважинах
29–30.07.2001 г.

Название лимана	Номер скважины	Почвенная разновидность	Глубина залегания грунтовых вод, м	Минерализация грунтовых вод, г/л
Лиман «Бурдинский»	1	Лугово-лиманная осолодевая	2,13	1,56
	2	Лугово-лиманная осолодевая	2,29	1,77
	3	Солонец каштановый осолоделый	3,65	45,77
Лимашок «Жарский»	4	Лугово-лиманная осолодевая	1,8	1,38
	5	Лугово-лиманная осолодевая	2,00	1,08
	6	Лугово-лиманная осолодевая	2,10	1,14
Ярус № 3	7	Лугово-каштановая	1,90	9,43
	8	Солонец каштановый средний	1,80	2,25
	10	Светло-каштановая	1,70	не определяли
Ярус № 4	11	Лугово-лиманная осолодевая	2,50	не определяли
	12	Лугово-болотная глеевая	1,50	5,85
Ярус № 5	13	Лугово-каштановая	2,70	не определяли
Ярус №4	14	Солонец каштановый средний	2,90	не определяли

Приложение Б.4 – Сводная ведомость результатов химического анализа смешанных образцов почв на содержание обменного калия, БСЛО

№	№ яруса, его площадь, га	№ контура	Площадь контура, га	Содержание K ₂ O, мг/100 г почвы	Обеспеченность K ₂ O	% от общей площади яруса
1	I 158	I	16	26	средняя	10,1
2		II	119	37	повышенная	75,3
3		III	23	55	высокая	14,6
4	II 295	I	34	26	средняя	11,5
5		II	37	26	средняя	12,5
6		III	155	33	повышенная	52,6
7		IV	38	58	высокая	12,9
8		V	31	58	высокая	10,5
9	III 260	I	113	27	средняя	43,5
10		II	31	33	повышенная	11,9
11		III	66	42	повышенная	25,4
12		IV	50	52	высокая	19,2
13	IV 174	I	86	33	повышенная	49,4
14		II	40	55	высокая	23,0
15		III	48	75	очень высокая	27,6
16	V 68	I	38	38	повышенная	55,9
17		II	30	68	очень высокая	44,1
18	VI 625	I	198	27	средняя	31,7
19		II	54	38	повышенная	8,7
20		III	98	39	повышенная	15,7
21		IV	87	34	повышенная	13,9
22		V	64	55	высокая	10,2
23		VI	124	48	высокая	19,8
24	VII 405	I	61	26	средняя	15,0
25		II	47	33	повышенная	11,6
26		III	53	34	повышенная	13,1
27		IV	57	54	высокая	14,1
28		V	66	52	высокая	16,4
29		VI	61	74	очень высокая	15,0
30		VII	60	71	очень высокая	14,8

Приложение Б.5 – Сводная ведомость результатов химического анализа смешанных образцов почв на содержание подвижного фосфора, БСЛО

№	№ яруса, его площадь, га	№ контура	Площадь контура, га	Содержание P ₂ O ₅ , мг/100 г почвы	Обеспеченность P ₂ O ₅	% от общей площади яруса
1	I 158	I	90	1,95	средняя	57,0
2		II	32	5,25	высокая	20,3
3		III	36	6,25	очень высокая	22,7
4	II 295	I	38	2,50	средняя	12,8
5		II	115	1,67	средняя	39,6
6		III	94	3,70	повышенная	31,5
7		IV	48	5,25	высокая	16,1
8	III 260	I	148	2,10	средняя	56,9
9		II	72	4,00	повышенная	27,7
10		III	40	5,50	высокая	15,4
11	IV 174	I	87	1,89	средняя	50,0
12		II	25	3,50	повышенная	14,4
13		III	62	5,13	высокая	35,6
14	V 68	I	38	3,00	средняя	55,9
15		II	30	5,00	высокая	44,1
16	VI 625	I	263	1,33	низкая	42,1
17		II	362	2,12	средняя	57,9
18	VII 405	I	54	1,08	низкая	13,0
19		II	75	2,12	средняя	18,5
20		III	127	2,49	средняя	31,4
21		IV	49	3,13	повышенная	12,1
22		V	40	5,50	высокая	10,0
23		VI	60	5,75	высокая	15,0
24	VIII 210	I	30	1,00	очень низкая	14,3
25		II	30	1,15	низкая	14,3
26		III	35	2,50	средняя	16,7
27		IV	115	5,17	высокая	54,7
28	IX 405	I	55	1,00	низкая	34,6
29		II	105	2,33	средняя	65,4
30	X 405	I	204	2,15	средняя	78,5
31		II	56	4,10	повышенная	21,5
Итого: 2615			30		очень низкая	1,10
			402		низкая	15,4
			1424		средняя	54,5
			295		повышенная	11,3
			427		высокая	16,3
			36		очень высокая	1,40

Приложение Б.6 – Сводная ведомость результатов химического анализа смешанных образцов почв на содержание подвижного азота (нитрификационная способность), БСЛО

№	№ яруса, его площадь, га	№ контура	Площадь контура, га	Содержание N-NO ₃ , мг/100 г почвы	Обеспеченность N-NO ₃	% от общей площади яруса
1	I 158	I	52	0,33	очень низкая повышенная	32,9
2		II	106	2,30		67,1
3	II 295	I	28	0,40	очень низкая средняя очень низкая	9,5
4		II	109	0,30		36,9
5		III	158	1,15		53,6
6	III 260	I	185	0,30	очень низкая повышенная высокая	71,2
7		II	50	1,80		19,2
8		III	25	3,20		9,6
9	IV 174	I	99	0,30	очень низкая средняя повышенная	56,9
10		II	25	1,10		14,4
11		III	50	1,65		28,7
12	V 68	I	68	0,30	очень низкая	100
13	VI 625	I	86	0,33	очень низкая очень низкая средняя средняя	13,8
14		II	328	0,32		52,4
15		III	100	1,20		16,0
16		IV	111	1,30		17,8
17	VII 405	I	30	0,40	очень низкая очень низкая средняя повышенная	7,4
18		II	96	0,50		23,7
19		III	130	1,30		32,1
20		IV	149	2,00		36,8
21	VIII 210	I	80	0,40	очень низкая повышенная	38,1
22		II	130	2,10		61,7
23	IX 405	I	38	0,30	очень низкая низкая средняя средняя	23,7
24		II	50	0,60		31,3
25		III	42	1,20		26,2
26		IV	30	1,30		18,8
27	X 405	I	43	0,30	очень низкая низкая повышенная	16,5
28		II	28	0,60		10,8
29		III	189	1,60		72,7
Итого: 2615			1242		очень низкая	47,5
			78		низкая	3,0
			596		средняя	22,8
			674		повышенная	25,7
			25		высокая	1,0

Приложение Б.7 – Содержание гумуса и подвижных фосфатов в почвах Бурдинской системы (результаты обследований при разработке проекта реконструкции 1984 г.)

Почвы	Глубина, м	Содержание гумуса, %		Содержание P ₂ O ₅	
		диапазон значений	среднее значение	диапазон значений	среднее значение
лугово-лиманые осолоделые	0-0,1	1,9-2,7	2,3	3,3-6,4	5,0
	0,15-0,30	0,6-1,7	1,0	0,2-0,9	0,5
лугово-каштановые	0-0,1	2,5-5,1	3,5	3,7-5,8	4,1
	0,25-0,35	0,8-2,8	1,8	0,7-1,8	1,0
светло-каштановые	0-0,1	1,2-2,2	1,7	2,9-6,3	4,3
	0,25-0,30	0,4-1,5	1,0	0,5-1,8	1,0
солонцы каштановые	0-0,1	0,8-1,4	1,2	4,1-8,4	5,0
	0,20-0,3	0,2-0,8	0,4	0,5-2,9	1,3

Приложение Б.8 – Результаты анализов водной вытяжки на режимных площадках (скв. 1-5 до затопления, скв. 1а-5а после затопления) (осень 1999 г.)

Сква- жина	Глубина, м	Сумма солей, %	в % на абсол. сух. почву					в мг-экв/100 г почвы						
			общая НСО ₃	Cl	SO ₄	Ca	Mg	Na	общая НСО ₃	Cl	SO ₄	Ca	Mg	Na
скв. 1	0–0,25	0,124	0,034	0,025	0,027	0,012	0,004	0,022	0,56	0,72	0,57	0,60	0,30	0,95
	0,25–0,50	0,172	0,032	0,044	0,043	0,016	0,006	0,031	0,52	1,24	0,90	0,80	0,50	1,36
	0,50–0,75	0,275	0,029	0,068	0,091	0,024	0,008	0,055	0,48	1,92	1,90	1,20	0,70	2,40
	0,75–1,00	0,651	0,024	0,079	0,351	0,080	0,021	0,091	0,40	2,24	7,31	4,25	1,75	3,95
	1,00–1,25	1,249	0,022	0,067	0,795	0,230	0,036	0,099	0,36	1,88	16,56	11,50	3,00	4,30
	1,25–1,50	0,424	0,027	0,060	0,205	0,036	0,011	0,085	0,44	1,68	4,27	1,80	0,90	3,69
	1,50–1,75	0,342	0,034	0,058	0,142	0,016	0,008	0,084	0,56	1,64	2,95	0,80	0,70	3,65
	1,75–2,00	0,245	0,039	0,054	0,073	0,008	0,005	0,066	0,64	1,52	1,52	0,40	0,40	2,88
	2,00–2,50	0,266	0,041	0,050	0,090	0,010	0,005	0,070	0,68	1,40	1,88	0,50	0,40	3,06
	2,50–3,00	0,245	0,039	0,043	0,085	0,008	0,005	0,065	0,64	1,20	1,78	0,40	0,40	2,82
скв. 2	0–0,25	0,105	0,049	0,010	0,017	0,008	0,002	0,019	0,80	0,28	0,35	0,40	0,20	0,83
	0,25–0,50	0,100	0,046	0,006	0,021	0,006	0,002	0,019	0,76	0,16	0,43	0,30	0,20	0,85
	0,50–0,75	0,136	0,041	0,017	0,036	0,006	0,001	0,035	0,68	0,48	0,76	0,30	0,10	1,52
	0,75–1,00	0,361	0,034	0,048	0,164	0,022	0,005	0,088	0,56	1,36	3,42	1,10	0,40	3,84
	1,00–1,25	0,725	0,024	0,051	0,434	0,080	0,24	0,112	0,40	1,44	9,04	4,00	2,00	4,88
	1,25–1,50	0,392	0,032	0,048	0,187	0,018	0,006	0,101	0,52	1,36	3,90	0,90	0,50	4,38
	1,50–1,75	0,298	0,044	0,048	0,110	0,08	0,004	0,084	0,72	1,36	2,29	0,40	0,30	3,67
	1,75–2,00	0,271	0,041	0,054	0,086	0,006	0,004	0,078	0,68	1,52	1,79	0,30	0,30	3,39
	2,00–2,50	0,275	0,039	0,045	0,102	0,08	0,002	0,079	0,64	1,28	2,12	0,40	0,20	3,44

Продолжение приложения Б.8

Скважина	Глубина, м	Сумма солей, %	в % на абсол. сух. почву						в мг-экв/100 г почвы					
			общая HCO ₃	Cl	SO ₄	Ca	Mg	Na	общая HCO ₃	Cl	SO ₄	Ca	Mg	Na
скв. 3	0–0,25	0,102	0,041	0,014	0,018	0,008	0,004	0,017	0,68	0,40	0,37	0,40	0,30	0,75
	0,25–0,50	0,201	0,029	0,052	0,056	0,022	0,005	0,037	0,48	1,48	1,17	1,10	0,40	1,63
	0,50–0,75	0,275	0,027	0,084	0,076	0,030	0,008	0,050	0,44	2,36	1,58	1,50	0,70	2,18
	0,75–1,00	0,298	0,029	0,088	0,085	0,030	0,008	0,058	0,48	2,48	1,78	1,50	0,70	2,54
	1,00–1,25	0,234	0,029	0,058	0,073	0,018	0,007	0,049	0,48	1,64	1,53	0,90	0,60	2,15
	1,25–1,50	0,215	0,032	0,051	0,063	0,012	0,005	0,052	0,52	1,44	1,32	0,60	0,40	2,28
	1,50–1,75	0,235	0,037	0,048	0,076	0,012	0,006	0,056	0,60	1,36	1,58	0,60	0,50	2,44
	1,75–2,00	0,233	0,041	0,044	0,075	0,010	0,006	0,057	0,68	1,24	1,56	0,50	0,50	2,48
	2,00–2,50	0,209	0,044	0,037	0,062	0,006	0,004	0,056	0,72	1,04	1,29	0,30	0,30	2,45
скв. 4	2,50–3,00	0,128	0,039	0,020	0,032	0,012	0,005	0,020	0,64	0,56	0,67	0,60	0,40	0,87
	0–0,25	0,158	0,037	0,038	0,033	0,014	0,004	0,032	0,60	1,08	0,69	0,70	0,30	1,37
	0,25–0,50	0,258	0,027	0,057	0,094	0,020	0,009	0,051	0,44	1,60	1,97	1,00	0,75	2,26
	0,50–0,75	0,905	0,022	0,065	0,552	0,125	0,033	0,108	0,36	1,84	11,50	6,25	2,75	4,70
	0,75–1,00	0,549	0,024	0,052	0,309	0,046	0,023	0,095	0,40	1,48	6,44	2,30	1,90	4,12
	1,00–1,25	0,259	0,037	0,047	0,094	0,012	0,006	0,063	0,60	1,32	1,96	0,60	0,50	2,78
	1,25–1,50	0,253	0,032	0,050	0,091	0,008	0,006	0,066	0,52	1,40	1,89	0,40	0,50	2,91
	1,50–1,75	0,242	0,034	0,050	0,080	0,008	0,005	0,065	0,56	1,40	1,67	0,40	0,40	2,83
	1,75–2,00	0,212	0,037	0,044	0,062	0,007	0,002	0,060	0,60	1,24	1,29	0,30	0,20	2,63

Продолжение приложения Б.8

Скважина	Глубина, м	Сумма солей, %	в % на абсол. сух. почву					в мг-экв/100 г почвы						
			общая HCO ₃	Cl	SO ₄	Ca	Mg	Na	общая HCO ₃	Cl	SO ₄	Ca	Mg	Na
скв. 5	0–0,25	0,121	0,034	0,013	0,041	0,012	0,006	0,015	0,56	0,36	0,86	0,60	0,50	0,68
	0,25–0,50	0,129	0,037	0,024	0,030	0,010	0,005	0,023	0,60	0,68	0,62	0,50	0,40	1,00
	0,50–0,75	0,245	0,027	0,052	0,093	0,022	0,013	0,038	0,44	1,48	1,94	1,10	1,10	1,66
	0,75–1,00	0,220	0,024	0,055	0,070	0,022	0,007	0,042	0,40	1,56	1,45	1,10	0,60	1,81
	1,00–1,25	0,208	0,029	0,050	0,063	0,016	0,006	0,044	0,48	1,40	1,32	0,80	0,50	1,90
	1,25–1,50	0,202	0,029	0,050	0,058	0,012	0,005	0,048	0,48	1,40	1,21	0,60	0,40	2,09
	1,50–1,75	0,230	0,032	0,044	0,082	0,014	0,006	0,052	0,52	1,24	1,72	0,70	0,50	2,28
	1,75–2,00	0,218	0,034	0,048	0,065	0,010	0,002	0,054	0,56	1,36	1,35	0,50	0,20	2,57
	2,00–2,50	0,203	0,041	0,031	0,067	0,008	0,002	0,054	0,68	0,88	1,39	0,40	0,20	2,35
	2,50–3,00	0,151	0,044	0,020	0,042	0,012	0,002	0,031	0,72	0,56	0,87	0,60	0,20	1,35
скв. 1а	0–0,25	0,175	0,041	0,028	0,053	0,012	0,005	0,036	0,68	0,80	1,11	0,60	0,40	1,59
	0,25–0,50	0,204	0,037	0,044	0,058	0,016	0,004	0,045	0,60	1,24	1,22	0,80	0,30	1,96
	0,50–0,75	0,316	0,037	0,079	0,099	0,022	0,008	0,071	0,60	2,24	2,06	1,10	0,70	3,10
	0,75–1,00	1,311	0,019	0,068	0,845	0,220	0,048	0,111	0,32	1,92	17,60	11,00	4,00	4,84
	1,00–1,25	0,462	0,027	0,55	0,238	0,032	0,016	0,094	0,44	1,56	4,97	1,60	1,30	4,07
	1,25–1,50	0,253	0,037	0,058	0,075	0,010	0,004	0,069	0,60	1,64	1,57	0,50	0,30	3,01
	1,50–1,75	0,235	0,034	0,051	0,073	0,010	0,004	0,063	0,56	1,44	1,53	0,50	0,30	2,73
	1,75–2,00	0,245	0,039	0,054	0,072	0,010	0,004	0,066	0,64	1,52	1,50	0,50	0,30	2,86
	0–0,25	0,230	0,041	0,048	0,066	0,008	0,002	0,065	0,68	1,36	1,37	0,40	0,20	2,81

Продолжение приложения Б.8

Скважина	Глубина, м	Сумма солей, %	в % на абсол. сух. почву					в мг-экв/100 г почвы						
			общая HCO ₃	Cl	SO ₄	Ca	Mg	Na	общая HCO ₃	Cl	SO ₄	Ca	Mg	Na
скв. 2а	0–0,25	0,132	0,046	0,008	0,043	0,012	0,007	0,016	0,76	0,24	0,89	0,60	0,60	0,69
	0,25–0,50	0,121	0,044	0,014	0,028	0,012	0,004	0,019	0,72	0,40	0,59	0,60	0,30	0,81
	0,50–0,75	0,174	0,037	0,034	0,050	0,016	0,005	0,032	0,60	0,96	1,04	0,80	0,40	1,40
	0,75–1,00	0,279	0,032	0,072	0,087	0,028	0,008	0,052	0,52	2,04	1,81	1,40	0,70	2,27
	1,00–1,25	1,297	0,017	0,084	0,818	0,240	0,042	0,096	0,28	2,36	17,04	12,00	3,50	4,18
	1,25–1,50	1,324	0,019	0,077	0,845	0,230	0,048	0,105	0,32	2,16	17,61	11,50	4,00	4,59
	1,50–1,75	0,360	0,029	0,051	0,171	0,028	0,013	0,068	0,48	1,44	3,56	1,40	1,10	2,98
	1,75–2,00	0,243	0,034	0,050	0,082	0,012	0,006	0,059	0,56	1,40	1,70	0,60	0,50	2,56
скв. 3а	2,00–2,50	0,139	0,044	0,017	0,037	0,010	0,004	0,027	0,72	0,48	0,78	0,50	0,30	1,18
	2,50–3,00	0,107	0,044	0,014	0,019	0,010	0,004	0,016	0,72	0,40	0,40	0,50	0,30	0,72
	0–0,25	0,194	0,039	0,034	0,062	0,014	0,006	0,039	0,64	0,96	1,29	0,70	0,50	1,69
скв. 4а	0,25–0,50	0,419	0,034	0,094	0,158	0,024	0,013	0,096	0,56	2,64	3,29	1,20	1,10	4,19
	0,50–0,75	0,118	0,046	0,010	0,029	0,012	0,004	0,017	0,76	0,28	0,61	0,60	0,30	0,75
	0,75–1,00	0,109	0,041	0,013	0,024	0,008	0,004	0,019	0,68	0,36	0,51	0,40	0,30	0,85
	1,00–1,25	0,211	0,037	0,034	0,077	0,014	0,008	0,041	0,60	0,96	1,61	0,70	0,70	1,77
	1,25–1,50	0,285	0,034	0,057	0,105	0,020	0,008	0,061	0,56	1,60	2,18	1,00	0,70	2,64
	1,50–1,75	0,247	0,034	0,050	0,085	0,014	0,006	0,058	0,56	1,40	1,78	0,70	0,50	2,54
	1,75–2,00	0,219	0,037	0,043	0,070	0,008	0,005	0,056	0,60	1,20	1,46	2,40	0,40	2,46
	0–0,25	0,208	0,039	0,044	0,058	0,008	0,002	0,057	0,64	1,24	1,21	0,40	0,20	2,49
0,25–0,50	0,233	0,039	0,058	0,061	0,010	0,006	0,059	0,64	1,64	1,28	0,50	0,50	2,56	

Продолжение приложения Б.8

Скважина	Глубина, м	Сумма солей, %	в % на абсол. сух. почву							в мг-экв/100 г почвы						
			CO ₃	общ. HCO ₃	Cl	SO ₄	Ca	Mg	Na	CO ₃	общ. HCO ₃	Cl	SO ₄	Ca	Mg	Na
скв. 5а	0–0,25	0,131	Нет	0,049	0,010	0,035	0,010	0,004	0,023	Нет	0,80	0,28	0,74	0,50	0,30	1,02
	0,25–0,50	0,152	Нет	0,046	0,020	0,042	0,010	0,006	0,028	Нет	0,76	0,56	0,88	0,50	0,50	1,20
	0,50–0,75	0,229	Нет	0,034	0,061	0,062	0,014	0,008	0,050	Нет	0,56	1,72	1,29	0,70	0,70	2,17
	0,75–1,00	0,323	Нет	0,032	0,077	0,115	0,024	0,014	0,061	Нет	0,52	2,16	2,39	1,20	1,20	2,67

Приложение Б.9 – Водно-физические свойства почвы опытных участков расположенных в различных почвенно-климатических зонах

Глубина, м	Плотность сложения, т/м ³	Удельная масса, т/м ³	Массовая влажность почвы				Доступная растениям вода	
			%		м ³ /га		% от НВ	м ³ /га
			НВ	ВЗ	НВ	ВЗ		
Полупустынная зона, светло-каштановые почвы								
0-0,5	1,31	2,71	28,1	13,4	1836	886	52,3	960
0,5-1,0	1,43	2,68	23,8	17,1	1672	1225	28,2	471
0-1,0	1,37	2,70	26,0	15,3	3508	2111	40,8	1431
Сухостепная зона, светло-каштановые почвы								
0-0,5	1,30	2,70	28,6	13,0	1859	845	54,5	1014
0,5-1,0	1,39	2,68	24,6	13,3	1710	924	46,0	786
0-1,0	1,35	2,69	26,5	13,2	3569	1770	50,4	1800
Черноземно-степная зона, чернозем южный								
0-0,5	1,27	2,64	32,1	12,1	2031	771	63,4	1260
0,5-1,0	1,36	2,67	28,5	13,1	1938	893	54,9	1045
0-1,0	1,32	2,66	30,3	12,6	3969	1664	59,3	2305
Лесостепная зона, чернозем выщелоченный								
0-0,5	1,24	2,57	32,8	11,9	2037	753	63,9	1300
0,5-1,0	1,33	2,66	29,7	13,0	1969	721	56,2	1108
0-1,0	1,28	2,62	31,3	12,4	4006	1474	60,1	2408

Приложение Б.10 – Скорость впитывания и фильтрации воды с поверхности
лугово-каштановой почвы на БСЛО

Время от начала затопления		Интервал времени		В мм/мин.		В м ³ /га от начала затопления	В м/сут.	
час.	мин.	час.	мин.	за отдельный интервал	от начала затопления		за отдельный интервал	от начала затопления
0	10		10	1,98	1,98	193	2,85	2,85
0	20		10	0,48	1,23	246	0,69	1,77
0	30		10	0,35	0,94	281	0,50	1,35
0	40		10	0,21	0,76	302	0,30	1,09
0	50		10	0,10	0,62	312	0,14	0,89
1		1		0,05	0,54	321	0,13	0,78
2		1		0,05	0,29	351	0,07	0,42
3		1		0,05	0,21	381	0,07	0,30
4		1		0,04	0,17	405	0,06	0,24
5		1		0,04	0,14	429	0,06	0,20
6		1		0,03	0,12	447	0,04	0,17
7		1		0,03	0,11	465	0,04	0,16
8		1		0,03	0,10	483	0,04	0,14
9		1		0,03	0,09	501	0,04	0,13
10		1		0,025	0,09	516	0,036	0,13
11		1		0,025	0,08	531	0,036	0,12
12		1		0,025	0,08	546	0,036	0,12
13		1		0,04	0,07	570	0,06	0,10
14		1		0,04	0,07	594	0,06	0,10
15		1		0,04	0,07	618	0,06	0,10
16		1		0,04	0,07	642	0,06	0,10
17		1		0,04	0,07	666	0,06	0,10
18		1		0,03	0,06	684	0,04	0,09
19		1		0,03	0,06	702	0,04	0,09
20		1		0,03	0,06	720	0,04	0,09
21		1		0,03	0,06	738	0,04	0,09
22		1		0,025	0,06	753	0,036	0,09
23		1		0,025	0,06	768	0,036	0,09
24		1		0,025	0,06	783	0,036	0,07

Приложение Б.11 – Скорость впитывания и фильтрации воды в лугово-каштановую почву с глубины 0,5 м на БСЛО

Время от начала затопления		Интервал времени		В мм/мин.		В м ³ /га от начала затопления	В м/сут.	
час.	мин.	час.	мин.	за отдельный интервал	от начала затопления		за отдельный интервал	от начала затопления
0	10		10	0,130	0,130	13	0,187	0,187
0	20		10	0,051	0,090	18	0,073	0,130
0	30		10	0,040	0,070	22	0,058	0,101
0	40		10	0,030	0,060	25	0,043	0,086
0	50		10	0,020	0,050	27	0,029	0,072
1		1		0,010	0,050	28	0,014	0,072
2		1		0,010	0,028	34	0,014	0,040
3		1		0,024	0,027	48	0,035	0,039
4		1		0,019	0,025	60	0,027	0,036
5		1		0,019	0,024	71	0,027	0,035
6		1		0,005	0,021	74	0,007	0,030
7		1		0,014	0,020	83	0,020	0,029
8		1		0,095	0,018	88	0,014	0,026
9		1		0,095	0,017	94	0,014	0,024
10		1		0,095	0,017	100	0,014	0,024
11		1		0,095	0,016	105	0,014	0,023
12		1		0,095	0,015	111	0,014	0,022
13		1		0,095	0,015	117	0,014	0,022
14		1		0,095	0,015	123	0,014	0,022
15		1		0,095	0,014	128	0,014	0,022
16		1		0,095	0,014	134	0,020	0,020
17		1		0,014	0,014	142	0,020	0,020
18		1		0,014	0,014	151	0,020	0,020
19		1		0,014	0,014	159	0,020	0,020
20		1		0,095	0,014	165	0,014	0,020
21		1		0,095	0,014	170	0,014	0,020
22		1		0,095	0,013	176	0,014	0,019
23		1		0,095	0,013	182	0,014	0,019
24		1		0,095	0,013	188	0,014	0,019

Приложение Б.12 – Содержание микроэлементов в светло-каштановой почве

В миллиграммах на 1 килограмм сухой почвы

Глубина отбора проб, м	Атомно-абсорбционно-спектральный метод				Метод Г.Я. Ринькиса		
	Mn	Zn	Cu	Co	Mn	B	Mo
0–0,2	93	1,0	0,25	0,10	33,7	2,5	0,131
0,2–0,4	60	1,1	0,22	0,07	33,0	1,8	0,125
0,4–0,6	82	1,4	0,45	0,10	17,3	2,0	0,125
0,6–0,8	85	1,4	0,51	0,10	17,8	7,5	0,090
0,8–1,0	93	1,3	0,50	0,14	16,1	1,2	0,175
1,0–1,2	83	1,6	0,37	0,14	16,1	1,2	0,175
1,2–1,4	72	1,4	0,27	0,07	25,0	1,5	0,090
1,4–1,6	75	1,2	0,32	0,10	25,0	1,5	0,090
1,6–1,8	75	1,0	0,30	0,07	16,6	1,0	0,280
1,8–2,0	78	1,2	0,25	0,12	16,6	1,0	0,280
Средняя обеспеченность растений микроэлементами							
	11–20	2,1–5,0	0,21–0,50	0,16–0,30	30–50	0,6–0,9	0,2–0,4

Приложение Б.13 – Содержание гумуса, мощность генетических горизонтов, глубина вскипания и выделения углекислой извести в почвах Тамбовской области [401]

Почвы	Среднее содержание гумуса			Мощность горизонтов, см					Глубина вскипания, м	Глубина выделения углекислой извести, м
	в % в гор. А ₁	в т/га в слое 0-0,25 м	в т/га в слое 0-0,50 м	А ₁	А ₂	В ₁	В ₂	А+В		
1.Чернозем выщелоченный.	8,2	209,0	324,0	30	31	39	26	128	1,10	1,40
2.Чернозем слабо выщелоченный мощный	9,1	236,5	257,5	32	34	28	24	118	1,05	1,10
3.Чернозем выщелоченный средне-мощный	7,4	192,5	270,0	23	22	24	23	91	0,74	0,86
4.Чернозем слабо выщелоченный маломощный	10,0	261,3	412,5	26	25	36	25	102	0,75	0,90
5.Чернозем типичный	8,0	220,0	309,5	30	33	26	22	111	0,70	1,00

Приложение Б.14 – Водно-физические свойства чернозема выщелоченного

Глубина, м	Плотность сложения, г/см ³	Удельная масса, г/см ³	Массовая влажность почвы				Доступная растениям вода	
			%		м ³ /га		% от НВ	м ³ /га
			НВ	ВЗ	НВ	ВЗ		
0–0,1	1,17	2,54	34,5	11,4	404	133	67,8	274
0,1–0,2	1,21	2,54	33,6	11,2	406	139	66,8	271
0,2–0,3	1,26	2,58	32,3	12,0	407	154	62,8	256
0,3–0,4	1,28	2,58	32,0	12,2	410	159	61,8	253
0,4–0,5	1,29	2,62	31,8	12,7	410	168	60,1	246
0,5–0,6	1,30	2,62	31,3	12,7	407	171	59,4	242
0,6–0,7	1,31	2,66	30,6	12,8	401	178	58,1	233
0,7–0,8	1,32	2,66	29,8	12,9	393	183	56,8	223
0,8–0,9	1,34	2,68	28,9	13,1	387	189	54,7	212
0,9–1,0	1,36	2,68	28,0	13,4	381	198	52,1	198
0–0,5	1,24	2,57	32,8	11,9	2037	753	63,9	1300
0,5–1,0	1,33	2,66	29,7	13,0	1969	721	56,2	1108
0–1,0	1,28	2,62	31,3	12,4	4006	1474	60,1	2408

Приложение Б.15 – Ведомость площадей в ООО «Агрохимальянс» по степени гумусированности и кислотности почв

№ поля	Площадь, га	Степень гумусированности, (содержание гумуса) %		Степень кислотности, рН (КСИ)	
		6,1–7,0 средняя	7,1–8,0 повышен ная	5,1–5,5 слабо кислая	5,6–6,0 близко к нейтральной
1	123	123			123
3	168	168		168	
4	150		150	150	
5	188	188		188	
6	149	149		149	
7	145	145		145	
8	113	113		113	
9	189	189		189	
10	203	203		203	
11	160	160		160	
12	145		145	145	
13	177	177		177	
14	150	150			150
Итого:	2060	1765	295	1787	273

Приложение Б.16 – Характеристика преобладающих типов почвы на территории Саратовской области

Микрозона	Преобладающий тип почвы	Слой почвы, м	Агрохимические свойства				Водно-физические свойства						
			гумус, %	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	плотность, г/см ³	удельная масса, г/см ³	НВ, % от массы сухой почвы	ВУЗ, % от массы сухой почвы	водопроницаемость, мм/мин	гранулометрический состав, < 0.01 мм, %	пористость, %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1. Западная	чернозем обыкновенный суглинистый	0–0,3	6,3	45	43	125	1,04	2,57	32,6	17,2	1,53	50,1	55,4
		0,3–0,5	5,2	41	40	111	1,13	2,63	31,2	16,7		49,5	54,8
		0,5–1,0					1,31	2,69	30,6	16,1		47,9	52,6
		0–1,0					1,22	2,66	30,9	16,4		48,7	53,7
2. Центральная	чернозем обыкновенный суглинистый	0–0,3	6,6	48	48	120	1,15	2,60	34,8	16,8	1,86	48,0	53,9
		0,3–0,5	5,8	43	41	109	1,20	2,65	33,3	15,6		47,5	52,1
		0,5–1,0					1,33	2,70	30,7	15,1		46,9	47,6
		0–1,0					1,27	2,68	32,0	15,4		47,2	49,8
3. Северная правобережная	чернозем выщелоченный тяжелосуглинистый	0–0,3	6,9	52	45	108	1,05	2,58	36,9	17,4	0,92	55,2	52,7
		0,3–0,5	6,0	40	37	87	1,16	2,61	35,4	17,7		54,6	53,7
		0,5–1,0					1,23	2,70	30,8	15,6		57,2	54,6
		0–1,0					1,19	2,66	33,1	16,7		55,9	54,2
4. Южная правобережная	чернозем южный среднетощный	0–0,3	4,6	45	52	132	1,03	2,58	40,7	18,1	1,15	62,7	58,0
		0,3–0,5	3,8	42	48	118	1,11	2,60	38,6	18,0		61,1	55,9
		0,5–1,0					1,39	2,69	29,6	16,2		66,8	50,5
		0–1,0					1,25	2,65	34,1	17,1		63,9	53,2

Продолжение приложения 16

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
5.Северная левобереж- ная	чернозем южный средне- суглинистый	0–0,3	4,3	41	43	225	1,22	2,56	26,2	11,7	1,42	32,1	52,4
		0,3–0,5	2,9	34	40	187	1,27	2,62	24,5	11,5		31,5	49,3
		0,5–1,0					1,52	2,72	21,1	11,1		30,2	42,5
		0–1,0					1,31	2,67	22,9	11,3		30,9	45,9
6. Северная левобереж- ная	темно- каштановая средне- суглинистая	0–0,3	3,8	36	28	370	1,24	2,57	31,2	16,5	1,21	45,9	48,6
		0,3–0,5	2,4	31	25	315	1,29	2,59	29,0	15,3		45,4	42,4
		0,5–1,0					1,42	2,72	26,0	17,1		46,3	40,2
		0–1,0					1,34	2,66	27,5	16,2		45,8	41,3
6.Централь- ная лево- бережная	темно- каштановая тяжело- суглинистая	0–0,3	4,0	30	33	380	1,27	2,56	29,5	15,8	0,85	49,3	43,4
		0,3–0,5	2,6	29	23	310	1,31	2,58	27,7	15,9		48,9	40,
		0,5–1,0					1,52	2,72	25,4	15,7		48,7	41,8
		0–1,0					1,41	2,65	26,6	15,8		48,8	40,9
7.Юго- восточная	каштановая солонцеватая тяжело- суглинистая	0–0,3	3,1	27	24	480	1,29	2,61	27,7	12,3	0,72	50,9	42,1
		0,3–0,5	1,8	22	18	456	1,34	2,68	25,2	12,7		50,1	40,0
		0,5–1,0					1,51	2,72	21,9	13,9		47,2	38,7
		0–1,0					1,43	2,70	23,5	14,0		48,9	39,4
7.Юго- восточная	светло- каштановая солонцеватая тяжело- суглинистая	0–0,3	2,5	20	20	512	1,31	2,73	23,3	9,7	0,54	52,6	38,5
		0,3–0,5	1,2	16	15	417	1,35	2,71	22,5	10,0		51,3	36,3
		0,5–1,0					1,52	2,68	21,4	10,6		45,6	29,2
		0–1,0					1,44	2,69	22,1	11,7		49,1	34,1

Приложение Б.17 – Глубина залегания и минерализация грунтовых вод на Малоузенской системе

Номер яруса	1-10 сентября 1997 г.		1-10 сентября 1998 г.		1-10 мая 1999 г.		1-10 сентября 1999 г.	
	УГВ, м	Минерал., г/л	УГВ, м	Минерал., г/л	УГВ, м	Минерал., г/л	УГВ, м	Минерал., г/л
1							$\frac{1,90-2,40}{2,11}$	$\frac{1,3-4,0}{2,7}$
2	2,41	25,8	2,45	30,4				
3	$\frac{2,34-2,41}{2,37}$	$\frac{12,2-25,8}{19,0}$	2,60	27,0	0,32	17,0	$\frac{2,79-3,15}{2,97}$	$\frac{16,2-40,9}{28,6}$
4	$\frac{1,83-2,61}{2,29}$	$\frac{31,3-47,9}{38,4}$	2,70	49,1	$\frac{0,55-0,60}{0,57}$	$\frac{30,6-40,4}{35,5}$		
5	$\frac{1,83-2,08}{1,96}$	$\frac{4,1-19,4}{11,7}$	$\frac{2,00-2,10}{2,05}$	$\frac{8,3-12,8}{10,5}$	$\frac{0-0,50}{0,25}$	$\frac{1,4-1,8}{1,6}$	$\frac{1,98-2,34}{2,20}$	27,2
6	2,01	6,7	$\frac{1,7-2,0}{1,85}$	$\frac{4,9-11,9}{8,4}$			2,03	
8			2,50	57,8			$\frac{2,00-2,05}{2,02}$	
9			$\frac{1,55-1,80}{1,68}$	$\frac{7,2-23,1}{13,6}$	$\frac{1,13-1,40^*}{1,27}$	$\frac{19,7-23,6^*}{21,7}$	$\frac{1,80-2,12}{1,94}$	$\frac{20,4-42,4}{29,1}$
12	2,21	31,8	1,90	16,5	* - определение велось в третьей декаде июня 1999 года			
13	$\frac{1,78-1,95}{1,87}$	$\frac{4,1-9,5}{6,8}$	$\frac{1,90-20,0}{1,97}$	$\frac{1,2-20,4}{14,0}$				
14	$\frac{1,72-1,86}{1,79}$	$\frac{6,3-15,2}{10,8}$	$\frac{2,00-2,10}{2,05}$	$\frac{14,9-31,0}{22,5}$				
			2,05	52,3	$\frac{0,10-0,74}{0,42}$	$\frac{3,7-39,4}{21,6}$		

в числителе – интервал значений

в знаменателе – среднее

Приложение Б.18 – Глубина залегания и минерализация грунтовых вод в наблюдательных скважинах ГГМП на Бурдинской системе лиманного орошения

№ яруса	№ скважины	1987 г.		1989 г.		1998 г.		2001 г.
		УГВ, м	минерал, г/л	УГВ, м	минерал, г/л	УГВ, м	минерал, г/л	УГВ, м
I	19	4,75	18,5	3,88	0,7	3,61		
II	20	2,53	22,0	2,69	0,6	2,19	15,0	2,68
III	17	4,12	20,3	1,20	9,0	2,02		2,19
III	18	4,42	15,8	2,27	6,2	3,53	6,0	2,02
VI	21	2,40	12,9	2,15	13,0	4,15	8,0	
VI	22	4,20	7,2	2,43	6,0	3,28	0,8	
VI	23	4,12	12,4	1,97	7,6	3,19		
VI	24	3,08	13,3	2,24	13,0	3,43		
VII	25	1,40	1,4	2,93		1,5		
VII	26	3,69	15,5	2,21		3,20	8,5	
VIII	27	3,42	16,0	3,10		3,60	5,2	
VIII	28	4,10	16,6	2,83		3,85		
IX	29	2,51	19,0	2,67		2,79		
IX	30	2,46	14,6	2,38		2,80		

Приложение Б.19 – Содержание солей в почвогрунтах и минерализация грунтовых вод естественных лиманов Малоузенской системы 1965–1967 гг. [273]

Слой, м	Ярус №1, лиман Урусов				Ярус №3, лиман Чуриков				Ярус №9, лиман Заря			
	Центр	Склон	Периферия	Среднее	Центр	Склон	Периферия	Среднее	Центр	Склон	Периферия	Среднее
0–0,5	<u>0,159</u>	<u>0,126</u>	<u>0,122</u>	<u>0,136</u>	<u>0,037</u>	<u>0,030</u>	<u>0,018</u>	<u>0,028</u>	<u>0,089</u>	<u>0,092</u>	<u>0,182</u>	<u>0,121</u>
	10,3	8,2	8,1	8,8	2,4	2,1	1,2	1,8	5,8	6,0	11,8	7,9
0–1,0	<u>0,308</u>	<u>0,377</u>	<u>0,229</u>	<u>0,305</u>	<u>0,056</u>	<u>0,046</u>	<u>0,040</u>	<u>0,071</u>	<u>0,107</u>	<u>0,155</u>	<u>0,368</u>	<u>0,210</u>
	42,0	51,6	31,4	41,8	7,7	6,3	5,5	9,7	14,6	21,2	50,3	28,7
0–2,0	<u>0,245</u>	<u>0,407</u>	<u>0,324</u>	<u>0,325</u>	<u>0,140</u>	<u>0,053</u>	<u>0,049</u>	<u>0,081</u>	<u>0,187</u>	<u>0,307</u>	<u>0,694</u>	<u>0,396</u>
	71,8	119,3	94,9	95,2	41,0	15,5	14,4	23,7	54,8	89,9	203,2	116,0
Минерализация грунтовых вод, г/л	0,73	1,40	4,58	2,24	0,65	0,58	1,88	1,04	2,26	6,37	25,9	11,5
Глубина грунтовых вод в осенний срок, м	2,20	2,4	2,6	2,4	2,5	2,6	2,7	2,6	2,5	2,6	2,8	2,6

Приложение Б.20 – Сложение почвы в зависимости от способов заделки в почву растительных остатков, в среднем за 2006–2008 гг.

Слой почвы, м	Звено с чистым паром				Звено с сидеральным паром			
	Вспашка		Мульчирующая обработка		Вспашка		Мульчирующая обработка	
	Контроль (б/у)	Солома	Контроль (б/у)	Солома	Контроль (б/у)	Солома	Контроль (б/у)	Солома
Порозность общая, %								
0-0,1	57,1	59,1	57,4	61,6	57,4	60,5	58,9	61,9
0,1-0,2	55,7	57,4	53,7	54,6	56,6	57,5	55,0	56,1
0,2-0,3	56,3	56,7	53,6	54,1	56,6	57,1	54,9	55,6
0,3-0,4	54,6	55,0	53,3	53,5	55,8	56,5	53,9	54,6
0,4-0,5	53,9	54,2	52,8	53,0	53,9	54,3	53,2	53,5
0-0,3	56,4	57,7	54,9	56,8	56,9	58,4	56,3	57,9
0,3-0,5	54,3	54,6	53,1	53,3	54,9	55,4	53,6	54,1
0-0,5	55,5	56,5	54,2	55,4	56,1	57,2	55,8	56,4
Порозность некапиллярная, %								
0-0,1	20,4	21,9	20,5	22,8	20,5	22,4	21,8	22,9
0,1-0,2	19,2	20,5	14,1	14,4	19,5	19,8	14,9	15,6
0,2-0,3	17,6	17,2	13,9	14,0	16,7	17,9	14,9	15,1
0,3-0,4	14,6	14,6	13,8	14,0	16,2	15,3	14,1	14,8
0,4-0,5	14,2	14,3	13,7	13,9	14,4	14,3	13,7	13,8
0-0,3	19,1	19,9	16,2	17,1	18,9	20,0	17,2	17,9
0,3-0,5	14,4	14,5	13,8	14,0	15,3	14,8	13,9	14,3
0-0,5	17,2	17,7	15,2	15,8	87,3	17,9	15,9	14,5
Порозность капиллярная, %								
0-0,1	36,7	37,2	36,9	38,8	36,9	38,1	37,1	39,0
0,1-0,2	36,5	36,9	39,6	40,2	37,1	37,7	40,1	40,5
0,2-0,3	38,7	39,5	39,8	40,1	39,9	39,2	40,0	40,5
0,3-0,4	40,0	40,4	39,5	39,5	39,6	41,2	39,8	39,8
0,4-0,5	39,7	39,9	39,1	39,1	39,5	40,0	39,5	39,7
0-0,3	37,3	37,9	38,9	39,7	38,0	38,3	39,1	40,0
0,3-0,5	39,9	40,2	39,3	39,3	39,6	40,6	39,7	39,8
0-0,5	38,3	38,8	39,0	39,5	38,6	39,2	39,3	39,9
Соотношение некапиллярной к капиллярной порозности, 1: к..								
0-0,1	1,8	1,7	1,8	1,7	1,8	1,7	1,7	1,7
0,1-0,2	1,9	1,8	2,8	2,8	1,9	1,9	2,7	2,6
0,2-0,3	2,2	2,3	2,9	2,9	2,4	2,2	2,7	2,7
0,3-0,4	2,7	2,8	2,9	2,8	2,4	2,7	2,8	2,7
0,4-0,5	2,8	2,8	2,9	2,8	2,7	2,8	2,9	2,9
0-0,3	2,0	1,9	2,5	2,5	2,0	1,9	2,4	2,3
0,3-0,5	2,8	2,8	2,9	2,8	2,6	2,8	2,9	2,8
0-0,5	2,3	2,3	2,7	2,6	2,2	2,2	2,6	2,5

Приложение Б.21 – Влияние приемов биологизации на ежегодное поступление органических остатков в 0–0,3 м слой почвы по отдельным культурам

В тоннах на 1 гектар

Варианты			Урожай ность, т/га	Органические остатки			
Звено сево- оборота	Обработка почвы	Удобрение		солома	абс. сух. масса		
					солома (листо- стеб. масса)	пожнив но- корнев ые	всего
Озимая пшеница							
С чистым паром	Вспашка	Контроль	5,48	-	-	6,03	6,03
		Солома	6,09	9,14	7,83	6,70	14,53
	Мульчир.	Контроль	4,99	-	-	5,49	5,49
		Солома	5,47	8,21	7,05	6,27	13,32
С сидера льным паром	Вспашка	Контроль	6,11	-	-	6,72	6,72
		Солома	6,67	10,0	8,60	7,34	15,94
	Мульчир.	Контроль	5,47	-	-	6,02	6,02
		Солома	5,95	8,93	7,68	6,55	14,23
Яровая пшеница							
С чистым паром	Вспашка	Контроль	4,50	-	-	4,05	4,05
		Солома	4,74	6,16	5,30	4,27	9,57
		Солома +N30+30	5,23	6,80	5,85	4,71	10,56
		Солома +N30 +Бисолби-Сан	5,13	6,67	5,74	4,62	10,36
	Мульчир. обработка	Контроль	4,35	-	-	3,92	3,92
		Солома	4,61	5,99	5,15	4,15	9,30
		Солома +N30+30	4,94	6,42	5,52	4,46	9,98
		Солома +N30 +Бисолби-Сан	4,90	6,37	5,48	4,41	9,89
С сидеральным паром	Вспашка	Контроль	4,72	-	-	4,25	4,25
		Солома	5,08	6,60	5,68	4,55	10,23
		Солома +N30+30	5,64	7,33	6,30	5,08	11,38
		Солома +N30 +Бисолби-Сан	5,51	7,16	6,16	4,96	11,12
	Мульчир. обработка	Контроль	4,62	-	-	4,16	4,16
		Солома	4,94	6,42	5,52	4,45	9,97
		Солома +N30+30	5,45	7,09	6,10	4,91	11,01
		Солома +N30 +Бисолби-Сан	5,38	6,99	6,01	4,84	10,85
Клевер красный на сидеральное удобрение							
С сидера льным паром	Вспашка	Контроль	25,07	-	7,52	6,27	13,79
		Солома	27,06	-	8,11	6,76	14,87
	Мульчир.	Контроль	23,28	-	6,98	5,82	12,80
		Солома	25,37	-	7,61	6,34	13,95

Приложение Б.22 – Метеорологические условия в период проведения исследований

Почвенно-климатические зоны	Годы	Среднемесячные показатели осадков (мм), температуры (С ⁰) и влажности воздуха (%)														
		апрель			май			июнь			июль			август		
		мм	С ⁰	%	мм	С ⁰	%	мм	С ⁰	%	мм	С ⁰	%	мм	С ⁰	%
полупустынная	1999	15	11	60	30	14	59	9	22	50	25	26	51	18	24	53
	2000	22	13	68	25	13	63	72	21	57	40	24	59	19	24	51
	2001	25	12	62	20	17	67	32	21	58	7	26	46	26	21	53
	2009	10	12	60	61	16	60	14	22	51	13	26	47	80	24	52
	2010	24	11	63	20	15	58	0	24	50	10	27	46	8	25	50
	Средние многолетние	14	6	54	23	16	39	24	21	37	28	24	35	25	21	36
сухостепная	2002	20	8	65	21	17	49	7	19	58	41	23	62	25	23	54
	2003	23	7	64	20	18	47	76	18	64	47	22	65	24	22	59
	2004	37	8	66	22	16	61	5	21	53	56	22	64	5	24	52
	2005	30	10	69	23	19	63	84	21	59	11	23	59	14	22	52
	2006	49	9	67	56	16	62	4	21	57	6	23	61	36	23	55
	Средние многолетние	19	6	61	28	16	50	31	21	50	32	24	50	26	22	49
степная	2003	34	6	65	22	17	49	103	16	66	66	21	70	31	21	66
	2007	24	8	59	36	17	53	46	19	59	53	22	65	30	21	58
	2008	27	11	58	32	16	54	76	19	58	109	22	67	29	22	54
	2009	14	7	47	56	15	54	25	22	52	32	24	49	29	19	61
	2010	11	8	57	34	18	52	19	24	40	20	28	42	0	27	38
	Средние многолетние	29	7	65	43	15	52	45	19	54	51	21	56	44	20	58
лесостепная	2003	42	6	65	45	14	61	121	18	65	79	21	71	62	19	69
	2004	40	7	64	48	15	60	48	20	62	49	22	58	53	19	62
	2005	35	5	63	52	15	62	55	19	61	58	22	62	42	21	52
	2006	36	6	62	31	14	56	62	19	64	34	21	59	84	20	68
	2007	32	6	62	59	16	65	25	20	56	61	22	62	10	20	52
	2008	45	5	65	65	15	65	54	19	59	42	21	60	31	19	53
Средние многолетние	36	5	62	45	14	59	54	18	60	58	21	64	55	19	63	

Приложение Б.23 – Структура экспериментальных работ, 1999–2010 гг.

Предмет исследований	Тип эксперимента	Место проведения		Почвенно-климатические условия	
				Светло-каштановые почвы	Полупустыня
Взаимосвязь ресурсосберегающего режима затопления (срок затопления – осенний, весенний; норма затопления – 2000, 2500, 3000, 3500, 4000 м ³ /га) с продуктивностью кукурузы и многолетних трав	Научно-производственный опыт	Саратовская область	Бурдинская система лиманного орошения, СПК «Центральный», р./п. Ал-Гай	Светло-каштановые почвы	Полупустыня
Взаимосвязь влагонакопления и повышения урожайности яровой пшеницы с разрушением плотного подпахотного горизонта почвы щелерезом «Кивонь»			ЗАО «Дружба», г. Новоузенск		Сухая степь
Взаимосвязь био-, фитомелиорации (солома, солома + N30+30, солома + N30 +Бисолби-Сан, сидераты из многолетних бобовых трав) и обработки почвы (вспашка, мульчирующая обработка) с влагосбережением, почвенным плодородием и урожайностью яровой пшеницы		ООО «Агрохимальянс», Кирсановский район Тамбовской области	Чернозем выщелоченный, лесостепь		
Взаимосвязь урожайности яровой пшеницы и кукурузы с применением дополнительных приемов влагосбережения (ВМ*, СП**, ВМ+СП**, ВМ+ВПП***)	Географический	Научный опыт	ЗАО «Дружба», г. Новоузенск ; «Агроцентр» СГАУ, г. Саратов; ООО «Агрохимальянс», Кирсановский район Тамбовской области	Сухостепная, черноземно-степная, лесостепная зона	
Взаимосвязь урожайности яровой пшеницы и кукурузы с применением биопрепарата Бисолби-Сана и N(30, 40, 60)					
Взаимосвязь дополнительного снегоотложения (0, 30, 60, 100 % относительно естественного фона) и почвенно-климатических условий с биологической урожайностью озимой пшеницы		Биотестирование	Саратовская (Питерский, Советский, Марксовский, Саратовский, Аткарский, Н-Бурасский, Ртищевский р-н) Тамбовская обл. (Кирсановский р-н), Пензенская область (Мокшанский, Н-Ломовский р-ны)		

*-вертикальное мульчирование; **- соломенное покрытие; ***- водопоглощающий полимер (применялся на кукурузе)

Приложение Б.24 – Классификация мелиоративных приемов пассивного увлажнения почвы

Потери влаги	Характер воздействия	Приемы мелиорации
1	2	3
Перенос снега	Создание препятствий движению снега. Уменьшение скорости ветра, формирование завихрений. Повышение связности снега.	<i>Создание кулис, в том числе стерневых. Установка щитов и других препятствий. Создание полежащих лесных полос. Безотвальная и нулевая обработка зяби. Полосное размещение сельскохозяйственных культур. Вспашка глыбистая, комбинированная, гребнекулисная. Валкование, полосное и послойное уплотнение снега.</i>
Сток	Повышение водопроницаемости и влагоемкости почвы. Задержка воды на поверхности поля. Уменьшение скорости поверхностного и внутрипочвенного стока (деконцентрация). Уменьшение интенсивности снеготаяния.	<i>Обработка почв и посев по контурам и горизонталям. Контурно-буферное и полосное размещение культур. Для уменьшения уплотненности почвы – движение машин по постоянной колее. Рыхление глубокое безотвальное, плоскорезное, разноглубинное со щелеванием, чизелеванием, кротованием. Вертикальное мульчирование почвы. Гребнекулисная, гребнешелевая, щелевая обработка почвы. Вспашка глубокая с почвоуглублением, ступенчатая, комбинированная. Создание водоудерживающего микрорельефа: лункование, прерывистое бороздование, окучивание, глыбистая зябь. Мульчирование поля стерней, измельченными стеблями, соломой. Обогащение почвы органикой, внесение минеральных удобрений, мелиорантов. Внесение полимеров структурообразователей, стабилизаторов агрегатов, пенопластов, щелочных и шлакосиликатов с открытыми ячейками. Регулирование снеготаяния: валкование, полосное уплотнение, мульчирование.</i>
Инфильтрация	Уменьшение влагопроницаемости нижней границы корнеобитаемого слоя. Повышение влагоемкости почвы	<i>Внесение в почву водонабухающих полимеров, гигроскопических и вяжущих веществ, пленкообразователей. Обогащение почвы органикой. Минимализация рыхления.</i>

Продолжение приложения Б.24

1	2	3
Испарение	<p>Уменьшение выноса влажной почвы наверх; потерь влаги из почвенных пустот и трещин; скорости ветра в приземном слое; испаряющей поверхности поля.</p> <p>Разрушение капиллярной влагопроводности почвы.</p> <p>Отвод осадков в нижние слои почвы. Повышение альбедо.</p>	<p><i>Минимализация глубины обработки и перемешивания слоев почвы.</i> Рыхление почвенной корки, ранневесеннее и послепосевное боронование; мелкая культивация пара, полупара, междурядий. Минимализация глубины обработки и перемешивания слоев почвы. Прикатывание почвы, в том числе предпосевное, на парах, на ранней зяби. Уменьшение плотности почвы ходовыми системами. Мелкокомковатое крошение. Выравнивание поверхности поля, заравнивание следов стоек лап, сошников. Совмещение рыхления, прикатывания и других операций почвообработки, <i>внесение удобрений, пестицидов и посева.</i> Замена отвальной обработки безотвальными, механическими – химическими. <i>Мульчирование почвы.</i> Увеличение полей под озимыми. Ранний и сверхранний сев яровых. Применение полимерных пленок и вяжущих веществ. <i>Обогащение почвы органикой.</i></p>
Транспирация	<p>Повышение водоудерживающей способности тканей.</p> <p>Уменьшение количества вегетирующей зеленой массы. Повышение фотосинтетической активности растений.</p>	<p><i>Оптимизация минерального питания,</i> в том числе с применением элементов точного земледелия. Комплекс мер борьбы с сорняками. Сорты и культуры с пониженной транспирацией. <i>Использование ретардантов, биопрепаратов,</i> обработка посевов фульвокислотой и другими стимуляторами фотосинтетической активности.</p>

Приложение Б.25 – Влияние приемов биологизации земледелия (2003–2006 гг.) на экономическую оценку возделывания яровой пшеницы на черноземе выщелоченном, в среднем за 2006–2008 гг.

Варианты опыта		Урожай, т/га	Стоимость продукции, тыс. руб./га	Прямые затраты, тыс. руб./га	Условный чистый доход, тыс. руб./га	Себестоимость 1 тонны зерна, тыс. руб.	Уровень рентабель- ности, %
Обработка почвы	Удобрение						
Звено севооборота с чистым паром							
Вспашка	Контроль (б/у)	4,50	18,00	8,63	9,37	1,92	108,6
	Солома	4,74	18,96	8,35	10,61	1,76	127,1
	Солома +N30+30	5,23	26,15	9,73	16,42	1,86	168,8
	Солома +N30+Бисолби-Сан	5,13	25,65	9,47	16,18	1,85	170,9
Мульчир. обработка	Контроль (б/у)	4,35	17,40	8,38	9,02	1,93	107,7
	Солома	4,61	18,44	8,08	10,36	1,75	128,2
	Солома +N30+30	4,94	24,70	9,47	15,23	1,91	160,9
	Солома +N30+Бисолби-Сан	4,90	24,50	9,21	15,29	1,88	166,0
Звено севооборота с сидеральным паром							
Вспашка	Контроль (б/у)	4,72	18,88	8,64	10,24	1,83	118,6
	Солома	5,08	20,32	8,35	12,00	1,64	143,7
	Солома +N30+30	5,64	28,20	9,74	18,46	1,73	189,5
	Солома +N30+Бисолби-Сан	5,51	27,55	9,48	18,07	1,72	190,6
Мульчир. обработка	Контроль (б/у)	4,62	18,48	8,39	10,09	1,82	120,3
	Солома	4,94	19,76	8,09	11,67	1,64	144,3
	Солома +N30+30	5,45	27,25	9,48	17,77	1,74	187,5
	Солома +N30+Бисолби-Сан	5,38	26,90	9,22	17,68	1,71	191,8

Приложение Б.26 – Влияние режимов затопления лимана на качество кукурузного силоса

Период затопления	Норма затопления, м ³ /га	Содержание в 1 кг корма								Переваримого протеина в 1 кг к. ед., г
		Переваримого протеина, г	Жир, г	Клетчатка, г	Зола, г	БЭВ, г	Са, г	К. ед., кг	Нитраты, мг	
Осенний	2000	15,3	2,9	79,9	29,1	122	1,4	0,18	254	85
	2500	16,2	2,6	81,3	30,5	121	1,5	0,18	246	90
	3000	14,5	2,7	82,5	31,2	120	1,5	0,18	225	81
	3500	14,2	2,6	83,2	32,6	120	1,3	0,18	207	79
	4000	13,3	2,3	83,9	34,1	120	1,2	0,17	190	78
Весенний	2000	12,4	3,8	69,9	24,5	147	1,8	0,18	212	69
	2500	12,2	3,5	71,1	26,5	143	1,8	0,18	209	68
	3000	12,1	3,2	73,2	30,1	137	1,7	0,18	198	67
	3500	11,5	2,9	75,7	35,4	132	1,6	0,18	183	64
	4000	10,7	2,3	77,5	38,0	126	1,4	0,17	171	63

Приложение Б.27 – Качество сена многолетних злаковых трав в зависимости от режимов лиманного орошения

Период затопле ния	Норма затопле ния, м ³ /га	Содержание в 1 кг корма									Переваримого протеина в 1 кг к. ед., г
		Перева римого протеина, г	Каротин, мг	Жир, г	Клетчат ка, г	Зола, г	БЭВ, г	Са, г	К. ед., кг	Нитраты, мг	
Осенний	2000	49,4	17,6	18,6	269,7	60,1	382	7,5	0,47	276	105
	2500	47,6	16,5	18,4	274,5	62,4	379	7,4	0,46	263	103
	3000	45,5	15,6	17,8	280,3	62,8	374	7,3	0,46	251	99
	3500	45,0	15,0	17,0	289,6	62,9	375	6,5	0,46	212	98
	4000	40,1	13,2	16,9	293,4	63,7	371	6,3	0,46	163	87
Весенний	2000	53,9	19,3	19,4	259,7	58,4	399	7,7	0,47	294	114
	2500	50,1	17,7	19,1	267,8	59,7	387	7,6	0,47	276	107
	3000	49,6	16,2	18,8	273,4	60,8	381	7,2	0,47	265	106
	3500	48,5	15,7	18,5	278,6	62,1	374	7,0	0,46	227	105
	4000	47,8	15,3	18,6	281,3	64,7	372	6,8	0,46	208	104

Приложение Б.28 – Содержание токсичных солей в почвогрунтах лимана в зависимости от режимов лиманного орошения

Слой, м	Контроль (вне лимана)			1985 г после осеннего затопления и летнего подпитывания			1988 г. после весеннего затопления			1988 г. после весеннего затопления и летнего подпитывания		
	сухой остаток	токсичные соли	в т. ч. хлориды	сухой остаток	токсичные соли	в т. ч. хлориды	сухой остаток	токсичные соли	в т. ч. хлориды	сухой остаток	токсичные соли	в т. ч. хлориды
% от сухого остатка водной вытяжки												
0–0,20	0,05	56,5	19,1	0,338	45,1	9,9	0,15	29,7	17,3	0,082	51,9	28,2
0,20–0,40	0,19	43,4	26,5	0,178	66,7	21,3	0,101	73,4	12,7	0,080	52,9	18,6
0,40–0,60	0,383	72,8	10,6	0,316	52,2	12,7	0,251	90,0	10,0	0,093	49,3	16,6
0,60–0,80	1,295	31,7	1,6	1,028	43,4	6,3	0,240	86,0	7,1	0,122	55,6	24,7
0,80–1,00	1,371	36,5	1,7	1,207	40,9	6,2	1,295	62,4	3,1	1,200	34,5	1,9
1,00–1,20	0,901	36,9	2,1	0,496	56,7	23,1	1,275	58,3	2,8	1,015	54,1	2,7
1,20–1,40	0,380	84,2	5,8	0,620	64,3	32,1	1,496	51,7	2,0	0,464	50,2	2,2
1,40–1,60	0,228	84,3	7,2	0,342	61,0	31,5	0,423	47,2	2,2	0,186	52,4	18,6
г на 1 л водной вытяжки												
0–0,80	5,0	2,5	0,7	4,8	2,5	0,60	1,9	1,3	0,22	1,1	0,57	0,24
0,80–1,60	7,0	4,3	0,3	6,5	3,6	1,57	10,8	6,1	0,27	7,0	3,3	0,45
0–1,60	6,1	3,4	0,5	5,7	3,1	1,1	6,4	3,7	0,25	4,0	2,0	0,35

Приложение Б.29 – Плотность сложения основных почв инженерного лимана «Бурдинский»

Лугово-лиманная осолодевшая (среднее за 1984, 2001 г.)		Лугово-каштановая (2001 г.)		Светло-каштановая (1984)		Солонец (среднее за 1984, 2001 г.)	
Горизонт, м	г/см ³	Горизонт, м	г/см ³	Горизонт, м	г/см ³	Горизонт, м	г/см ³
A _д 0–0,12	1,0	A ₁ 0–0,12	1,14	A ₁ 0–0,12	1,26	A ₁ 0–0,10	1,26
A ₁ (осолоделый) 0,12–0,25	1,21	A ₂ 0,12–0,28	1,25	A ₂ 0,12–0,22	1,29	AB (солонцовый) 0,10–0,34	1,30
AB 0,25–0,40	1,34	AB 0,28–0,44	1,28	AB 0,22–0,40	1,33	B (карбонатный) 0,34–0,54	1,48
B ₁ 0,40–0,70	1,43	B (карбонатный) 0,44–0,75	1,44	B (карбонатный) 0,40–0,75	1,39	B (гипсовый) 0,54–0,80	1,44
B (карбонатный) 0,70–1,0	1,55	BC 0,75–0,97	1,53	BC 0,75–0,90	1,44	BC 0,80–1,10	1,42
BC 1,0–1,5	1,58	C (гипсовый) 0,97–1,40	1,60	C (гипсовый) 0,90–1,40	1,51	C > 110	1,48
C > 1,5		C > 140	1,50	C > 140	1,55		

Приложение Б.30 – Засоленность почв до и после осеннего затопления лимана Бурдинский, 1999 г.

Глубина, м	До затопления скважины						После затопления скважины						Разность в средних значениях	
	1	2	3	4	5	среднее X _{ср}	1	2	3	4	5	среднее X _{ср}	в % и мг.-экв.	относительное снижение
Сумма токсичных солей, %														
0–0,25	0,076	0,073	0,070	0,079	0,073	0,074	0,102	0,083	0,099	0,069	0,091	0,089	+0,015	+20,3
0,25–0,50	0,111	0,076	0,120	0,103	0,089	0,100	0,126	0,072	0,067	0,077	0,122	0,091	-0,09	-10,1
0,50–0,75	0,187	0,112	0,167	0,184	0,164	0,163	0,142	0,112	0,138	0,156	0,174	0,144	-0,019	-11,7
0,75–1,00	0,357	0,279	0,190	0,475	0,140	0,288	0,233	0,177	0,330	0,210	0,235	0,237	-0,051	-17,7
0–0,50	0,094	0,075	0,095	0,091	0,081	0,087	0,114	0,078	0,083	0,073	0,102	0,090	+0,03	-3,7
0–1,00	0,183	0,135	0,137	0,210	0,117	0,156	0,151	0,111	0,159	0,128	0,153	0,140	-0,016	-10,3
Хлор, мг.-экв./100 г. почвы														
0–0,25	0,72	0,28	0,40	0,56	0,36	0,46	0,56	0,24	0,48	0,28	0,28	0,37	-0,09	-19,6
0,25–0,50	1,24	0,16	1,48	1,08	0,68	0,93	0,80	0,40	0,40	0,36	0,56	0,50	-0,43	-46,2
0,50–0,75	1,92	0,48	2,36	1,60	1,48	1,57	1,24	0,96	0,96	0,96	1,72	1,17	-0,40	-25,5
0,75–1,00	2,24	1,36	2,48	1,84	1,56	1,90	2,24	2,04	2,64	1,60	2,16	2,14	+0,24	-12,6
0–0,50	0,98	0,22	0,94	0,82	0,52	0,70	0,68	0,32	0,44	0,32	0,41	0,43	-0,27	-38,6
0–1,00	1,53	0,57	1,68	1,27	1,02	1,21	1,21	0,91	1,12	0,80	1,18	1,04	-0,17	-13,4

Приложение Б.31 – Засоленность почв до и после весеннего затопления лимана Бурдинский, 2000 г.

Глубина, см	До затопления скважины						После затопления скважины						Разность в средних значениях	
	1	2	3	4	5	среднее X _{ср}	1	2	3	4	5	среднее X _{ср}	в % и мг.-экв.	относительное снижение
Сумма токсичных солей, %														
0–25	0,094	0,080	0,078	0,069	0,082	0,082	0,073	0,061	0,063	0,066	0,059	0,065	– 0,017	– 20,3
25–50	0,126	0,108	0,094	0,091	0,121	0,108	0,079	0,073	0,072	0,105	0,076	0,081	– 0,027	– 25,0
50–75	0,179	0,167	0,143	0,155	0,187	1,66	0,141	0,110	0,127	0,148	0,124	0,130	– 0,036	– 21,7
75–100	0,386	0,303	0,220	0,311	0,411	0,326	0,307	0,279	0,206	0,194	0,372	0,265	– 0,061	– 18,7
0–50	0,110	0,097	0,086	0,080	0,102	0,095	0,076	0,067	0,068	0,086	0,068	0,073	– 0,022	– 23,2
0–100	0,196	0,166	0,134	0,156	0,200	0,170	0,150	0,152	0,117	0,128	0,165	0,136	– 0,034	– 20,0
Хлор, мг.-экв./100 г. почвы														
0–25		0,72	0,56	0,48	0,72	0,66	0,40	0,48	0,28	0,36	0,40	0,38	– 0,28	– 42,4
25–50		1,08	0,94	0,86	1,24	1,12	0,92	0,68	0,36	0,40	0,56	0,58	– 0,54	– 48,2
50–75		2,24	1,48	1,60	1,84	1,82	1,24	1,36	0,72	0,96	1,12	1,08	– 0,74	– 70,7
75–100		2,40	1,60	1,84	2,64	2,12	1,48	1,60	1,12	1,24	1,72	1,43	– 0,69	– 32,5
0–50		0,90	0,75	0,67	0,98	0,88	0,66	0,58	0,32	0,38	0,48	0,48	– 0,40	– 45,5
0–100		1,61	1,15	1,20	1,61	1,43	1,01	1,03	0,62	0,74	0,95	0,87	– 0,56	– 39,2

Приложение Б.32– Агропроизводительная способность почв Бурдинской системы лиманного орошения по урожайности сена многолетних трав

Почва	Влагозапасы в 1 м. слое почв, м ³ /га		Аккумулируемый ресурс продуктивной влаги, м ³ /га $W_{ПВ} - W_{ВЗ}$	Используемый ресурс продуктивной влаги, м ³ /га	Коэффициент на неблагоприятные свойства почв, $K_{П}$	Агро- производительная способность почв, т/га $У_n$
	При полной влагоемкости $W_{ПВ}$	При влажности завядания $W_{ВЗ}$				
Солонец каштановый среднесоленый	4611	1861	2750	3250	0,35	1,61
Светло-каштановая среднесоленая	4648	1817	2831	3331	0,7	3,30
Лугово-лиманная слабо- осолодевая незасоленная	4550	1540	3010	3510	0,9	4,47
Лугово-каштановая незасоленная	4650	1590	3060	3560	1,0	5,04

Приложение Б.33 – Расчет урожайности сена многолетних злаков по возможной мобилизации азота почвенного гумуса на основе показателей гумусированности почв Бурдинской системы

Почва	Результаты обследований Гипроводхоза 1974–1984 гг.			Данные НИИ ЮЖгипрозем для Саратовского Заволжья			Поступление азота при минерализации гумуса, кг/га	Суммарная мобилизация азота, кг/га	Урожайность по обеспеченности азотом, т/га
	Глубина, м	Содержание гумуса, %		Мощность гумусового горизонта, м	Содержание гумуса в пахотном слое, %	Запасы гумуса в гумусовом горизонте, т/га			
		Диапазон значений	Среднее						
Солонец каштановый глинистый	0–0,10	0,8–1,4	1,2	0,27	1,7	58	26,0	31,0	2,14
	0,20–0,30	0,2–0,8	0,4						
Светло-каштановая тяжелосуглинистая	0–0,10	1,2–2,2	1,7	0,30	1,9	68	30,6	35,6	2,46
	0,25–0,30	0,4–1,5	1,0						
Лугово-лиманная слабоосолодежая	0–0,10	1,9–2,7	2,3	0,38	2,5	106	47,7	52,7	3,63
	0,20–0,30	0,6–1,7	1,0						
Лугово-каштановая глинистая и тяжелосуглинистая	0–0,10	2,5–5,1	3,5	0,49	3,2	164	73,8	78,8	5,43

Приложение Б.34 – Характеристика почвенного покрова ярусов Бурдинской системы и уровня их потенциального плодородия по урожайности сена многолетних трав

№ яруса	Площадь яруса, га	Почвы	Площадь почв в ярусе		Засоленность верхнего метрового слоя, %	Агропроизводительная способность почв, т/га	Урожайность по обеспечению почв азотом, т/га
			га	%			
1	158	Солонцы	86	54,4	0,60	2,68	2,45
		Светло-каштановые Лугово-каштановые	24 23	15,2 14,6			
		Лугово-лиманные слабо осолоделые среднесолонцеватые	25	15,8	0,17		
2	295	Солонцы	184	62,4	0,57	2,35	2,11
		Светло-каштановые среднесолонцеватые	52	17,6			
		Лугово-каштановые	12	4,1			
		Лугово-лиманные среднесолонцеватые	47	15,9	0,23		
3	260	Солонцы	101	38,9	0,56	3,46	3,39
		Светло-каштановые среднесолонцеватые	23	8,9			
		Лугово-каштановые среднесолонцеватые	23	8,9			
		Лугово-каштановые	113	43,3	0,15		
4	174	Солонцы	82	47,1	0,54	2,91	2,57
		Светло-каштановые	24	13,8			
		Лугово-каштановые	17	9,8			
		Лугово-лиманные слабо осолоделые средне солонцеватые	47	27,0	0,53		
5	68	Солонцы	30	44,1	0,34	3,48	3,42
		Светло-каштановые	5	7,4			
		Лугово-каштановые	33	48,5	0,08		
6	625	Солонцы	245	39,3	0,38	3,26	3,00
		Светло-каштановые	137	21,9			
		Лугово-каштановые	184	29,4			
		Лугово-лиманные слабо осолоделые	59	9,4	не засоленные		
7	405	Солонцы	257	63,5	0,32	2,81	2,74
		Лугово-каштановые	114	28,1			
		Лугово-лиманные слабо осолоделые	34	8,4	не засоленные		
8	210	Солонцы	90	17,5	0,27	3,97	3,28
		Лугово-лиманные слабо осолоделые	120	82,5	не засоленные		
9	160	Солонцы	118	73,7	0,55	2,51	2,51
		Лугово-каштановые	42	26,3			
10	260	Солонцы	144	55,4	0,46	2,45	2,12
		Светло-каштановые	103	39,6			
		Лугово-каштановые	13	5,0			

Приложение Б.35 – Уравнения регрессии для определения интенсивности испарения почвенной влаги на выщелоченном черноземе

В м³ на 1 гектар в сутки

№ п/п	Условия применения уравнения				Фактор влияния (x)		Уравнение регрессии ($t_{\phi} > t_r$)
	Влажность почвы, % абс. сух. массы	Температура воздуха, °С	Ветровой режим, м/сек	Количество соломистых остатков, т/га	название	параметры	
1	23	14	0	1–9	солома	1–9 т/га	$y = 3,997 - 0,059x$, (1) $r = -0,99$
2	29	22	0	1–9	солома	1–9 т/га	$y = 9,047 - 0,130x$, (2) $r = -0,94$
3	31	22	10	1–9	солома	1–9 т/га	$y = 25,33 - 0,118x$, (3) $r = -0,99$
4	23–29	14–22	0	0–1	температура	14–22°С	$y = -0,352 + 0,379x$, (4) $r = 0,98$
5	23–29	14–22	0	2–4	температура	14–22°С	$y = -0,310 + 0,359x$, (5) $r = 0,98$
6	23–29	14–22	0	5–9	температура	14–22°С	$y = -0,307 + 0,345x$, (6) $r = 0,97$
7	29–31	22	1–10	0–1	ветровой режим	1–10 м/с	$y = 7,189 + 1,802x$, (7) $r = 0,96$
8	29–31	22	1–10	2–4	ветровой режим	1–10 м/с	$y = 6,663 + 1,834x$, (8) $r = 0,97$
9	29–31	22	1–10	5–9	ветровой режим	1–10 м/с	$y = 6,378 + 1,810x$, (9) $r = 0,97$

Приложение Б.36 – Показатели эффективности снегозадержания при возделывании озимой пшеницы в различных почвенно-климатических зонах, в среднем за 2005–2009 гг.

Показатели	Лесостепь, Тамбовская обл.		Лесостепь, Саратовская обл.		Черноземная степь, Саратовская обл.		Сухая степь, Саратовская обл.	
	Контроль	Снего- задержание	Контроль	Снего- задержание	Контроль	Снего- задержание	Контроль	Снего- задержание
Начало отрастания								
Влажность 0–1,0 м слоя почвы, % от массы сух. почвы	25,9	26,8	23,3	24,3	22,5	22,9	19,6	21,3
Общие влагозапасы, м ³ /га	3315	3430	3052	3183	3017	3168	2901	3152
Продуктивные влагозапасы, м ³ /га	1841	1956	1582	1713	1552	1703	1377	1628
Эффект, м ³ /га		+ 115		+ 131		+151		+251
Уборка								
Влажность 0–1,0 м слоя почвы, % от массы сухой почвы	17,2	17,4	16,2	16,6	15,8	16,1	13,1	13,3
Общие влагозапасы, м ³ /га	2202	2227	2122	2175	2117	2157	1946	1968
Продуктивные влагозапасы, м ³ /га	728	753	652	705	652	692	422	444
Эффект, м ³ /га		+ 25		+ 53		+40		+22
Показатели эффективности использования водных ресурсов								
Расход влаги из 0–1,0 м слоя почвы, м ³ /га	1113	1203	930	1008	900	1011	955	1184
Эффект, м ³ /га		+90		+78		+111		+229
Эффективные осадки, м ³ /га	812	812	647	647	521	521	245	245
Общее водопотребление, м ³ /га	1925	2015	1577	1655	1421	1532	1200	1429
Урожайность, г/м ²	559,8	642,7	382,0	439,9	284,1	393,6	237,3	354,6
Прибавка урожая, г/м ²		+82,9		+57,9		+109,5		+117,3
Прибавка урожая, %		+12,9		+13,2		+27,8		+33,1

Приложение Б.37 – Динамика влажности почвы в посевах яровой пшеницы в зависимости от приемов биологизации земледелия и обработок почвы, в среднем за 2006–2008 гг.

Варианты		Слой почвы, м	посев		кущение		налив		уборка	
Обработка почвы	Удобрение		%НВ	мм	%НВ	мм	%НВ	мм	%НВ	мм
Звено севооборота с чистым паром										
Вспашка	Контроль (б/у)	0–1,0	92,9	368,6	78,9	313,4	64,8	257,3	51,0	202,4
		0–1,5	94,3	550,4					53,3	310,8
	Солома +N60	0–1,0	93,9	372,9	82,5	327,4	68,1	270,1	51,4	204,2
		0–1,5	95,1	555,0					53,8	313,6
Мульчирующая обработка	Контроль (б/у)	0–1,0	93,7	372,0	79,8	316,6	65,9	261,6	51,9	205,9
		0–1,5	95,0	554,5					53,9	314,9
	Солома + N60	0–1,0	97,7	387,7	84,8	336,4	70,4	279,7	54,7	216,9
		0–1,5	98,0	571,9					56,1	327,3
Звено севооборота с сидеральным паром										
Вспашка	Контроль (б/у)	0–1,0	94,5	375,0	80,6	319,7	67,1	266,4	52,6	208,9
		0–1,5	95,6	557,9					54,7	319,0
	Солома +N60	0–1,0	96,2	381,8	84,1	333,6	68,1	270,4	53,8	213,7
		0–1,5	96,9	565,2					55,7	324,7
Мульчирующая обработка	Контроль (б/у)	0–1,0	96,9	384,5	81,9	325,3	69,2	274,7	53,6	212,8
		0–1,5	97,5	568,8					55,4	323,3
	Солома + N60	0–1,0	99,1	392,4	86,4	342,9	70,9	281,6	55,1	218,6
		0–1,5	99,0	577,8					56,5	329,6

Приложение Б.38 – Влияние вертикального и горизонтального мульчирования на влажность 0–0,5 м слоя почвы в посевах яровой пшеницы возделываемой в сухостепной, степной и лесостепной зоне

Период вегетации	Варианты	Природно-климатические зоны								
		сухостепная (в среднем за 2004–2006 гг.)			степная (в среднем за 2008–2010 гг.)			лесостепная (в среднем за 2006–2008 гг.)		
		%НВ	мм	+/- мм	%НВ	мм	+/- мм	%НВ	мм	+/- мм
Колошение	Контроль	53,5	99,5	–	68,5	139,1	–	70,5	143,6	–
	СП	53,8	100,0	+ 0,5	71,6	145,3	+ 6,2	77,4	157,7	+ 14,1
	ВМ (вдоль щелей)	54,8	102,0	+ 2,5	69,7	141,6	+ 2,5	72,5	147,6	+ 4,0
	ВМ (между щелями)	54,2	100,8	+ 1,3	70,4	142,9	+ 3,8	70,6	143,9	+ 0,3
	СП+ВМ (вдоль щелей)	55,4	103,1	+ 3,6	72,4	147,1	+ 8,0	73,5	149,7	+ 6,1
	СП+ВМ (между щелями)	54,3	101,0	+ 1,5	70,2	142,5	+ 3,4	72,1	146,9	+ 3,3
Уборка	Контроль	42,9	79,9	-	51,1	103,8	-	53,2	108,4	-
	СП	45,9	85,3	+ 5,4	54,9	111,5	+ 7,7	54,7	115,5	+ 7,1
	ВМ (вдоль щелей)	46,1	85,7	+ 5,8	52,8	107,2	+ 3,4	53,4	109,7	+ 1,3
	ВМ (между щелями)	43,5	80,9	+ 1,0	52,3	106,3	+ 2,5	53,8	109,6	+ 1,2
	СП+ВМ (вдоль щелей)	47,4	88,2	+ 8,3	54,9	113,5	+ 9,7	56,3	114,2	+ 5,8
	СП+ВМ (между щелями)	44,6	83,4	+ 3,5	55,2	112,0	+ 8,2	54,5	111,1	+ 2,7

Приложение Б.39 – Влияние вертикального и горизонтального мульчирования почвы соломой на перераспределение и сохранение почвенных влагозапасов в посевах кукурузы через 4 дня после ливневого дождя (2003 г)

Глубина, м	Контроль				СП				ВМ				СП + ВМ			
	между рядами		в рядке		между рядами		в рядке		между щелями		вдоль щелей		между щелями		вдоль щелей	
	% НВ	мм	% НВ	мм	% НВ	мм	% НВ	мм	% НВ	мм	% НВ	мм	% НВ	мм	% НВ	мм
0–0,3	71,2	144,6	70,6	143,4	80,5	163,5	82,3	167,2	73,3	148,9	79,7	161,9	76,2	154,8	88,1	178,9
0,3–0,6	86,5	167,6	86,1	166,9	86,7	168,0	92,5	179,3	81,2	157,4	87,1	168,8	88,7	171,9	95,8	185,7
0–0,6	78,7	312,2	78,2	310,3	83,5	331,5	87,3	346,5	77,2	306,3	83,3	330,7	82,3	326,7	91,9	364,6
Эффект, %																
0–0,3		100		100		113,1		116,6		102,9		112,9		107,1		124,8
0,3–0,6		100		100		100,2		107,4		93,9		101,1		102,6		111,3
0–0,6		100		100		106,2		111,7		98,1		106,5		104,6		117,5

Приложение Б.40 – Влияние снегозадержания, способов обработки почвы и степени интенсификации земледелия на структуру компонента агрофитоценоза озимой пшеницы в лесостепной зоне

В процентах

Вид сорных растений	Мульчирующая обработка почвы (без гербицидов)				Отвальная обработка почвы (без гербицидов)				Отвальная обработка почвы (с применением гербицидов)			
	Варианты дополнительного снегоотложения (ДСО), % относительно естественного фона (Фон)											
	Конт- роль (Фон)	Фон + 30% ДСО	Фон + 60% ДСО	Фон + 100% ДСО	Конт- роль (Фон)	Фон + 30% ДСО	Фон + 60% ДСО	Фон + 100% ДСО	Конт- роль (Фон)	Фон + 30% ДСО	Фон + 60% ДСО	Фон + 100% ДСО
Многолетние:												
1.Бодяг полевой					3,6	41,7	5,0	29,2	12,2	10,0	12,3	22,0
2.Вьюнок полевой	43,3	44,7	54,5	43,5	25,0	9,3	15,0	16,7	46,2	50,2	50,6	44,4
3.Горошек мышиный		3,1	27,3	39,1	10,7		30,0	16,7				
Всего:	43,3	47,8	81,8	82,6	39,3	51,0	50,0	62,4	58,4	60,2	62,9	66,4
Малолетние												
1.Горец вьюнковый	5,4	4,3	9,1					4,2	10,1	5,4		
2. Горец птичий	10,2			4,4								
3. Змееголовник тимьяноцветный	15,6	8,5		8,7	39,3	12,5						
4.Лебеда красивоплодная	11,1	41,9	9,1	4,3	10,7	16,7	10,0	16,6	8,3	8,8	12,0	11,2
5.Подмаренник цепкий	14,4	8,4			7,1	8,3	30,0	16,6				
6.Щирица запрокинутая					3,6	8,3			23,2	24,6	25,1	22,4
7.Живокость полевая						4,1	10,0					
Всего:	56,7	52,2	18,2	17,4	60,7	49,9	50,0	37,4	41,6	38,8	37,1	33,6
Количество видов:	6	6	4	5	7	7	6	6	5	5	4	4

Приложение Б.41– Баланс гумуса в 0–0,3 м слое чернозема выщелоченного по агрохимическим и расчетным данным

Варианты			Гумус				Баланс, +/- т/га		
Звенья севооборота	Обработка почвы	Удобрение	2005 г.		2008 г.		за 3 года	в среднем за год	
			%	т/га	%	т/га		факт.	расчет.
С чистым паром	Вспашка	1.Контроль (б/у)	7,75	279,0	7,68	276,5	-2,50	-0,83	-0,85
		3.Солома +N60	7,75	279,0	7,75	279,0	0,00	0,00	-0,08
	Мульчирующая обработка	5.Контроль (б/у)	7,75	279,0	7,70	277,2	-1,80	-0,60	-0,76
		7.Солома + N60	7,75	279,0	7,77	279,7	+0,70	+0,23	+0,15
С сидеральным паром	Вспашка	9.Контроль (б/у)	7,75	279,0	7,73	278,3	-0,72	-0,24	+0,09
		11.Солома + N60	7,75	279,0	7,80	280,8	+1,80	+0,60	+0,91
	Мульчирующая обработка	13.Контроль (б/у)	7,75	279,0	7,75	279,0	0,00	0,00	+0,29
		15.Солома + N60	7,75	279,0	7,83	281,9	+2,90	+0,97	+1,21

№01-06 от 17.02.2006

ДОГОВОР о творческом научно-техническом сотрудничестве

г. Саратов

11 апреля 2005 г.

Государственное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной микробиологии РАСХН в лице директора **ТИХОНОВИЧА Игоря Анатольевича**, действующего на основании Устава, именуемое в дальнейшем **ГНУ ВНИИСХМ**, с одной стороны, **Институт биохимии и физиологии растений и микроорганизмов РАН** в лице директора **ИГНАТОВА Владимира Владимировича**, действующего на основании Устава, именуемый в дальнейшем **ИБФРМ**, со второй стороны, и **Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И.Вавилова»** в лице ректора **КУЗНЕЦОВА Николая Ивановича**, действующего на основании Устава, именуемое в дальнейшем **ФГОУ ВПО СГАУ**, с третьей стороны, заключили настоящий межведомственный договор о нижеследующем.

1. ПРЕДМЕТ ДОГОВОРА

1.1. **ГНУ ВНИИСХМ, ИБФРМ и ФГОУ ВПО СГАУ** объединяют свои усилия по разработке и апробации экологически безопасных технологий выращивания зерновых и овощных культур в Саратовской и соседних областях с применением комплекса микробиологических препаратов и удобрений - Экстрасолов и других, разработанных в **ГНУ ВНИИСХМ** (далее Микробиопрепараты), а также для дальнейшей биологизации АПК РФ в соответствии с основными направлениями агропродовольственной политики Правительства РФ на 2001 - 2010 годы, и в соответствии с федеральными целевыми программами "Повышение плодородия почв России на 2002 - 2005 годы", постановление Правительства РФ от 8 ноября 2001 г. № 780, и "Экология и природные ресурсы России (2002 - 2010 годы)", постановление Правительства РФ от 7 декабря 2001 г. № 860.

2. ПРАВА И ОБЯЗАННОСТИ

- 2.1. **ГНУ ВНИИСХМ** обеспечивает **ИБФРМ** и **ФГОУ ВПО СГАУ** необходимым количеством Микробиопрепаратов для проведения в совместных исследованиях обработок зерновых и овощных культур и полным комплектом сертификационной документации и инструкциями по технологии применения Микробиопрепаратов.
- 2.2. **ГНУ ВНИИСХМ** присылает специалистов для проведения консультаций о Микробиопрепаратах, для участия в семинарах и совещаниях, и с информацией о новых биопрепаратах и технологиях, разработанных в **ГНУ ВНИИСХМ**.
- 2.3. **ГНУ ВНИИСХМ** передает **ИБФРМ** маркированные штаммы микроорганизмов продуцентов препаратов для изучения эффективности специфичности взаимодействия ассоциативных микроорганизмов - компонентов Микробиопрепаратов с сельскохозяйственными культурами.
- 2.4. **ИБФРМ** совместно с **ФГОУ ВПО СГАУ** анализирует региональный рынок сельхозпроизводителей, подбирает наиболее квалифицированные и подготовленные коллективы для внедрения Микробиопрепаратов на полях Саратовской и соседних областей.
- 2.5. **ИБФРМ** проводит консультации для внедряющих коллективов по специфике Микробиопрепаратов, обучает технологиям их применения и организует анализ эффективности применения Микробиопрепаратов в практике сельскохозяйственного производства совместно с сельхозпроизводителями и **ФГОУ ВПО СГАУ**.
- 2.6. **ИБФРМ** определяет специфичность взаимодействия ассоциативных микроорганизмов-компонентов различных Микробиопрепаратов с сельскохозяйственными культурами для подбора оптимальных пар препарат-растение.
- 2.7. **ФГОУ ВПО СГАУ** организует проведение испытаний эффективности Микробиопрепаратов для выращивания зерновых и овощных культур.
- 2.8. **ИБФРМ** и **ФГОУ ВПО СГАУ** оформляют полученные результаты и готовят отчёты о проведенных испытаниях эффективности Микробиопрепаратов для выращивания зерновых и овощных культур и специфичности взаимодействия сельскохозяйственных культур с ассоциативными микроорганизмами.
- 2.9. **ИБФРМ** консультирует **ФГОУ ВПО СГАУ** по особенностям микробов-компонентов растительной микрофлоры, а **ФГОУ ВПО СГАУ** консультирует **ИБФРМ** по особенностям применения химпрепаратов в растениеводстве.

3. ВЗАИМОРАСЧЕТЫ СТОРОН

- 3.1. Затраты на производство Микробиопрепаратов **ГНУ ВНИИСХМ** принимает на себя.
- 3.2. Затраты на подбор и подготовку сельхозпроизводителей и изучение специфичности взаимодействия ассоциативных микроорганизмов-компонентов Микробиопрепаратов с сельскохозяйственными культурами принимает на себя **ИБФРМ**.

3.3. Затраты на проведение испытаний эффективности Микробиопрепаратов для выращивания зерновых и овощных культур принимает на себя **ФГОУ ВПО СГАУ**.

3.4. **ГНУ ВНИИСХМ, ИБФРМ и ФГОУ ВПО СГАУ** в интересах качественного исполнения целей настоящего Договора могут привлекать к сотрудничеству физических лиц, оплата труда которых производится на основе контрактных или трудовых соглашений, приема на временную работу. Во всех случаях трудовое оформление работников, участвующих в работах по Договору, согласуется Сторонами и оформляется Приложением к настоящему Договору.

4. ОТВЕТСТВЕННОСТЬ СТОРОН

4.1. Все научные результаты, технологии и патенты, полученные в результате выполнения настоящего Договора, принадлежат трем сторонам и не могут быть опубликованы без взаимного согласования или переданы другим сторонам. Штаммы, используемые для выполнения данного договора, не могут быть использованы в коммерческих целях и не передаются на сторону без взаимного согласования.

4.2. Стороны освобождаются от ответственности выполнения условий договора в случае наступления форс-мажорных (общего перечня) обстоятельств.

4.3. Стороны, в случае возникновения спорных ситуаций, стремятся к урегулированию конфликта путем переговоров.

5. ПРОЧИЕ УСЛОВИЯ

5.1. Все прочие условия, которые могут возникнуть в процессе реализации настоящего договора, должны быть оговорены и согласованы между всеми сторонами, и оформлены в виде отдельного Приложения, которое будет являться неотъемлемой частью настоящего договора, и принимается к исполнению после его подписания.







5.2. Координаторами работ по проведению испытаний эффективности Микробиопрепаратов на сельскохозяйственных культурах в Саратовской и соседних областях являются к.б.н., с.н.с. Никифоров В.В. (**ИБФРМ**) и к.с.-х.н., доцент Тарасенко П.В. (**ФГОУ ВПО СГАУ**)

5.3. Настоящий Договор, являющийся основанием для сотрудничества, составлен в трех экземплярах на русском языке по одному экземпляру для каждой из договаривающихся сторон.

6. СРОК ДЕЙСТВИЯ ДОГОВОРА

6.1. Договор вступает в силу с момента подписания и действителен до 31 декабря 2007 г. По предварительному согласованию Сторон, настоящий Договор может быть продлен на новый срок.

7. ЮРИДИЧЕСКИЕ АДРЕСА И РЕКВИЗИТЫ СТОРОН

<p>Государственное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной микробиологии РАСХН 196608, Санкт-Петербург, Пушкин-8, шоссе Подбельского, д. 3 Тел: (812) 470-51-00, Ф: 470-43-62</p> <p>Директор института, академик</p> <p> ТИХОНОВИЧ И.А.</p> <p></p>	<p>Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И.Вавилова» 410600, Саратов, Театральная пл., 1 Телефон: (8452) 23-32-92 Факс: (8452) 26-27-83</p> <p>Ректор университета, профессор</p> <p> КУЗНЕЦОВ Н.И.</p> <p></p>	<p>Институт биохимии и физиологии растений и микроорганизмов РАН</p> <p>410049, Саратов, проспект Энтузиастов, 13 Тел. (845-2) 97-04-44, 97-04-03 Факс (845-2) 97-03-83, 97-02-33</p> <p>Директор института, профессор</p> <p> ИГНАТОВ В.В.</p> <p></p>
---	---	--

Приложение Б.43 – Результаты исследований эффективности Бисолби-Сана (Экстрасола) в научно-производственных опытах, выполненных на основе договора о творческом сотрудничестве ФГОУ ВПО СГАУ, ГНУ ВНИИСХМ РАСХН и ИБФРМ РАН [546]

Культура	Место испытания	Метод обработки	Прибавка урожая	
			т/га	%
Ячмень	Базарно-Карабулакский район	Инокуляция семян	0,4	22,3
Яровая пшеница Краснокутка 10	Новоузенский район	Инокуляция семян	0,06	9,0
Озимая тритикале СарГау	Экспериментальное х-во НИИСХ Юго-Востока	Обработка в фазу кущения	0,61	17,7
Гречиха	Базарно-Карабулакский район	Инокуляция семян	0,01	1,8
Лен масличный	Базарно-Карабулакский р-н	Инокуляция семян	0,1	8,0
Рапсострапша пятнистая	Базарно-Карабулакский район	Инокуляция семян	0,02	2,5
Подсолнечник Скороспелый 87	Балаковский район	Инокуляция семян	0,09	8,7
Чечевица тарелочная Петровская 4/105	Петровский район	Инокуляция семян	0,02	1,6
Кукуруза на зерно Гибриды: Росс 197 АМВ, Росс 297 МВ, СТК 175	Опытное поле ФГНУ РосНИИСК «Россорго»	Обработка в фазу 5 листьев	1,12	21,3
			1,00	12,0
			0,48	9,4
		Обработки в фазу 5 листьев и через 10 дней	0,66	12,5
			0,12	2,5
			0,06	1,2
		Инокуляция семян	-0,48	-9,1
			0,24	4,9
			0,10	1,9
		Инокуляция семян + обработка в фазу 5 листьев	-0,46	-8,7
0,60	12,4			
0,42	8,2			
Инокуляция семян + обработки в фазу 5 листьев и через 10 дней	0,32	6,1		
	0,24	5,0		
	0,39	7,4		

Приложение Б.44– Влияние обработок почвы и биологизации земледелия (2003–2008 гг.) на показатели продуктивности яровой пшеницы в лесостепной зоне, в среднем за 2006–2008 гг.

Обработка почвы	Варианты	Масса растений, г/м ²	Количество стеблей, шт./м ²		Масса зерна с 1 колоса, г	Количество колосков в колосе, шт.	Количество зерна с 1 колоса, шт.	Масса 1000 зерен, г	Биологическая урожайность, г/м ²
			всего	в т. ч. продуктивных					
Звено севооборота с чистым паром									
Вспашка	Контроль (б/у)	1278	633	582	1,03	15,2	26,3	39,1	601
	Солома	1387	657	605	1,05	15,4	27,0	38,8	636
	Солома +N60	1567	732	644	1,09	15,7	28,1	38,7	703
Мульчирующая обработка	Контроль (б/у)	1270	601	557	1,05	15,3	27,2	38,5	585
	Солома	1362	613	571	1,06	15,4	27,6	38,4	619
	Солома +N60	1495	693	613	1,08	15,6	27,9	38,8	664
Звено севооборота с сидеральным паром									
Вспашка	Контроль (б/у)	1370	657	601	1,06	15,3	26,8	39,5	637
	Солома	1500	679	615	1,10	15,8	27,8	39,4	681
	Солома +N60	1710	755	656	1,16	16,2	29,2	39,6	756
Мульчирующая обработка	Контроль (б/у)	1353	631	567	1,08	15,5	27,7	38,8	613
	Солома	1452	657	601	1,09	15,8	27,9	39,5	654
	Солома +N60	1635	710	637	1,13	16,0	28,7	39,4	720

Приложение Б.45 – Влияние дополнительных приемов влагосбережения на фитометрические показатели яровой пшеницы в сухостепной, степной и лесостепной зоне

Варианты	Высота растений, м	Максимальная площадь листьев, тыс. м ² /га	ФП, тыс. м ² × сутки/га	ЧПФ, г/м ² × сутки	Сухая надземная биомасса, т/га	К _{хоз} , %
Сухостепная зона (2004–2006 гг.)						
Контроль	0,61	15,5	592	4,5	2,67	26,4
N30	0,63	16,6	652	4,8	2,92	28,3
BM+N30	0,65	16,7	634	4,8	3,03	32,0
СП+N30	0,63	16,0	605	4,8	2,88	30,7
BM+СП+N30	0,65	16,6	644	4,6	2,99	34,7
Степная зона (2004–2006 гг.)						
Контроль	0,75	22,2	975	4,4	4,32	32,3
N40	0,78	23,9	984	4,6	4,49	34,5
BM+N40	0,79	23,7	972	4,7	4,53	35,1
СП+N40	0,76	23,3	945	4,7	4,44	36,8
BM+СП+N40	0,77	23,5	958	4,8	4,58	36,0
Лесостепная зона (2006–2008 гг.)						
Контроль	1,04	65,6	3041	4,8	14,57	37,4
N60	1,07	66,8	3125	5,2	16,29	36,5
BM+N60	1,03	65,4	3022	5,0	15,27	36,7
СП+N60	1,06	66,2	3055	5,1	15,80	36,6
BM+СП+N60	1,06	65,7	3052	5,1	15,59	37,6

Приложение Б.46 – Влияние дополнительных приемов влагосбережения на показатели продуктивности яровой пшеницы в сухостепной зоне, в среднем за 2004–2006 гг.

Обработка почвы	Варианты	Масса растений, г/м ²	Количество стеблей, шт./м ²		Масса зерна с 1 колоса, г	Количество колосков в колосе, шт.	Количество зерна с 1 колоса, шт.	Масса 1000 зерен, г	Биологическая урожайность зерна, г/м ²
			всего	в т. ч. продуктивных					
Вспашка	Контроль	346	248	154	0,52	11,7	16,0	32,8	81
	N30	350	253	158	0,61	12,8	18,3	33,6	97
	BM+N30	350	253	174	0,65	13,1	19,6	35,0	115
	СП+N30	318	258	160	0,66	13,0	19,3	34,7	104
	BM+СП+N30	322	249	171	0,69	13,9	20,0	35,3	121
Глубокая безотвальная обработка	Контроль	373	242	171	0,51	12,3	16,7	32,4	91
	N30	393	272	187	0,60	12,9	18,4	34,6	114
	BM+N30	408	273	206	0,67	14,2	19,5	35,0	141
	СП+N30	363	284	175	0,68	14,9	19,5	35,2	119
	BM+СП+N30	391	292	216	0,69	14,1	20,1	35,1	148

Приложение Б.47 – Влияние дополнительных приемов влагосбережения на показатели продуктивности яровой пшеницы в сухостепной, степной и лесостепной зоне

Варианты	Масса растений, г/м ²	Количество стеблей, шт./м ²		Масса зерна с 1 колоса, г	Количество колосков в колосе, шт.	Количество зерна с 1 колоса, шт.	Масса 1000 зерен, г	Биологическая урожайность, г/м ²
		всего	в т. ч. продуктивных					
Сухостепная зона (2004–2006 гг.)								
Контроль	346	248	154	0,52	11,7	16,0	32,8	81
N30	350	253	158	0,61	12,8	18,3	33,6	97
BM+N30	350	253	174	0,65	13,1	19,6	35,0	115
СП+ N30	318	258	160	0,66	13,0	19,3	34,7	104
BM+СП+N30	322	249	171	0,69	13,9	20,0	35,3	121
Степная зона (2008–2010 гг.)								
Контроль	552	363	288	0,56	13,9	17,2	32,2	164
N40	632	415	317	0,63	14,2	18,9	33,1	203
BM+N40	636	408	315	0,59	14,1	17,7	33,0	189
СП+ N40	594	400	305	0,62	14,2	19,1	32,5	194
BM+СП+ N40	640	401	309	0,62	14,7	18,1	33,0	196
Лесостепная зона (2006–2008 гг.)								
Контроль	1676	762	600	1,19	15,8	29,9	40,7	730
N60	1789	757	691	1,14	15,5	29,6	39,0	798
BM+N60	1767	709	649	1,14	15,0	28,9	39,7	745
СП+N60	1806	747	689	1,10	15,4	29,7	37,6	769
BM+СП+ N60	1794	706	667	1,16	15,7	29,3	40,1	784

Приложение Б.48 – Структура урожая и урожай кукурузы в различных почвенно-климатических зонах в зависимости от дополнительных приемов влагосбережения, в среднем за период исследований

Варианты	Высота растений, м	Количество растений на 1 га, тыс. шт.	Масса одного растения, г	Полноценные початки на одном растении (без обертки)		Урожай полноценных початков, т/га	Биологическая урожайность кукурузы, т/га
				количество, шт.	г		
Сухостепная зона (2004–2006 гг.)							
Контроль	Гибель посевов						
N30	Гибель посевов						
BM+N30	0,403	19,0	63,9	Полноценные початки не сформированы			1,83
BM+СП+N30	0,608	28,2	95,2				3,05
Степная зона (2003, 2007, 2008 гг.)							
Контроль	2,04	68,6	544,7	0,96	150,2	9,9	37,5
N40	2,17	69,4	628,3	1,04	173,4	12,6	43,7
BM+N40	2,20	67,7	670,4	1,09	176,8	13,0	45,2
BM+ВПП+N40	2,23	67,1	695,8	1,10	182,9	13,4	46,2
Лесостепная зона (2006–2008 гг.)							
Контроль	2,68	76,2	768,4	1,22	207,9	19,4	58,6
N60	2,86	76,8	873,2	1,26	239,0	23,4	67,0
BM+N60	2,65	72,3	768,6	1,20	204,5	17,8	55,6
BM+ВПП+N60	2,68	73,6	780,5	1,22	209,7	18,8	57,4

Приложение Б.49 – Влияние дополнительного снегоотложения на показатели продуктивности озимой пшеницы в различных почвенно-климатических зонах, в среднем за 2005–2009 гг.

Дополнительное снегоотложение		Высота растений, м	Масса растений, г/м ²	Количество стеблей, шт./м ²		Масса зерна с 1 колоса, г	Количество колосков в колосе, шт.	Количество зерна с 1 колоса, шт.	Масса 1000 зерен, г	Биологическая урожайность	
% относительно естественного фона	м			всего	в т.ч. продуктивных					г/м ²	НСР ₀₅
Саратовская область, левобережная сухая степь											
0	0,24	0,606	608	464	408	0,58	12,5	14,3	33,6	237,3	17,7
30	0,31	0,643	629	478	421	0,59	12,1	16,9	34,3	252,4	
60	0,38	0,646	774	544	434	0,70	12,1	16,2	35,2	298,8	
100	0,48	0,700	828	580	474	0,75	12,5	15,1	35,0	354,6	
Саратовская область, правобережная черноземная степь											
0	0,28	0,73,5	769	532	416	0,68	14,6	17,1	39,7	284,1	35,6
30	0,36	0,761	945	539	429	0,77	14,2	18,7	41,2	331,2	
60	0,45	0,778	962	548	438	0,82	14,6	20,0	40,9	357,8	
100	0,56	0,801	1017	553	405	0,97	14,1	22,7	42,7	393,6	
Саратовская область, лесостепь											
0	0,32	0,858	909	530	435	0,88	14,9	23,3	37,8	382,0	19,0
30	0,42	0,888	997	545	448	0,90	14,7	23,0	40,0	404,8	
60	0,51	0,900	1082	556	457	0,96	15,0	23,8	40,3	439,9	
100	0,64	0,908	1072	474	418	1,04	15,1	26,6	39,1	435,5	
Тамбовская, Пензенская область, лесостепь											
0	0,38	0,935	1309	718	594	0,94	12,8	22,4	41,9	559,8	18,4
30	0,49	0,998	1536	701	617	1,04	14,1	23,8	43,7	642,7	
60	0,61	1,045	1558	679	585	1,03	14,0	23,4	44,0	636,1	
100	0,76	0,991	1242	504	521	0,97	13,5	23,4	41,4	506,8	

Приложение Б.50 –Показатели плодородия мелиорируемых полос на черноземе южном сформированных на основе удобрения пшеничной соломой, 0–0,2 м

Показатели	Контроль	Мелиорируемые полосы
Органическое вещество, %.	4,17–4,74	5,39–5,61
Гумус водорастворимый, %	0,19–0,30	0,23–0,36
Азот (содержание в мг/100 г почвы) :		
аммиачная форма	2,06–10,0	1,52–10,0
нитратная форма	2,6–3,2	3,0–5,4
Плотность почвы, г/см ³	1,25	1,17
Агрономически ценные агрегаты, %	67,4–72,8	69,8–72,6
Степень водопрочности почвенных агрегатов, %	58,6–68,4	55,0–74,8

Приложение Б.51 – Агроэнергетическая и экономическая оценка возделывания яровой пшеницы в лесостепной зоне

Показатели	Звенья севооборота											
	С чистым паром						С сидеральным паром					
	Вспашка			Мульчирующая обработка			Вспашка			Мульчирующая обработка		
	Кон- троль	Солома + N30+30	Солома + N30+ Бисолби- Сан	Кон- троль	Солома + N30+30	Солома + N30+ Бисолби- Сан	Кон- троль	Солома + N30+30	Солома + N30+ Бисолби- Сан	Кон- троль	Солома + N30+30	Солома + N30+ Бисолби- Сан
Урожайность, т/га	4,50	5,23	5,13	4,35	4,94	4,90	4,72	5,64	5,51	4,62	5,45	5,38
Накопление обменной энергии, ГДж/га	67,50	78,45	76,95	65,25	74,10	73,50	70,80	84,60	82,65	69,30	81,75	80,70
Общие энергозатраты, ГДж/га	15,01	19,75	17,08	14,92	19,58	16,78	15,20	19,90	17,02	15,10	19,78	17,11
Энергетические затраты на 1 т, ГДж	3,33	3,78	3,33	3,43	3,96	3,42	3,22	3,53	3,09	3,27	3,63	3,18
Энергетическая эффективность	4,50	3,97	4,51	4,37	3,78	4,38	4,66	4,25	4,86	4,59	4,13	4,72
Условный чистый доход, тыс. руб./га	9,37	16,42	16,18	9,02	15,23	15,29	10,24	18,46	18,07	10,09	17,77	17,68
Уровень рентабельности, %	108,6	168,8	170,9	107,7	160,9	166,0	118,6	189,5	190,6	120,3	187,5	191,8