



ДЖУМАНАЗАРОВА А. Т.

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОРОШЕНИЯ
КУКУРУЗЫ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИМИ
СТОКАМИ В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ
КАРАКАЛПАКСТАН**

НУКУС- 2016

Джуманазарова А.Т.

Совершенствование орошения кукурузы животноводческими стоками в условиях Республики Каракалпакстан. Нукус. 2016.136 стр.

В монографии рассматриваются результаты исследований по определению рационального режима орошения кукурузы на силос при поливе сточными водами, по качественному и количественному анализу сточных вод и их ирригационная оценка для рассматриваемой зоны. Обобщены данные проведенных исследований по установлению оптимальных параметров техники и технологии поливов по бороздам.

В работе осуществляется всестороннее исследование вопросов оценки экономической эффективности водных ресурсов Каракалпакстана на основе внедрения водосберегающих технологий и экономико-математического моделирования, отвечающее приоритетам развития Республики Каракалпакстан.

Монография предназначена для студентов, научных сотрудников, докторантов, магистров, специалистов сельского хозяйства, фермеров и широкого круга читателей.

Утверждено к печати Научно методическим Советом Нукусского филиала ТашГАУ (протокол №13 от 30 июня 2016г)

Рецензенты:

Исмаилов У.Е. –доктор сельскохозяйственных наук, профессор.

Курбанбаев Е. - доктор технических наук, профессор.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	6
ГЛАВА I. Состояние орошения сельскохозяйственных культур поверхностными и сточными водами в Республике Каракалпакстан	12
1.1. Орошение сельскохозяйственных культур речными водами.....	12
1.2. Состояние гидромелиоративной системы и пути её улучшения.....	12
1.3. Развитие животноводства в Республике Каракалпакстан	14
1.4. Использование сточных вод на орошение кормовых культур.....	16
ГЛАВА II. Теоретические основы режима орошения и техники полива сельскохозяйственных культур животноводческими стоками	19
2.1. Суммарное водопотребление кормовых культур.....	19
2.2. Способы орошения сельскохозяйственных культур сточными водами.....	24
2.3. Водопроницаемость почв и поливная техника бороздкового полива сельскохозяйственных культур	26
2.4. Теоретические исследования техники полива сельскохозяйствен- ных культур по бороздам.....	27
2.5. Обоснование экологических норм водопотребления сельскохозяйственных культур.....	33
2.6. Энергетическая оценка влияния орошения сточными водами на пищевой режим почвы.....	37
ГЛАВА III. Природно-хозяйственные условия, методика и условия полевых исследований.....	43
3.1. Общая характеристика природно-хозяйственных условий Ассоциации водопользователей «Тахтакупыр» Тахтакупырского района Республики Каракалпакстан.....	43

3.1.1.	Местоположение.....	43
3.1.2.	Климат.....	43
3.1.3.	Геологические и гидрогеологические условия.....	48
3.1.4.	Почвы, условия их образования.....	50
3.2.	Современные хозяйственные условия земель Ассоциации водопользователей «Тахтакупыр».....	51
3.2.1.	Мелиоративное состояние орошаемых земель Тахтакупырского района и пути их улучшения	51
3.2.2.	Метеоусловия.....	57
3.2.3.	Схема опытов и методика исследований.....	57
3.3.	Обоснование типичности опытного участка.....	61
ГЛАВА IV. Результаты полевых исследований.....		65
4.1.	Анализ и подготовка животноводческих стоков на орошение.....	65
4.1.1	Ирригационная оценка сточной воды.....	65
4.1.2	Подготовка сточных вод на орошение кукурузы на силос.....	70
4.1.3	Методика определения режима орошения кукурузы на силос при орошении животноводческими стоками.....	74
4.2.	Режим орошения кукурузы на силос при поливе животноводческим стоком	79
4.2.1.	Удобрительный режим орошения кукурузы на силос при поливе животноводческими стоками.....	79
4.2.2.	Количественные показатели питательных веществ в почве при орошении кукурузы животноводческими стоками.....	89
4.3.	Техника полива животноводческими стоками кукурузы на силос	89
4.3.1.	Элементы техники полива по бороздам.....	89
4.3.2.	Оптимальные параметры техники полива по бороздам.....	96

4.3.3. Техника и технология бороздкового полива, обеспечивающие мелиоративные и экологические условия	104
ГЛАВА V. Усовершенствование орошения кукурузы на силос при поливе животноводческими стоками.....	107
5.1. Рекомендации по установлению режимов орошения кормовых культур при поливе сточными водами.....	107
5.2. Рекомендации по технике полива кукурузы на силос животноводческими стоками.....	114
5.3. Оценка технико-экономической эффективности предлагаемых мероприятий.....	117
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	120
РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ.....	123
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	125

*Посвящается заслуженному работнику
народного образования доктору
технических наук, профессору
Серикбаеву Бакиру Серикбаевичу*

ВВЕДЕНИЕ

Переход к рыночным отношениям обуславливает необходимость осмысления экономической, экологической и мелиоративной эффективности использования водоземельных, технических, материальных, финансовых и других ресурсов в народном хозяйстве, страны.

В Узбекистане чётко обозначены и развиты основные концепции и ключевые принципы создания независимого экономического базиса на базе собственной модели рыночных преобразований, сформулированной Президентом Республики Узбекистан И.А.Каримовым. Основу этой модели составляет концепция собственного пути обновления и прогресса Узбекистана, наиболее важной отличительной чертой, которой является социальная политика, направленная на обеспечение надёжных социальных гарантий и повышение уровня жизни населения, а стержнем интенсификация народного хозяйства.

В настоящее время наиболее эффективным является всестороннее решение проблемы рационального использования воды в орошаемом земледелии. В техническом плане экономное использование воды достигается повсеместным введением водосберегающих технологий, при комплексной реконструкций оросительных систем. В работе осуществляется всестороннее исследование вопросов оценки экономической эффективности водных ресурсов Каракалпакстана на основе внедрения водосберегающих технологий и экономико-математического моделирования, отвечающее приоритетам развития РК[1,2].

Углубление экономических реформ и обострение экологических

проблем в сельском хозяйстве требуют качественно нового научного обоснования экономической эффективности создания экологически устойчивых агроландшафтов, ориентированных на производство высококачественной продукции в объемах, соответствующих биоклиматическому потенциалу региона и обеспечивающих продовольственную безопасность страны и воспроизводство возобновляемых природных ресурсов. Существующая система земледелия не обеспечивает эффективного использования природных ресурсов, а интенсификация сельскохозяйственного производства сопровождается резким ухудшением состояния природной среды в результате развития процессов деградации и опустынивания почв. Такое положение дел в сельском хозяйстве не отвечает концепции устойчивого развития общества и противоречит принципам природообустройства, основной целью которых является обеспечение согласования требований социально-экономического развития и природных систем, сохранение и воспроизводство плодородия почв, водных ресурсов, являющихся основой существования природных ландшафтов и создание экологически устойчивых и экономически эффективных агроландшафтов. Решение этой проблемы возможно за счет широкого развития комплексных мелиораций, включающих агротехнические, агролесотехнические, водохозяйственные, гидротехнические мелиорации и других с использованием адаптивных систем земледелия. Существенная роль в системе комплексных мелиораций отводится гидротехническим мелиорациям. Водные ресурсы имеют исключительно важное хозяйственное значение. Они считаются неисчерпаемыми, но в своем размещении они испытывают прямое и косвенное воздействие других компонентов природного комплекса, вследствие этого они отличаются большой изменчивостью и неравномерностью распределения. Оценка водных ресурсов дана в водном кадастре - систематизированном своде сведений о водных ресурсах страны. В нем обобщены материалы гидрологических

наблюдений и исследований, собраны данные для научных и хозяйственных организаций. При оценке водных ресурсов важно учесть, как они распределены на территории страны и по сезонам года. Существенная особенность водных ресурсов Каракалпакстана, затрудняющая их использование, заключается в крайне неравномерном распределении их по территории республики. С водными ресурсами и особенностями их использования связано месторасположение в системе экономических отношений. Для решения основной задачи используются сельскохозяйственные производственные ресурсы – земельные, водные, трудовые, материальные, финансовые и другие. Повышение эффективности хозяйств на орошаемых землях предусматривает оптимальное использование все комплексы ресурсов и выработку определенных управленческих решений по проведению эффективных мероприятий. Задача оптимизации размеров агроформирований формируется следующим образом: при заданных технологиях сельскохозяйственного производства и структуре посевов сельскохозяйственных культур, ограничениях по всем природно-производственным ресурсам, при удовлетворении требований сельскохозяйственных культур к воде и земле, определить оптимальные размеры агроформирований с учетом их особенностей. Такая постановка задачи предполагает определение производственного потенциала хозяйств при рациональном использовании водно-земельных ресурсов. Требования растений к воде и земле отражаются в уровнях урожайностей сельскохозяйственных культур; особенности агроформирований оказывают влияние на объемы и характер использования производственных ресурсов, применение различной технологии орошения и возделывания агротехникой.

Мониторинг орошаемых земель представляет систему наблюдений за поверхностными, подземными, дренажными водами и почвами для своевременного выявления и оценки происходящих изменений и принятия управленческих решений по разработке мероприятий, направленных на

рациональное использование водных и земельных ресурсов. В процессе мониторинга проводится сбор определенного объема полевых наблюдений за почвенно-мелиоративными, гидрогеологическими, гидрохимическими, водохозяйственными, сельскохозяйственными агроклиматическими условиями с последующим составлением картографических материалов, таблиц и диаграмм, по которым осуществляется анализ.

Проводимые экономические реформы и реконструкция сельского и водного хозяйства предусматривают ликвидацию крупных убыточных хозяйств и передачу их земель фермерским и другим хозяйствам. Эти мероприятия сопряжены с необходимостью реформирования всей системы агротехнического и гидромелиоративного обслуживания, а также других элементов инфраструктуры на селе.

Крупномасштабная программа развития мелиорации земель в Узбекистане намечена Указом Президента Республики Узбекистан И.А.Каримова от 29 октября 2007 г. за № УП 39-32 «О мерах по коренному совершенствованию системы мелиоративного улучшения земель». В связи с этим в Республике Каракалпакстан в настоящее время выполняются работы по данной проблеме согласно разработанной программе на 2008-2012 гг. В свою очередь успешное решение указанной проблемы улучшит водообеспеченность животноводческих районов, в том числе в низовьях реки Амударья.

Ключевое значение для устойчивого и динамического развития животноводства нашей республики имеет Постановление Президента Республики Узбекистан «О дополнительных мерах по усилению стимулирования увеличения поголовья скота в личных подсобных, дехканских и фермерских хозяйствах и расширению производства животноводческой продукции» от 21 апреля 2008 г. Реализация принятых мер позволит довести поголовье крупного рогатого скота (КРС) в личных подсобных и дехканских хозяйствах к 2012 г. до 9,0 млн. голов. Для этого

намечается расширить площадь посевов под кормовые культуры с 290 тыс.га в 2007 г. до 380 тыс.га в 2012 г.. При этом орошаемые земли, выделенные фермерским и другим хозяйствам, специализирующимся на животноводстве, предназначены исключительно для посева кормовых культур и не подлежат использованию для размещения хлопчатника и зерновых культур для государственных нужд.

Важное народнохозяйственное значение имеет использование сточных вод в условиях Республики Каракалпакстан вследствие недостаточной водообеспеченности животноводческих районов, расположенных в низовьях реки Амударьи. Решение этой комплексной мелиоративной и водоохранной проблемы позволит повысить водообеспеченность и охрану водных ресурсов от загрязнения, обеспечить почвенную очистку сточных вод, повысить плодородье почв и продуктивность орошения кормовых культур, что убеждает в актуальности исследования.

В Республике Каракалпакстан с развитым животноводством и дефицитом водных ресурсов, особенно в хозяйствах расположенных в низовьях реки Амударьи и больших каналов актуальное значение имеет использование животноводческих стоков на орошение сельскохозяйственных культур.

В монографии приводятся результаты полевых - экспериментальных и лабораторных исследований проведенных впервые в республике на основе теоретического исследования и изучения опыта, технически и экономически развитых стран мира США, Канада, Германия, Швеция, Франция, Россия и др.

Объектом исследования являются орошаемые земли фермерского хозяйства «Пирнияз-Тахта» Тахтакупырского района и аналогичные хозяйства по природно-хозяйственным условиям Северной зоны Республики Каракалпакстан.

Предметом исследования являются: рациональное использование животноводческих стоков на орошение кукурузы на основе оптимального режима орошения, ресурсосберегающих способов, техники и технологии поливов.

Основные методические положения базируются на теоретических и экспериментальных исследованиях, широком обобщении практики использования сточных вод на орошение сельскохозяйственных культур.

В условиях острого дефицита водных ресурсов в низовьях р. Амударьи и крупных магистральных каналов РК сточные воды являются большим резервом. Научно обоснованное использование животноводческих стоков улучшает мелиоративное состояние земель, повышает плодородие почв, обеспечивает надежную охрану окружающей среды и необходимых норм санитарно-эпидемиологических показателей.

ГЛАВА I. СОСТОЯНИЕ ОРОШЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР ПОВЕРХНОСТНЫМИ И СТОЧНЫМИ ВОДАМИ В РЕСПУБЛИКЕ КАРАКАЛПАКСТАН

1.1. Орошение сельскохозяйственных культур речными водами

Общая площадь земельных ресурсов Республики Каракалпакстан составляет 16 490 тыс. га, из них 4424,6 тыс.га- аграрный сектор, 3908 тыс.га - пастбища, 71,7 тыс .га- сенокос, 8085,7 тыс.га - неиспользуемые земли.

Использование земельных ресурсов в Республике Каракалпакстан в процентах от общей площади приводится на рис 1.1.

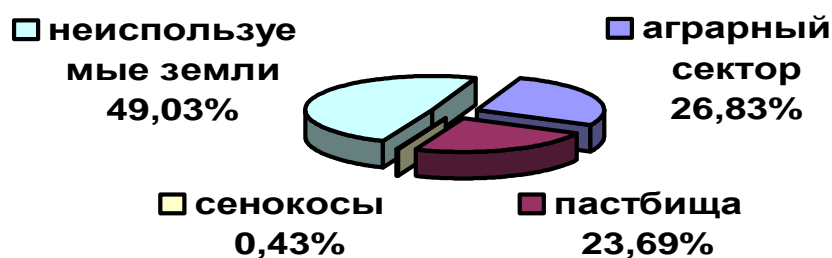


Рис. 1.1. Использование земельных ресурсов Республики Каракалпакстан

Основной источник орошения сельскохозяйственных культур в Республике Каракалпакстан - трансграничная река Амударья. Забор воды из нее на орошение земель осуществляется в основные магистральные каналы Пахтаарна, Кызкеткен, Куанышжарма, Суенли, Кегейли, Каттагар и др.[64]. Общий водозабор в 2008 г. составил $287,1 \text{ м}^3/\text{с}$, в том числе на орошение $241,1 \text{ м}^3/\text{с}$.

1.2. Состояние гидромелиоративной системы и пути их улучшения

По данным НАБУИС на 1 января 2008г. в Республике Каракалпакстан общая протяженность магистральных и межхозяйственных каналов

составляет 3506,2 км, магистральных и хозяйственных коллекторов - 3261,8 км, общая протяженность внутрихозяйственных каналов - 19162 км, протяженность внутрихозяйственных коллекторов - 16010,6 км. В 2006 г. за вегетационный период для орошения 500 тыс.га сельскохозяйственных культур объем общего водозабора по установленному лимиту достиг 6959,4 млн.м³.

Средняя оросительная норма брутто сельскохозяйственных культур - 13,180 тыс.м³/га. По обеспеченности речной водой территории можно подразделить на три категории. К первой относится водообеспеченная территория, расположенная ближе к реке и её верхней части. Во вторую категорию входят территории, расположенные не очень далеко от реки и головной части магистральных каналов. К третьей категории относятся территории, расположенные на окраине орошаемой зоны - в хвостовой части магистральных каналов.

Обеспечение территорий третьей категории речной водой затруднено даже в полноводные годы. В маловодные же годы они остаются без речной воды даже на питьевые нужды. Выход из этого трудного положения на этой территории, возможен при использовании сточных вод на орошение кормовых культур с внедрением водосберегающей технологии, улучшением структуры посевных площадей для развития животноводства.

Оросительная сеть, магистральные, межхозяйственные, хозяйственные, внутрихозяйственные и участковые каналы полностью проходят в земляном русле.

В ирригационной системе Куанышжарма КПД межхозяйственной сети составляет $\eta_{МС} = 0,76$, а внутрихозяйственной - $ВС = 0,74$. Орошаемые земли практически полностью обслуживаются открытыми коллекторно-дренажными системами (КДС). Основными коллекторами Северной зоны являются КС-1, КС-3, КС-4, главный левобережный коллектор (ГЛК), а южной - К-5, К-12, Кызылкумский и Дарьялыкский. В эксплуатационный

период минерализация стока КДС составляет в Северной зоне 3 + 5.5 г/л, а в южной - 2.9 – 5.0 г/л. Обеспеченность гидромелиоративной системы (ГМС) необходимыми ГТС, эксплуатационными устройствами относительно удовлетворительная, внутривладельческая часть нуждается в оснащении современными эксплуатационными установками и приборами, ГТС и мн. др. Ведущими сельскохозяйственными культурами по зонам являются хлопчатник, пшеница, рис, кукуруза и др.

На основе Указа Президента Республики Узбекистан от 21 апреля 2008г. №ПП-842 «О дополнительных мерах по усилению стимулирования увеличения поголовья скота в личных подсобных, дехканских и фермерских хозяйствах и расширению производства животноводческой продукции» [2] и в связи с реструктуризацией сельского и водного хозяйства расширяются посевы кормовых культур, в том числе кукурузы на силос сортов «Ватан», «Узбекистон-100» и др.

1.3. Развитие животноводства в Республике Каракалпакстан

В республике создана инфраструктура развития малых ферм, которые в настоящее время успешно функционирует. В связи с их эксплуатацией возник ряд проблем в условиях почти полной освоенности территорий республики, дефицита водных ресурсов и острого недостатка органических удобрений. Выход отходов по республике ежегодно составляет на фермах крупного рогатого скота 50 млн.тонн, птицефермах -0,16 тыс.тонн. Учитывая, что отходы животноводства обладают высоким биоэнергетическим потенциалом (1400 ккал/кг), а потребности сельского хозяйства в них все возрастают, то полная утилизация образующихся отходов и рациональное их использование на нужды сельского хозяйства приобретают особую актуальность [34, 35].

Республика Каракалпакстан занимает значительный удельный вес в производстве животноводческой продукции, являясь крупной

продовольственной базой Республики Узбекистан. Количество крупного рогатого, а также другого вида скота и птиц в Республике Каракалпакстан в 2008г. приводится в табл. 1.1.

Среднегодовое производство мяса в убойной массе составило в 2007г. - 1025т., а в 2008г. -980т., молока в 2007г. - 253т., а в 2008 г. -257т., яиц в 2007г. -5469 тыс.шт., а в 2008 г. 7484 тыс.шт.

Таблица 1.3.1.

Количество крупного рогатого, а также другого вида скота и птиц в Республике Каракалпакстан в 2008г. (по данным МС и ВХ РК)

№	Показатель	Единица измерения	Количество
1	КРС	тыс. голов	680,76
2	В т.ч. коров	тыс. голов	224,1
3	Овец и коз	тыс. голов	672,9
4	Лошади	голов	2411
5	Птицы	млн. голов	1,5
6	Свиньи	голов	3696

В соответствии с Указом Президента Республики Узбекистан от 23 марта 2006г. за № ПК-308, от 21 апреля 2008 г., за № ПК-842 и от 28 ноября 2008г. за №ПФ-4058 Кабинетом Министров Республики Каракалпакстан разработан план мероприятий по увеличению поголовья скота и продукции животноводства в 2009 г.

Согласно данному плану в 2009г. в Республике Каракалпакстан количество КРС составило -721,5 тыс. голов, в том числе коров -240,0 тыс., овец и коз -699,6 тыс. голов, птиц -1,6 млн. голов.

Увеличилось среднегодовое производство мяса в убойной массе до 58 тыс. т или на 115 % больше, чем в 2008 г., молока – на 206,3 тыс. т, т.е. на 130 % больше чем в 2008 г. Количество яиц составило- 50,3 млн. шт; т.е. больше чем в 2008 г., рыбной продукции -627 т.

Предусмотрено активация зооветеринарной службы на местах и улучшение пород сельскохозяйственных животных, а приобретение за рубежом 910 голов породистых КРС.

Для стабильного роста животноводства необходимо создание прочной кормовой базы. В 2009 г. из 55 623 гектаров земель хозяйств всех категорий, занятых под кормовые культуры, в том числе в фермерских хозяйствах -2649 га, площади посева кукурузы составили 9097 га, однолетних трав -34 987 га, люцерны -11 374 га, кормовой свёклы -165 га.

Устойчивый рост животноводства зависит от количества и качества кормов. Увеличение кормопроизводства возможно только на орошаемых землях. Развитие орошения зависит от наличия водных ресурсов: речных, подземных, сточных, дождевых и др.[122, 126].

1.4. Использование сточных вод на орошение кормовых культур

Орошаемые земли Каракалпакстана подвержены засолению и падает балл бонитет почв из-за несбалансированности выноса и пополнения питательных элементов [62].

По данным МС и ВХ Республики Узбекистан в бассейне р. Амударья формируется более 9 км³ различных видов сточных вод, в том числе 8,5 км³ коллекторно-дренажных вод, 0,27 км³ промышленных, 0,03 ливневых стоков, 0,37 км³ коммунально-бытовых, 0,13 км³ животноводческих стоков. К 2012 году объем животноводческих стоков достигает до 0,28 км³.

Среди неотложных мероприятий по охране водных ресурсов от загрязнений сточными водами одно из главных - развитие орошения кормовых культур [26, 27, 132]. Использование сточных вод на орошение сельскохозяйственных культур и угодий поможет решить задачу охраны водных ресурсов от загрязнения, обеспечить почвенную очистку этих вод, повысить плодородие почвы [108, 109, 124, 128]. Кроме того, использование сточных вод на орошение высвобождает дефицитные стоки речных вод, способствуют созданию условий для экономии фермерскими хозяйствами финансовых, трудовых и других ресурсов [104, 105, 106, 115, 116].

На большинстве существующих полях орошения в Республике Каракалпакстан поливы сточными водами проводятся без достаточно обоснованных научных рекомендаций, не соблюдаются санитарные требования, многие хозяйства применяют эти стоки для полива продуктовых сельскохозяйственных культур. Это неблагоприятно сказывается на санитарно-гигиенических условиях жизни населения и может привести к повышению заболеваемости людей и животных в результате заражения почвы, растений и подземных вод возбудителями эпидемических заболеваний. Поливы сельскохозяйственных культур на орошение должны производиться на научно разработанных режимах орошения и рациональной технике при максимальной механизации и автоматизации всех процессов распределения поливной воды на орошаемом участке [14,18, 69]. При разработке режимов орошения в целях устранения загрязнения поверхностных и подземных источников воды должны быть предусмотрены обеспечение влагой и питательными веществами растений, необходимая очистка и обезвреживание сточных вод [7, 77, 78].

В республике Каракалпакстан вследствие наличия больших площадей орошаемой земли с различной степенью засоления, всего засоленных земель -90% , в том числе сильно засоленных - 38,9% из общей орошаемой площади 500 тыс.га. Развита КДС. Среднегодовой расход КДС по республике составляет 8,5 м³/с. Благодаря росту городов поселков и животноводческих ферм мясного и молочного направления, ливневым стокам ежегодно увеличивается количество сточных вод, сбрасываемых в открытые водоемы и в понижения близлежащих земельных угодий. Большие убытки наносятся народному хозяйству, ухудшаются экологические и санитарно-эпидемиологические условия. Для улучшения охраны окружающей среды и предотвращения истощения природных богатств необходимо обезвреживание сточных вод. Экономически эффективным методом является использование их на орошение сельскохозяйственных культур, где

достигается полная механическая и биологическая доочистка сточных вод. Рациональное использование сточных вод на орошаемых землях надежно обеспечивает сохранность природы и улучшает экологические условия.

Согласно Указу Президента Республики Узбекистан И.А.Каримова от 29 октября 2007г. «О мерах по коренному улучшению мелиоративного состояния земель» на 2008-2012гг., в Республике Каракалпакстан проводятся крупномасштабные работы по устойчивому росту сельскохозяйственного производства, всемерному повышению эффективности мелиорируемых земель, росту продукции животноводства для полного удовлетворения потребности населения в продуктах питания и промышленности в сырье, созданию необходимых резервов сельскохозяйственной продукции.

Для развития животноводства в республике следует обеспечить гарантированное кормопроизводство. Необходимо увеличить урожайность кормовых культур при орошении за счет рациональных его режимов и прогрессивных способов полива, расширить площади орошения. Большим резервом увеличения площадей орошения является использование сточных вод на орошение кормовых культур.

Создание кормовой базы в Республике Каракалпакстан при орошении с использованием поверхностных и сточных вод животноводческих ферм, городов и посёлков – основная задача, которая требует совершенствования на основе внедрения рациональных режимов орошения и прогрессивных способов полива. Совершенствовать орошение кормовых культур сточными водами необходимо с учетом требований санитарных условий и охраны окружающей среды. Предложения по решению этих задач на основе теоретических и полевых экспериментальных исследований были реализованы в хозяйствах АВП Северной зоны Республики Каракалпакстан и в фермерском хозяйстве «Пирнияз-Тахта» Тахтакупырского района.

ГЛАВА II. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РЕЖИМА ОРОШЕНИЯ И ТЕХНИКИ ПОЛИВА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР ЖИВОТНОВОДЧЕСКИМИ СТОКАМИ

2.1. Суммарное водопотребление кормовых культур

Суммарное водопотребление кормовых культур на испарение с поверхности почвы и транспирацию растений зависит от многих факторов: погодных условий, плодородия почв, биологических особенностей культуры, уровня агротехники и т.д. [93, 94, 95, 102, 104, 118].

Величина суммарного водопотребления определяется тремя методами: теоретическим, полуэмпирическим и эмпирическим. Теоретические основы определения суммарного водопотребления сельскохозяйственных культур по полуэмпирическому методу разработали А.Н.Костяков [60], И.А.Шаров [114], С.М.Алпатьев [10], Б.Б.Шумаков [124], Г.К.Льгов, Х.Ф.Блейни-В.Д.Кридла и др. Теоретический метод, основанный на физическом законе испарения, предложен Х.Л.Пенманом, Л.Тюрком и др. Наиболее достоверные значения суммарного водопотребления получают при полевых исследованиях, т.е. эмпирическим методом.

При установлении режимов орошения сельскохозяйственных культур с использованием животноводческих стоков В.М.Новиков [90], В.А.Никитин [89], В.И.Дмитриева [89] рекомендуют определять содержание основных питательных элементов (азота, фосфора и калия) в осветленных стоках и учитывать потребность сельскохозяйственных культур в удобрениях и влаге.

Режимы орошения стоками животноводческих ферм рассчитываются по водопотреблению сельскохозяйственных культур и по балансу питательных веществ [25, 42, 71, 97, 98, 128]. Сначала определяют оросительную (M) и поливную (m) нормы и строят график полива поверхностной водой по общепринятой методике. Затем рассчитывают годовую норму внесения удобрений с животноводческими стоками ($M_{жс}$).

Разовую норму внесения животноводческих стоков $m_{жс}$ ($\text{м}^3/\text{га}$) рекомендуют определять как частное от деления годовой нормы удобрений животноводческими стоками на число поливов (Π), в том числе и вневегетационных

$$m_{жс} = \frac{M_{жс}}{\Pi} . \quad (2.1)$$

Поливную норму поверхностной водой рекомендуется уменьшать на норму внесения животноводческих стоков.

Степень разбавления стоков рекомендуется определять по соотношению нормы полива поверхностной водой и нормы внесения стоков, различной для каждой культуры и срока полива [101, 130].

Оросительная норма рассчитывается по водопотреблению сельскохозяйственных культур:

$$M = E - \Gamma - P_{эф} - W_n \quad (2.2)$$

где E - суммарное водопотребление, $\text{м}^3/\text{га}$; Γ - поступление влаги в расчетный слой за счет грунтовых вод, $\text{м}^3/\text{га}$. $P_{эф}$ - эффективные осадки за вегетационный период, мм.

$$\text{Здесь} \quad P_{эф} = P \cdot k_0 , \quad (2.3)$$

где P - осадки за вегетационный период; k_0 - коэффициент использования осадков; W_n - продуктивные запасы влаги в почве, $\text{м}^3/\text{га}$.

По рекомендации В.М.Новикова [90], В.А.Никитина [89] и В.И.Дмитриевой [89] годовую норму внесения животноводческих стоков для каждой культуры определяют по балансу вносимых в почву и выносимых с урожаем питательных веществ двумя методами: на планируемый урожай с учетом естественного плодородия почв и по выносу питательных элементов с прибавкой урожая. Первый метод более точный, но требуется определение агрохимического состава почв орошаемого участка, величин использования питательных элементов из почв.

По первому методу годовые нормы внесения животноводческих стоков определяются по формуле

$$M_{жс}^y = \frac{B^y - Pk_n}{k_1 \cdot k_2 \cdot c}, \quad (2.4)$$

где $M_{жс}^y$ - годовая норма внесения животноводческих стоков, м³/га;
 B^y - вынос питательных веществ из почвы с планируемым урожаем сельскохозяйственных культур, кг/га; P - содержание питательных веществ в пахотном слое почвы, кг/га; k_n - коэффициент использования питательных веществ из почвы, в долях от единицы; c - содержание питательных веществ в животноводческих стоках, кг /м³; k_1 - коэффициент использования питательных веществ растениями из удобрений, в долях от единицы; k_2 - коэффициент, учитывающий потери из стоков в процессе полива (для аммиачного азота $k_2=0,85$, для фосфора и калия $k_2=1$).

Вынос питательных веществ из почвы с урожаем B^y рекомендуется принимать по агротехническим справочникам.

Коэффициенты использования питательных элементов растениями из почвы k_n и удобрений k_1 представлены в табл. 2.1.1.

Таблица 2.1.1

Средние коэффициенты использования растениями питательных веществ из почвы и удобрений

(по рекомендации В.М.Новикова [89] и В.А.Никитина [88])

Элементы питания	Коэффициенты использования, в долях единиц	
	из почвы k_n	из удобрений k_1
Азот	0,5	0,6 – 0,7
Фосфор	0,1 - 0,15	0,6
Калий	0,2 - 0,4	0,6

Годовые нормы внесения животноводческих стоков без учета естественного плодородия почв, рассчитанные на прибавку урожая, определяют по формуле

$$M_{\text{жс}}^n = \frac{B^n}{k_1 \cdot k_2 \cdot c} . \quad (2.5)$$

Годовые оросительные нормы внесения животноводческих стоков рекомендуется определять для каждой культуры (азота $M_{\text{жс}}^N$, фосфора $M_{\text{жс}}^P$, калия $M_{\text{жс}}^K$) [98, 99]. За расчетную M принимается наименьшая по абсолютной величине из трёх:

$$M_{\text{жс.расч.}} = M_{\text{жс}}^{\min N, P, K} . \quad (2.6)$$

Недостающее количество остальных двух элементов для получения запланированной прибавки урожая вносится с минеральными удобрениями. Дополнительное количество минеральных удобрений следует определять следующим образом:

$$M_{\text{дон}} = (M_{\text{жс}} - M_{\text{жс}}^P) \cdot c , \quad (2.7)$$

где $M_{\text{дон}}$ - норма дополнительного внесения питательных элементов с минеральными удобрениями, кг/га.

Обычно годовые нормы внесения животноводческих стоков, рассчитанные для удовлетворения потребности растений в питательных веществах, меньше оросительных норм, вычисленных по водопотреблению

$$M_{\text{жс}} < M .$$

Необходимый объем поверхностной или сточной воды вычисляют как

$$M_{\text{с}} = M - M_{\text{жс}} . \quad (2.8)$$

Анализ результатов полевых исследований по использованию сточных вод животноводческих ферм на орошение кормовых культур в условиях Северной зоны Республики Каракалпакстан показал, что за счет улучшения питательного режима водопотребление кормовых культур уменьшилось на

25-30% по сравнению с поливами поверхностной водой. Взаимосвязь жизненных факторов для растений предсказана В.Р.Вильямсом [22] и предусмотрена А.Н. Костяковым [60]

$$E = Y \cdot K, \quad (2.9)$$

где E - суммарное водопотребление, м³/га;

Y - запланированный урожай культуры, ц/га;

K - коэффициент водопотребления, м³/ц.

Значение суммарного водопотребления уменьшается при повышении плодородия почв, повышаются урожайность сельскохозяйственных культур, культура земледелия и внедрение передовых агротехнических приемов возделывания сельскохозяйственных культур [6].

Урожайность сельскохозяйственных культур за годы исследований повысилась на 25-30% на полях орошения по сравнению с контрольными участками при поливе поверхностными водами.

По рекомендациям Б.С.Серикбаева [95] суммарное водопотребление определяется следующим образом:

$$E = I \cdot k_0 \cdot k_\sigma \cdot k_{cm}, \quad (2.10)$$

где I - испаряемость за вегетационный период, м³/га;

k_0 и k_σ соответственно климатический и биологический коэффициенты;

k_{cm} - коэффициент, учитывающий вид сточной воды.

В табл. 2.2 приведены значения коэффициента k_0 . Значения коэффициента k_{cm} принимаются для животноводческого стока при разбавлении его поверхностной водой в соотношении 1:5

$$k_{cm} = 0,75 - 0,8.$$

Годовые нормы внесения животноводческих стоков можно установить по рекомендациям В.М.Новикова [90] и В.А.Никитина [89] исходя из баланса

вносимых на почву с урожаем питательных веществ. Значение коэффициента k_0 по данным Н.В.Данильченко [29] приводится в табл. 2.1.2.

Таблица 2.1.2

Значение микроклиматического коэффициента k_0
(по данным Н.В.Данильченко)

Зона	Месяц						
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	IV-IX
Степная	1,0	0,97	0,95	0,90	0,90	0,90	0,95
Полупустынная	1,0	0,95	0,95	0,85	0,90	0,90	0,90
Пустынная	0,99	0,85	0,80	0,75	0,75	0,80	0,82

Значение коэффициента k_0 , по данным Н.В.Данильченко [29] для кукурузы на силос составляет 0,80 - 0,90.

2.2. Способы орошения сельскохозяйственных культур сточными водами

Выбор способа орошения обуславливается хозяйственными и техническими требованиями, а также климатическими, топографическими и почвенными условиями [9]. Каждому способу орошения присуще определенное устройство оросительной регулирующей сети и соответствующая техника полива, т.е. способы переведения подаваемой воды из состояния водяного тока в оросительной сети в состояние почвенной влажности на орошаемых полях, нужной для растений.

Вопросы техники полива имеют громадное значение для правильного и успешного освоения орошаемых земель и эффективного использования воды [31, 52, 53, 67].

Для эффективного использования водоземельных, финансовых, материальных, трудовых ресурсов в хозяйствах по рекомендации

А.Н.Костякова [60] устанавливать технику орошения следует во взаимосвязи со следующими главнейшими требованиями:

- поддерживать в почве требуемый водный и связанные с ним воздушный, питательный, солевой и тепловой режимы, обеспечивающие в комплексе с агротехникой высокое плодородие почвы, получение наиболее высоких урожаев орошаемой культуры [14];

- создавать в поле влажность нужной величины и равномерно распределяемую по орошаемому полю;

- обеспечивать высокую производительность труда при производстве полива, допускать наибольшую механизацию и автоматизацию полива;

- допускать максимальную механизацию сельскохозяйственных работ на орошаемой площади;

- осуществлять требуемый поливной режим с минимальной затратой оросительной воды, т.е. наибольшими нормами, и с максимальным коэффициентом полезного действия- не меньше 0,95-1,0, без потерь на просачивание в глубокие слои, на сбросы, испарение и т.д.;

- поддерживать комковатую структуру орошаемой почвы.

Для соблюдения этих требований способ полива должен соответствовать характеру культуры и тем, хозяйственным и природным условиям, в которых производится полив [14].

По данным В.М.Новикова [90], В.И.Марымова [75], Б.С. Серикбаева [96], А.М. Можейко [81], Д.П.Гостищева [25], Н.Т.Лактаева [69], Б.Б.Шумакова [124], О.З.Зубаирова [8], Ж.С. Мустафаева [82], С.И.Умирзакова [110], В.Т.Лев [71], М.Г.Голченко [26], М.Х.Хамидова [93], Ф.А.Бараева [95], Е.К.Курбанбаева [62] и др., опыт передовых стран США, Японии, Швеции, Германии, России и др. свидетельствует о том, что при поливе сельскохозяйственных культур сточными водами применяются в основном поверхностные самотечные способы полива и дождевание. Имеется опыт подпочвенного орошения [24].

Для природно-хозяйственных условий Республики Каракалпакстан более приемлемо поверхностное орошение при использовании животноводческих стоков крупнорогатого скота (КРС). Условия для биологической очистки почвогрунтами расчетного слоя более благоприятные и не требуют устройства специальных сооружений для биологической очистки. В наибольшей степени они отвечают санитарным требованиям, допускают непрерывную подачу сточных вод КРС на орошение сельскохозяйственных культур.

2.3. Водопроницаемость почв и поливная техника бороздкового полива сельскохозяйственных культур

Водопроницаемость почвы оценивается по двум периодам: инфильтрации и фильтрации.

Полную математическую трактовку инфильтрации дал А.Н.Костяков [60]. Для характеристик этого сложного процесса предложены показатели

$$k_1 = k_\phi \cdot t^\alpha \quad (2.11)$$

где k_1 - скорость впитывания на конец первой единицы времени, м/ч;

k_ϕ - установившаяся скорость впитывания (К.Дарси), м/ч;

t^α - время, за которое завершается инфильтрация и впитывание приобретает установившийся характер, ч;

α - показатель степени кривой инфильтрации, равный

$$\alpha = \frac{\lg k_t - \lg k_\phi}{\lg t - \lg t_\phi}, \quad (2.12)$$

где k_t - скорость впитывания на момент t , м/ч.

$$k_0 = \frac{k_1}{1-\alpha}, \quad (2.13)$$

где k_0 - средняя скорость впитывания в первую единицу времени (в первую минуту), м/ч;

$$k_{cp} = \frac{k_0}{t^\alpha} \text{ м/ч;} \quad (2.14)$$

где k_{cp} - средняя скорость за период t , м/ч.

В логарифмических координатах кривая впитывания в период инфильтрации ($k_t = \frac{k_1}{t^\alpha}$) представляет собой прямую линию

$$\lg k_t = \lg k_1 - \alpha \lg t . \quad (2.15)$$

И.Г.Алиев и Н.Ф.Бончковский [9] предложили формулы

$$k_0 = k_{cp} \cdot (10\Pi)^\alpha , \quad (2.16)$$

где $\Pi = 0,5^{0,1694}$,

$$k_{cp} = \frac{k_1\tau_1 + k_\phi\tau_2}{t} . \quad (2.17)$$

Здесь k_1 - средняя скорость впитывания за период инфильтрации, м/ч;

k_ϕ - установившаяся скорость впитывания;

τ_1 - время инфильтрационного впитывания;

τ_2 - время фильтрационного впитывания.

По этой методике определены значения водопроницаемости почв на опытном участке в условиях Северной зоны Республики Каракалпакстан при поливе с использованием животноводческих стоков.

2.4. Теоретические исследования техники полива сельскохозяйственных культур по бороздам

При изучении техники полива по бороздам выяснилась возможность наиболее полной механизации полевых работ, высокой производительности труда на поливах, равномерности поливов и достижения высоких коэффициентов использования оросительной воды.

Для определения времени и длины добега струи воды в поливной борозде А.Н.Костяков [59] предложил следующие формулы:

$$l_{\text{доб}}^{\sigma} = \frac{qt_{\text{доб}}^{\sigma \alpha}}{nk_0\chi_1}, \quad (2.18)$$

$$t_{\text{доб}}^{\sigma} = \left(\frac{n\chi_1 k_0 l_{\text{доб}}^{\sigma}}{q_{\sigma}} \right)^{\frac{1}{\alpha}}, \quad (2.19)$$

где $t_{\text{доб}}^{\sigma}$ - время добега струи воды по сухой борозде, ч;

$l_{\text{доб}}^{\sigma}$ - длина добега струи воды за $t_{\text{доб}}^{\sigma}$, м;

χ_1 - активный смоченный периметр борозды, м.

А.Н.Ляпин [74] для определения длины добега струи воды в поливных бороздах рекомендует балансовое уравнение

$$0,06q_0\Delta t = q_{\text{ВП}}\Delta t + \omega\Delta x \quad (2.20)$$

или

$$0,06q_0 = q_{\text{ВП}} + \omega \frac{\Delta x}{\Delta t}, \quad (2.21)$$

где q_0 - расход, поступающий в борозду, л/с;

$q_{\text{ВП}}$ - расход, впитывающийся в русло борозды в момент времени t на длине x , м³/мин;

ω - средняя на длине x площадь живого сечения борозды, м²;

0,06 – коэффициент перехода от л/с к м³/мин.

Полагая, что

$$q_{\text{ВП}} = \omega_{t_{\text{сп}}} \chi \cdot x = \frac{\omega_1}{\sqrt{t}} \chi \cdot x \quad (2.22)$$

и вводя обозначения

$$a = \frac{0,06q_0}{\omega} \quad \text{и} \quad \epsilon = \frac{\omega_1\chi}{\omega}, \quad (2.23)$$

получаем дифференциальное уравнение

$$\frac{dx}{dt} + \frac{\epsilon}{\sqrt{t}}x - a = 0. \quad (2.24)$$

Это линейное уравнение I порядка вида

$$x' + p(t)x + Q(t) = 0. \quad (2.25)$$

Интеграл этого уравнения

$$x = \exp\left(-\int_{t_0}^t p(t)dt\right) \left[x_0 - \int_{t_0}^t Q(t) \exp\int_{t_0}^t p(t)dt dt \right], \quad (2.26)$$

где $x_0 = x$ при $t = t_0$.

В данном случае в начальный момент времени $t_0 = 0$ и $x_0 = 0$.

Интегрируя, получаем:

$$\int_0^t p(t)dt = \int_0^t \frac{b}{\sqrt{t}} dt = 2b\sqrt{t} \quad (2.27)$$

и

$$\int_0^t Q(t) \exp\int_0^t p(t)dt dt = -\int_0^t a \exp 2b\sqrt{t} dt = -\frac{a}{2b^2} \left[\exp 2b\sqrt{t} 2b\sqrt{t} - \exp 2b\sqrt{t} + 1 \right] \quad (2.28)$$

и окончательно

$$x = \frac{a}{2b^2} \left(2b\sqrt{t} - 1 + \frac{1}{\exp 2b\sqrt{t}} \right). \quad (2.29)$$

Член $\frac{1}{\exp 2b\sqrt{t}}$ пренебрежимо мал по сравнению с единицей, поэтому

зависимость для определения дальности пробега воды по борозде за время подачи L_{II} можно представить в виде

$$L_{II} = \frac{a}{2b^2} (2b\sqrt{t_{II}} - 1). \quad (2.30)$$

Многие исследователи, в частности С.М.Кривовяз [61], Н.Т.Лактаев [68], Н.А.Ляпин [74], Х.А.Ахмедов [14], В.М.Новиков [124], Б.Ф.Камбаров [52], Б.С.Серикбаев [95], Ф.А.Бараев [95], Г.А.Безбородов [19], М.Х.Хамидов [111], Б.Б.Шумаков [124], Е.К.Курбанбаев [64], А.А.Терпигорев [107] и др. устанавливали для различных природно-хозяйственных условий республик Средней Азии значения L_{II} и t_{II} .

Для зоны типичных сероземов на уклонах меньше 0,003 С.М.Кривовяз [61] рекомендовал

$$q_6^{\max} = 1,28\sqrt{ih_n^2} \text{ л/с}, \quad (2.31)$$

где l - уклон дна борозды;

h_n - допускаемая глубина наполнения борозды, см.

А.Н.Ляпин [74] для определения максимального расхода наполнения борозды предложил эмпирическую формулу

$$q_b^{\max} = \frac{0,00063}{l^{0,22}}. \quad (2.32)$$

Для повышения равномерности увлажнения расчетного слоя по всей длине нами предложен полив с созданием слоя призмы в конце поливных борозд.

Основной задачей являлось выравнивание контура увлажнения расчетного слоя по всей длине за счет одинаковой продолжительности процесса инфильтрации в начале и конце борозд. Время увлажнения (инфильтрации) расчетного слоя в конце борозды складывается из времени подачи и стояния воды в призме

$$t_{n_1} = t_{n_2},$$

где t_{n_1} - время полива в начале борозды, ч;

t_{n_2} - время полива в конце борозды, ч;

Здесь
$$t_{n_2} = t_{nod_2} + t_{cm}, \quad (2.33)$$

где t_{nod_2} - время подачи воды в конец борозды с учетом создания слоя призмы;

t_{cm} - время стояния воды в борозде по А.Н.Костякову [60] ч, равное

$$t_{cm} = \left(\frac{m \cdot \alpha}{k_0 \cdot x_{акм}} \right)^{1/(1-\alpha)}, \quad (2.34)$$

$$t_{nod_2} = t_{доб} - t_{дон}. \quad (2.35)$$

Общее время (мин) полива борозды

$$t_n = t_{доб} + \frac{l \cdot m \cdot \alpha}{60q}. \quad (2.36)$$

Объем воды (м^3), подаваемый по длине слоя призмы, равняется

$$W = t_{\text{дон}} q, \quad (2.37)$$

где q – расход струи в конце борозды, $\text{м}^3/\text{с}$;

Длина призмы (м) доувлажнения

$$l_{\text{пр}} = \frac{m}{i}, \quad (2.38)$$

где i - уклон дна поливной борозды;

m - поливная норма, м .

Количество одновременно работающих поливных борозд зависит от уклонов выводных борозд, расходов временного оросителя и превышения горизонта воды над уровнем поля [13].

Длина выводной борозды может быть определена по формуле

$$l_{\text{б}} = \frac{8,64 \cdot Q_{\text{в.о}} \cdot \eta T}{\ell \cdot m_0}, \quad (2.39)$$

где ℓ - длина поливного участка, м ;

m_0 – поливная норма, м ;

$Q_{\text{в.о}}$ – расход во временном оросителе;

T – время полива из одного оросителя равное 1 суткам;

η - КПД временной оросительной сети.

При определении оптимальных параметров техники полива по бороздам учитываются следующие обстоятельства:

-ширина междурядий влияет на расход и длину борозд. Чем шире междурядье, тем больше габариты борозд и расход струй может быть большим и борозды длиннее. Однако габариты борозд меньше в начале вегетации, когда растения малы, и нельзя еще нарезать борозды нормальных размеров. Это влияет на выбор расхода струй при первых поливах. В начале вегетации проницаемость почв хорошая, что дает возможность применять большие расходы струй. Однако из-за малого габарита борозд струи

приходится уменьшать, что ведет к замедлению скорости добега струй и к затяжке поливов;

-при плохом микрорельефе длина борозд принимается в зависимости от расстояния между тальвегами и водоразделами микрорельефа по направлению сева. Это обстоятельство не позволяет применять длинные борозды и накладывает ограничения на выбор расхода струй и времени полива участков.

Значение фактических расходов поливных борозд и длины добега струи воды сопоставлялись по теоретической формуле Н.Т.Лактаева [68]

$$q_0 = \alpha \int_0^x k(\tau) dx_1 + \omega x' t, \quad (2.40)$$

где $\tau = t - t_1$;

t - продолжительность пуска воды в борозду, ч;

t_1 - время добега до данного створа, ч;

α - ширина междурядий, м;

ω - осредненная площадь живого сечения струи в борозде, м².

Длина добега (м) струи воды по сухой борозде в зависимости от времени определяется по интегральной формуле

$$l_{\text{доб}}^0(t) = \frac{q_0 t}{\omega} - \frac{\alpha}{\omega} \int_0^x m(\tau) x_1 dt. \quad (2.41)$$

Значения площади живого сечения струй ω (м²) в зависимости от расхода и уклона борозды сравниваются с величинами, получаемыми по зависимостям С.М.Кривовязу [61], А.Н.Ляпина [74], Н.Т.Лактаева и Г.И.Будникова [68]:

$$\text{По С.М.Кривовязу: } \omega = 0,128 \frac{q^{0.75}}{i^{0.375}}, \quad (2.42)$$

$$\text{по Н.Т.Лактаеву: } \omega = 0,039 \frac{q^{0.6}}{i^{0.4}}, \quad (\text{для } i < 0.01); \quad (2.43)$$

$$\text{по А.Н.Ляпину: } \omega = 0,000785 \frac{q^{0.71}}{i^{0.375}}, \quad (\text{для } i < 0.01); \quad (2.44)$$

по В.Ф.Носенко:
$$\omega = 0,00147 \frac{q^{0.66}}{i^{0.33}} . \quad (2.45)$$

Смоченные периметры для поливных борозд сравниваются с величинами, получаемыми по формуле А.Н.Ляпина [74]:

$$p = 0,106 \left(\frac{q_0}{i} \right)^{0.267} . \quad (2.46)$$

Элементы техники полива по бороздам устанавливаются из условий равномерности полива по длине борозд, подачи расчетной поливной нормы и допустимой величины стока в конце борозд при существующих уклонах борозд, начальной скорости впитывания воды в почву и характера изменения скорости впитывания. Для повышения равномерности увлажнения применяются переменные струи в процессе поливов с учетом изменения водопроницаемости почв [19, 68, 136].

2.5. Обоснование экологических норм водопотребления сельскохозяйственных культур

По мнению Ж.С.Мустафаева [82], теоретическое обоснование почвенно-экологических норм орошения сельскохозяйственных культур может быть проведено на основе закона сохранения энергии, так как рассмотрение процесса влагообмена в системе «почва – растение -приземный слой воздуха» немислимо без связи с процессами теплообмена. Как любой физический процесс изменений и превращений, процесс теплообмена на основе закона сохранения энергии в конкретном географическом пространстве за известный промежуток времени характеризуется балансом перехода и расхода энергии:

$$R = LE + B + S , \quad (2.47)$$

где LE - затраты тепла на суммарное испарение;

R - радиационный баланс;

L - скрытая теплота парообразования - 590 кал;

S - теплообмен между поверхностью почвы и атмосферой;

B - теплообмен между почвенным слоем и подстилающими слоями почвообразующей породы;

E - суммарное испарение.

В работах ряда метеорологов принято, что в условиях орошения величины B и S близки к нулю. В этом случае формула для определения радиационного баланса примет вид

$$R = LE \quad (2.48)$$

или

$$E = R / L \quad (2.49)$$

в упрощенном виде уравнение водного баланса по С.Ф.Аверьянову [4] для зоны аэрации имеет следующий вид:

$$W_k = Oc + Op - E - C \pm q + W_H \quad (2.50)$$

где Oc - осадки;

Op - оросительная норма;

C - результирующий поверхностный сток;

$\pm q$ - величина водообмена между почвенными и грунтовыми водами;

W_k и W_H - конечные и начальные влагозапасы почвы зоны аэрации.

При низком уровне грунтовых вод (ниже 3-4 м) и отсутствии смыкания капиллярной каймы с корнеобитаемой зоной ($\pm q = 0$) при условии, что периодическая подача на поле поливной воды не превышает водоудерживающей способности корнеобитаемого слоя почв, а интенсивность подачи воды не превосходит интенсивности ее инфильтрации в глубь почвы, уравнение водного баланса корнеобитаемого слоя почвы примет вид

$$W_k = Oc + Op - E + W_H \quad (2.51)$$

Величину E в уравнении можно выразить с помощью уравнения баланса, в котором с учетом сравнительно длительного периода составления баланса можно принять из-за малости $\Delta W = W_k - W_H \cong 0$, т.е.

$$E = Oc + Op. \quad (2.52)$$

Учитывая это уравнение, по определению значения суммарного испарения E получим

$$Oc + Op = R/L. \quad (2.53)$$

Как известен, отношение радиационного баланса R к затратам тепла на испарение выпавших осадков представляет собой гидрометрический коэффициент (радиационный индекс сухости)

$$\bar{R} = \frac{R}{LOc}, \quad (2.54)$$

т.е. один из наиболее подходящих для современной практики проектирования мелиорации критериев оценки почвенно-мелиоративных условий и потребностей почвообразовательного процесса в водной мелиорации. При этом гидрометрический коэффициент (\bar{R}) на основе уравнения необходимо рассматривать не столько как естественную характеристику местности, сколько как регулируемую величину

$$\bar{R} = R/L(Oc + Op). \quad (2.55)$$

Как видно из уравнений 2.53, 2.54 и 2.55 (\bar{R}) характеризует баланс энергии и вещества и определяет интенсивность геологического и биологического круговоротов воды и химических веществ на земле, а поэтому может быть положен в обоснование почвенно - экологически приемлемых норм водопотребления сельскохозяйственных земель. Решив последнее уравнение относительно Op , найдем зависимость от почвенно-экологического условия норму орошения сельскохозяйственных земель:

$$Op = \frac{R}{RL} - Oc. \quad (2.56)$$

Значение гидрометрического коэффициента (\bar{R}), характеризующее оптимальное отношение тепла и влаги на орошаемых землях, определяется с учетом направленности почвообразовательного процесса.

На базе системного анализа методов регулирования водного, солевого, теплового и пищевого режимов почв, как основы почвообразовательного процесса и обеспечения потребностей интенсивного земледелия в различных агроклиматических зонах, Ж.С.Мустафаевым [82] и М.А.Сейдуалиевым [82] предложена имитационная модель почвообразовательного процесса, опирающаяся на учении Докучаева- Вильямса - Костякова о генезисе и мелиорации почв, как особого природного тела и Докучаева - Григорьева - Будыко о законе эволюции и географической зональности почв. При разработке имитационной модели почвообразовательного процесса особое место занимало учение об эволюции почв, рассматривающее почву в динамике развития.

Расчет элементов теплового, водного балансов и других показателей увлажненности за некоторые годы дает возможность получить вариационный ряд этих величин. Если известен общий закон распределения вероятностей для каждого показателя теплового и водного баланса, то частные распределения для любого конкретного ряда могут быть построены по эмпирическим параметрам распределения.

Для определения изменчивости теплоэнергетического ресурса орошаемых земель можно использовать сумму температуры воздуха, накопленную за вегетационный период сельскохозяйственными культурами, и на ее основе определить фотосинтетическую активную реакцию (ФАР) за i -й год. Среднегодулетние значения R_i и O_{ci} определяются по формулам

$$R_{icp} = \sum_{i=1}^n R_i / n_i$$

$$O_{c_{cp}} = \sum_{i=1}^n O_{c_i} / n_i \quad (2.57)$$

где n_i - число наблюдений.

Модульные коэффициенты ФАР и O_c определяются по формулам

$$K_{Ri} = R_i / R_{icp} \quad \text{и} \quad K_{Oci} = O_{ci} / O_{csp} \quad (2.58)$$

Эмпирические обеспеченности R_i и O_{ci} можно определить по следующей зависимости:

$$Ri = \frac{m}{n+1} 100 \quad \text{и} \quad O_{ci} = \frac{m}{n+1} 100, \quad (2.59)$$

где m - порядковый номер ряда.

По модульным коэффициентам K_{Ri} и K_{Oci} строится совмещенный график эмпирической обеспеченности.

Почвенно-экологическая норма орошения заданной обеспеченности определяется при помощи эмпирической кривой обеспеченности

$$Opp\% = \frac{K_{Rpi} \cdot Ri}{R \cdot L} - K_{Ospi} = (100 - P\%) \cdot Oc \quad (2.60)$$

В целом разработанная методика обоснования почвенно-экологических норм водопотребности сельскохозяйственных земель на основе принципа энергетической сбалансированности тепла, влаги и питательных веществ с учетом природных режимов позволяет не только регулировать направленность почвообразовательного процесса, но и научно обосновать охрану и иррациональное использование водоземельных ресурсов.

2.6. Энергетическая оценка влияния орошения сточными водами на пищевой режим почвы

При использовании сточных вод для орошения их положительное влияние на сельскохозяйственные культуры проявляется не только в улучшении влагообеспеченности, но и в снабжении растений питательными веществами [8]. Влажность почвы относится к неотъемлемым показателям почвенного плодородия. При орошении она фактически полностью реализуется через повышение интенсивности почвообразовательного

процесса и урожайности сельскохозяйственных культур, а точнее: через прирост интенсивности биологического круговорота. Питательные вещества, поступающие со сточной водой, частично выносятся урожаем, а частично остаются в почве, повышая её агрохимические показатели: содержание гумуса, азота, фосфора, калия, реакцию почвенной среды и др. [42]. При наличии сведений об уровне программируемого урожая, запасах питательных веществ в почве и составе сточной воды необходимые дозы удобрений рассчитываются по формуле

$$D_{NPP} = (100 \cdot B_{NPP} - P_{NPP} \cdot K_{NPP} - CB_{NPP} \cdot K_{NPP}) / KU_{NPP}, \quad (2.61)$$

где D_{NPP} - норма питательного вещества, кг/га; B_{NPP} - вынос элемента питания на 1 ц продукции ($B_{NPP} = Y_0 \cdot C_{NPP}^0 + Y_n \cdot C_{NPP}^n$); Y_0 и Y_n - соответственно урожай основной и побочной продукции, ц/га; C^0 - содержание питательных веществ единице основной продукции; P - содержание питательного вещества в почве, мг/100г; CB - содержание питательных веществ в сточной воде; K , KC и KU - коэффициенты использования элементов питания соответственно из почвы, сточной воды и удобрений.

Энергетическую характеристику воздействия сточных вод на сельскохозяйственные культуры следует устанавливать по количеству энергии, заключенной в прибавке и приросте содержания в почве основных питательных веществ и pH , оценивая их влияние на плодородие почв по эквивалентному действию соответствующих удобрений (за исключением гумуса, энергетическую оценку которого целесообразно проводить непосредственно по его теплотворной способности).

Энергию, заключенную в прибавке урожая сельскохозяйственных культур, рассчитывают, умножая количество сухого вещества, дополнительно полученного от орошения с 1 га (прибавку урожая биомассы), на валовую энергию (теплоту сгорания) данного вида растительной продукции в сопоставимых единицах:

$$CBЭ = (Y_0 - Y_6) \cdot BЭ / \rho_n, \quad (2.62)$$

где $CBЭ$ - сумма накопленной энергии урожая сельскохозяйственных культур, мДж; ρ_n - стандартная влажность полезной продукции; $BЭ$ - валовая энергия 1 кг сухой продукции сельскохозяйственных культур, мДж/кг.

Большинство сельскохозяйственных культур, за исключением высокобелковых и масличных, содержит в 1 кг сухого вещества около 18 мДж валовой энергии.

Для энергетической оценки плодородия почв необходимо учесть изменение основных агрохимических показателей вегетационного периода, в течение которого проводилось орошение. Изменение агрохимических показателей устанавливается путем сравнения их в начале и конце вегетационного периода орошения.

Прирост энергоёмкости почвы рассчитывают по пяти основным показателям. За основу расчета по азоту, фосфору, калию и pH берутся затраты удобрения и мелиоранта на увеличение соответствующего показателя и энергоёмкость единицы данного удобрения, а по гумусу – энергоёмкость гумуса. При этом для основных питательных веществ (NPK) учитываются коэффициенты закрепления удобрений в почве.

Энергетическую оценку действия сточных вод по увеличению содержания гумуса выполняют путем умножения энергетической ёмкости 1 кг гумуса на валовое увеличение его в расчете на 1 га в пахотном слое по С.И. Умирзакову [109]:

$$ЭЕ = (\Gamma_0 - \Gamma_6) \cdot d \cdot h \cdot Э_2 \quad (2.63)$$

где Γ_6 и Γ_0 - содержание гумуса соответственно до орошения и после, %; d - мощность пахотного слоя, м; h - объемная масса почвы, кг/м³; $Э_2$ - энергетическая ёмкость 1 кг гумуса, применяемая по его теплотворной способности и равная 16,74 мДж.

Энергоёмкость почвы при pH под влиянием орошения сточными

водами определяется по сдвигу pH на определенную величину, обычно на 0,1 и эквивалентному количеству извести, требующейся на достижение такого же эффекта:

$$D = 0,05(Na - 0,05E)h \cdot d \cdot \lambda, \quad (2.64)$$

где D - доза известняка, т/га; Na – содержание обменного натрия, мг*экв на 100г почвы; E – ёмкость обмена, мг*экв на 100г почвы; h – мощность мелиорируемого слоя почвы, см; d - плотность почвы мелиорируемого слоя, г/см³; λ - энергоёмкость 1 кг извести, принимаемая равной -3,8 мДж.

Энергетическая оценка основных элементов питания устанавливается по изменению содержания их в пахотном слое

$$\mathcal{E}E_n = (P_0 - P_6) \cdot \mathcal{E}_n / K_3, \quad (2.65)$$

где K_3 - коэффициент закрепления в почве; \mathcal{E}_n - энергетический эквивалент основных элементов питания, равный для общего азота 80-86,8 мДж/кг, фосфора -12,6-13,8 мДж/кг и калия -8,3-8,8 мДж/кг; P_0 - содержание питательных веществ после орошения, кг/га; P_6 - содержание питательных веществ до орошения, кг/га.

Прогнозный расчет по такой методологической основе комплексной оценки влияния сточных вод на энергетический потенциал почвы орошаемых земель показал, что включение экологических факторов меняет представление о выгодности тех или иных водных ресурсов [32,33]. В силу этого приоритет нужно иногда отдавать природным средствам повышения почвенного плодородия путём строго сбалансированного использования природных ресурсов, в том числе возвратных. Всесторонняя оценка последствий использования сточных вод для орошения сельскохозяйственных культур свидетельствует о следующем: вопреки экологическим требованиям, они не уступают по эффективности минеральным тукам, а в некоторых случаях даже превосходят их.

Таким образом, одной из наиболее радикальных технологий

экологически безопасной и безотходной утилизации сточных вод, безусловно, является комплексная сбалансированная мелиорация сельскохозяйственных земель. Использование малопродуктивных земель для утилизации позволяет на тех же самых землях возделывать более продуктивные и ценные кормовые культуры, повышать эффективность и устойчивость не только земледелия, но и природно-экологического состояния ландшафта [36].

Нами разработана математическая модель по определению оптимальной годовой нагрузки животноводческими стоками единицу площади (га), которая обеспечит био -и гидрохимическое равновесие в системе «почва – растение – соли - окружающая среда». Продуктивность кукурузы на силос определяется по формуле:

$$Y/Y_{\max} = \left\{ 1 - \exp \left[- \left(1 + 0.053 \frac{S}{S_{\text{дон}}} \right) \right] \right\} \quad (2.66)$$

где $S_{\text{дон}}$ - предельно допустимое содержание солей в почве, т/га; S -содержание солей в почве, т/га; Y/Y_{\max} - отношение фактического урожая к максимальному; \exp - показательная функция с основанием.

Если орошаемая почва в начале полива содержит в среднем S_1 легкорастворимых солей в воде в % от веса сухой почвы, то вес солей на 1 га в слое почвы H с объемной массой будет:

$$S_n = S_1 \cdot H \cdot \alpha \cdot 100 \quad (2.67)$$

где S_n -количество солей, находящееся в почве в начале полива, т/га.

При поливе смешанной водой, т.е. сточной и поверхностной водой в почву поступают соли:

$$S_g = [O_p \cdot S_c \cdot \alpha + O_p \cdot S_o (1 - \alpha)] \cdot 10^{-3} - S_\phi \cdot \Delta O_p \quad (2.68)$$

где S_c -содержание солей в сточной воде, г/л; S_o - содержание солей в оросительной поверхностной воде, г/л; α -доля участие сточных вод в дефиците водопотребления сельскохозяйственных культур; S_g - количество

солей, накапливающихся при орошении сточной и оросительной водой, т/га;
 S_ϕ - содержание солей оттекающих из корнеобитаемого слоя почвы, г/л. [41].

Тогда содержание солей в почве в конце вегетационного периода будет равно:

$$S = S_g + S_n \quad (2.69)$$

Представляя известные значения S_g и S_n некоторыми преобразованиями, получаем:

$$1 - \ln(Y/Y_{\max}) = 0,053[S_n + S_g \cdot \alpha + S_g(1 - \alpha)]/S_{\text{дон}} \quad (2.70)$$

или

$$[1 - \ln(Y/Y_{\max})] \cdot S_{\text{дон}} = 0,053[S_n + S_g \cdot \alpha + S_g(1 - \alpha)] \quad (2.71)$$

Зная $S_{\text{дон}}$, S_n и S_g , и учитывая, что $0 \leq \alpha \leq 1$ можно найти оптимальное значение α , соответствующее $S_{\text{дон}}$ обеспечивающее био-гидрохимический режим в системе «почва-растение-соли-окружающая среда», по следующему уравнению:

$$18,86 \cdot S_{\text{дон}} \cdot [1 - \ln(Y/Y_{\max})] = (S_n + S_{\text{го}}) + \alpha(S_{\text{гс}} - S_{\text{го}}) \quad (2.72)$$

$$\text{где } S_g = S_{\text{го}} + S_{\text{гс}}, \quad (2.73)$$

$S_{\text{го}}$ - количество солей, накапливающихся в почве при орошении сточной водой, т/га. При $Y/Y_{\max} = 1$ уравнение примет вид:

$$\alpha = [18,86 \cdot S_{\text{дон}} - (S_n + S_{\text{го}})] / (S_{\text{гс}} - S_{\text{го}}) \quad (2.74)$$

Годовая нагрузка животноводческих стоков на единицу площади определяется по формуле

$$O_{\text{пс}} = \alpha \cdot O_{\text{п}} \quad (2.75)$$

где $O_{\text{п}}$ - биологическая оросительная норма.

ГЛАВА III. ПРИРОДНО-ХОЗЯЙСТВЕННЫЕ УСЛОВИЯ, МЕТОДИКА И УСЛОВИЯ ПОЛЕВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

3.1. Общая характеристика природно-хозяйственных условий опытного участка (фермерского хозяйства «Пирнияз - Тахта» Тахтакупырского района Республики Каракалпакстан)

3.1.1. Местоположение

Фермерское хозяйство «Пирнияз - Тахта» Тахтакупырского района Республики Каракалпакстан, где расположен опытный участок, входит в Северную зону Республики Каракалпакстан.

В 2006-2008гг. полевые исследования по использованию животноводческих стоков на орошение кукурузы на силос проводились на землях фермерского хозяйства «Пирнияз-Тахта» Тахтакупырского района. Карта земельного участка фермерского хозяйства «Пирнияз-Тахта» и плановое расположение вариантов при изучении поливного режима кукурузы на силос при поливе животноводческими стоками приводится в Приложениях 4 и 5.

Рельеф спокойный с общим уклоном 0,00015-0,0002, направленный на северо-восток. Слабоволнистая аллювиально-дельтовая равнина является аккумулятивным рельефом. Площадь опытных участков составляет 1,8 га. Участки выбирались с типичными для данной зоны природно-хозяйственными условиями.

3.1.2. Климат

По природно-климатическим условиям Северная зона Республики Каракалпакстан значительно отличается от других зон региона. Климат резко континентальный: сухое и жаркое лето, холодная зима. Минимальная температура приходится на январь, максимальная – на июль. С севера территория открыта для вторжения холодных арктических масс воздуха, что сказывается на процессах атмосферной циркуляции. Поэтому зима более

холодная, особенно в Северной зоне. Смягчающее влияние Аральского моря весьма незначительно и проявляется лишь в очень узкой прибрежной полосе. Сильное воздействие на климат оказывает сама река Амударья, под влиянием воды и болотной растительности в районах, близко прилегающих к Аральскому морю и реке. В теплое время года заметно повышается влажность воздуха, и снижается дневная температура. Роль песчаных пустынь Кызылкумов также заметно проявляется в формировании воздуха оазисов: летом жара достигает здесь 47°C.

Лето продолжительное с устойчивой ясной погодой, резкими суточными колебаниями температуры и большой сухостью воздуха.

Зимой снежный покров неустойчив. Годовой расход влаги с поверхности почвы на испарение в 12-15 раз больше, чем годовой объем осадков. Среднегодовая сумма осадков в Северной зоне – 110мм в год, выпадают преимущественно весной и осенью.

Среднегодовая температура воздуха в южной зоне составляет 12,5°C (максимум достигает 18,6°C). В зимние месяцы температура равна -6,9 °C (абсолютный минимум – до 25-30 °C в январе), в летние колеблется от 26 до 28 °C (максимум 47 °C). Среднегодовая температура воздуха в Северной зоне 10,7°C. Летом среднемесячная температура выше 20°C, максимальная 43-44°C, зимой минимальная температура снижается до - 33°C.

Для земледелия большое значение имеют продолжительность безморозного периода и даты наступления заморозков. Продолжительность безморозного периода значительно колеблется по годам, а в среднем составляет 184 дня.

По данным метеостанции Тахтакупыр и Чимбай среднемноголетние показатели даты заморозков наступают: ранние весенние заморозки с 10 марта, а поздние к 26 апрелю. В табл. 3.1.1 приведены основные данные климатических характеристик Тахтакупырского района за годы исследования 2006-2008гг.

Таблица 3.1.1

Климатические характеристики за годы исследования (по данным метеостанции «Тахтакупыр»)

Показатель	Месяц												Годовой
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
2006г													
Температура воздуха, °С	-14,4	0,5	7,5	15	21,1	28,2	26,7	27,2	18,7	12,2	3,7	-2	12,03
Относительная влажность, %	76	78	60	53	50	39	41	41	49	65	77	90	59,91
Дефицит влажности, мм	0,6	1,6	5,7	9,7	14,6	26,1	23,4	25,2	13,5	6,4	2,6	1,1	10,87
Осадки, мм	11,1	17	15,4	17	3,1	1,3	2,96		1,7	13,2	33,54	4,9	121,1
2007г													
Температура воздуха, °С	0	-0,2	4,3	15,5	21,6	26,2	28,1	26,5	19,2	10,2	3,7	-3,5	12,63
Относительная влажность, %	81	76	61	59	43	45	47	42	47	54	69	78	58,5
Дефицит влажности, мм	1,4	1,6	4	9,1	17,8	22,2	22,8	23,12	14,8	6	2,8	1,1	10,56
Осадки, мм	6,7	8,1	29	28,7	3,8	1,6	0,4			1,3	52	13,6	145,2
2008г													
Температура воздуха, °С	-15,1	-4,7	11,8	16,3	23	26,4	29	27	17,7	11,7	4,2	-4,1	11,85
Относительная влажность, %	74	78,6	52	41	46	38	39	39	46	62	70	75	54,83
Дефицит влажности, мм	0,6	1,2	8,4	12,7	17,6	23,6	28,1	24,9		6,8	3,3	1,5	10,72
Осадки, мм	8,8	2,7	1,2	12,2	17,2		1,1			15,6	0,8	18,8	78,4

Все периоды года территория АВП «Тахтакупыр» недостаточно увлажнена.

В период с декабря по март коэффициент увлажнения составляет $K=0,60$; с апреля по ноябрь $K=0,29-0,13$; а с мая по ноябрь опускается до значения $-0,12-0,10$.

Равнинность территории этого района способствует формированию интенсивной ветровой деятельности. В весенние и осенние месяцы увеличивается скорость ветра северо-восточного направления, достигая до 10-15 м/с.

Перечисленные выше климатические факторы очень неблагоприятны в мелиоративном отношении и их роль в формировании и направленности почвенно-мелиоративных гидрогеологических условий заключается в следующем:

- атмосферные осадки в формировании режима грунтовых вод имеют второстепенное значение, так как до уровня грунтовых практически не доходят;
- высокая испаряемость, свойственная климату орошаемых массивов, обуславливает значительный расход грунтовых вод на испарение и транспирацию при их близком залегании;
- высокая испаряемость при незначительном количестве атмосферных осадков - неблагоприятный в мелиоративном отношении фактор и требует проведения ежегодных инженерных и агро-мелиоративных мероприятий.

На рис. 3.1; 3.2; 3.3; 3.4; 3.5 приведены климатические данные почвы, осадков и относительной влажности воздуха на опытном участке за 2006-2008гг.

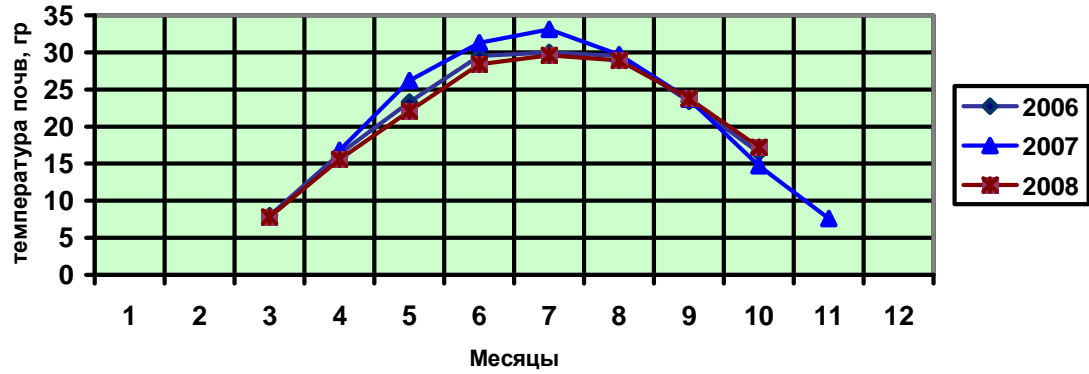


Рис.3.1. Средняя температура почвы по глубине 10 см от поверхности почвы
(по данным метеостанции Тахтакупыр, 2006-2008г.)

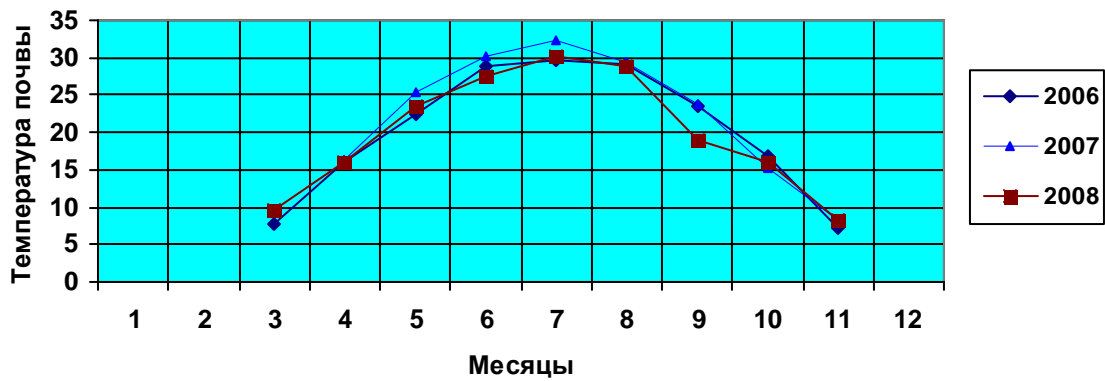


Рис.3.2. Средняя температура почвы по глубине 15 см (2006-2008гг).

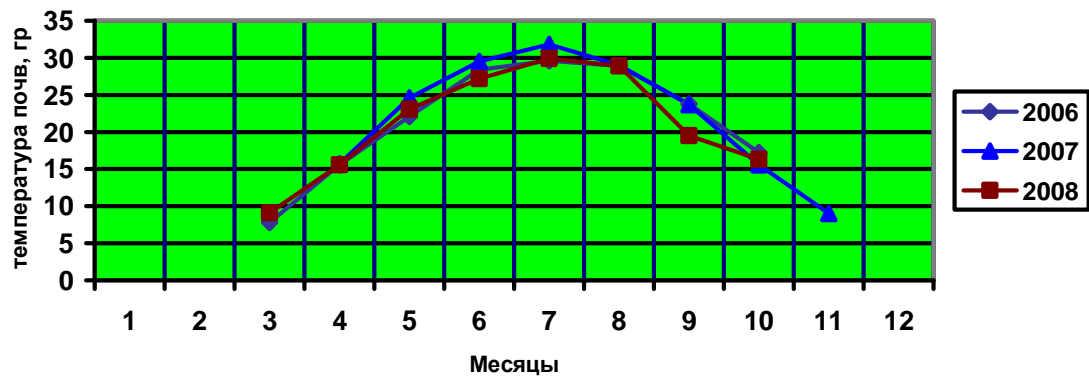


Рис.3.3. Средняя температура почвы по глубине 20, см
(по данным метеостанции Тахтакупыр, 2006-2008 гг.)

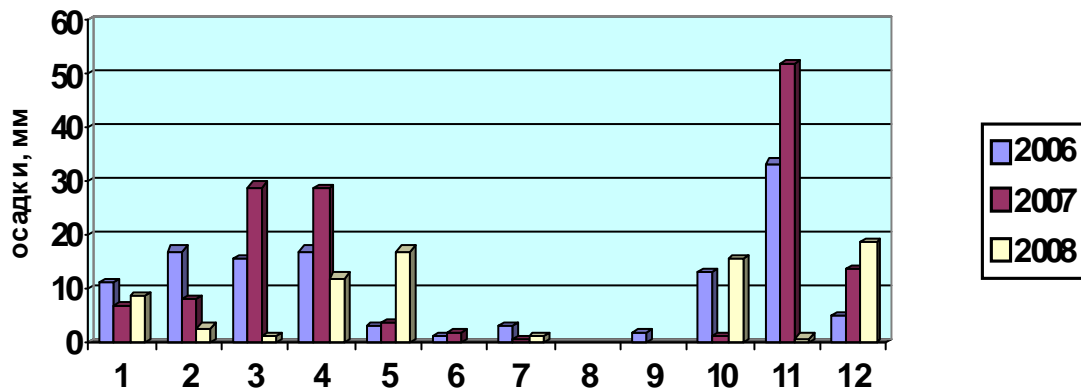


Рис.3.4. Данные по осадкам опытного участка (2006-2008 гг), мм

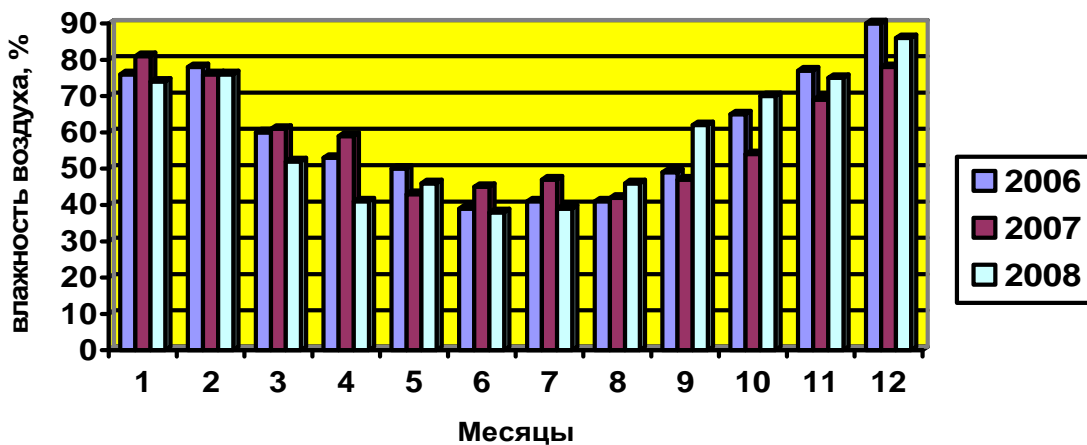


Рис3.5. Относительная влажность воздуха (2006-2008гг.) %

3.1.3. Геологические и гидрогеологические условия

Низовья реки Амударьи представляют собой область развития четвертичных отложений аллювиального происхождения, коренным ложем которой является сложный комплекс третичных меловых и палеозойских пород. Меловые отложения залегают вдоль современного русла реки Амударьи и выходят на поверхность земли в виде холмов у г. Ходжейли, Порлытау, Каратау, Кызылджар и ряд др. Палеогеновые отложения представлены мощными глинами, залегающими на территории

Тахтакупырского района на глубину от 5 до 6 м, Кегейлийского, Чимбайского районов – на глубину от 15 до 20 и местами до 70 м.

Объектом исследований в целях разработки мероприятий по рациональному использованию водных ресурсов и улучшению мелиоративного состояния земель является, в основном, верхняя толщина почвогрунтов, т.е. четвертичные отложения, где наблюдается активный процесс массопереноса и формируются все водно-солевые режимы, мощность которых варьирует в пределах от 5 до 70-80 м. Эти верхние отложения почвогрунтов, главным образом, представлены слоистым комплексом с частой сменой механического состава (супеси, суглинки, пески и глины) как по глубине, так и в горизонтальном направлении.

По исследованиям Д.М.Кац [54, 55, 56], Ф.М. Рахимбаева [93], Е.К. Курбанбаева [63] грунтовые воды различных по возрасту и геологическому строению участков дельты часто имеют разные источники питания, глубину залегания и минерализацию. В связи с низкими фильтрационными свойствами слагающих пород дельты подземный отток грунтовых вод крайне затруднен.

Режим грунтовых вод в низовьях реки Амударьи характеризуется следующими особенностями:

-Формирование запасов грунтовых вод происходит непосредственно под влиянием фильтрационных вод линейных (канала) и площадных (орошаемые поля) источников питания. Режим грунтовых вод тесно связан с горизонтами воды в реке и каналах оросительных систем;

-на орошаемых землях особенности режима отражают влияние как природных (интразональных), так и совокупных особенностей процесса орошения;

-на неорошаемых землях особенности режима грунтовых вод зависят от величины подземного притока и имеют плавную кривую подъёма и спада в зависимости от режима поступления воды на тяготеющие к ним орошаемые

земли. Основным фактором питания грунтовых вод на территории региона являются поливные воды, подаваемые для полива и промывки земель. Режим грунтовых вод в зоне орошаемых земель определяется водоподачей на орошение и суммарным испарением и в современных условиях имеет основное значение.

3.1.4. Почвы, условия их образования

Почвообразование в Северной зоне тесно связано с климатическими, гидрологическими, гидрогеологическими, мелиоративными, ирригационно-хозяйственными и другими факторами. От степени выраженности каждого из этих факторов в том или ином отрезке времени и пространстве определяются направленность почвообразовательного процесса и его особенности. К основным из этих факторов следует отнести увлажнение и климат. Увлажнение, как фактор почвообразовательного процесса, выражено в виде паводковых затоплений, близких к поверхности почвы грунтовых вод и технологии орошения. Климат, как мощный фактор местного почвообразования, выражается, прежде всего, в высокой испаряемости, свойственной региону. Характерной особенностью условий почвообразования является резкая выраженность испаряемости вод грунтового и поверхностного увлажнения.

По данным А.И. Калашникова [50], почвы дельты отражают в общих случаях результат исключительного воздействия климата с теми или иными признаками прошлого периода естественного увлажнения и земледельческой культуры (такырные почвы, такыры, остаточные солончаки). Их различия сводятся к почвам переходных условий от грунтового увлажнения к исключительному воздействию климата, почвам нерегулярного, ослабленного грунтового увлажнения. Они представлены лугово-такырными и лугово-пустынными почвами. Обширная группа почв современной дельты является объектом влияния климата в условиях обильного увлажнения - это

луговые, болотно-луговые, болотные почвы и болотные солончаки.

Орошаемые луговые почвы - наиболее распространенный тип в правобережной части дельты. Они встречаются и по всей территории Кегейлийского, Чимбайского и Тахтакупырского районов. На территории, под командной ирригационным системам Кегейли и Куанышжарма, орошаемые луговые почвы перемежаются с типичными солончаками и целинными участками луговых (неорошаемых) почв. Характерная особенность луговых орошаемых почв - наличие сложенных преимущественно суглинками агроирригационных горизонтов, мощность которых в отдельных случаях достигает до 0,5 м. Содержание гумуса в орошаемых луговых почвах (в пахотном или 0-10 см слое) составляет 0.8-1.0% и более.

Лугово-пустынные и лугово-такырные почвы, в основном, имеют распространение по повышениям мезорельефа. При этом лугово-пустынные почвы преимущественно приурочены к отмершим руслам протоков, занимая затянувшиеся вдоль них повышенные полосы. Они сложены, в основном, легкими по механическому составу отложениями. Лугово-такырные почвы развиты почти на всех элементах рельефа. Обычно они имеют более тяжелый механический состав по сравнению с лугово-пустынными почвами и характеризуются повышенным засолением [64, 65].

3.2. Современные хозяйственные условия земель Ассоциации водопользователей «Тахтакупыр»

3.2.1. Мелиоративное состояние орошаемых земель Тахтакупырского района и пути их улучшения

Общая орошаемая площадь Тахтакупырского района по состоянию на 1 января 2007 г. составляет 34,6 тысяч гектаров. По сельхозугодиям она подразделяется на земли под пашню -32,3 тыс.га, многолетние насаждения - 1,1 тыс.га, приусадебные -1,2 тыс.га. Сенокос, пастбища, залежи и

орошаемый лес-5,9 тыс.га. Из общей площади орошаемых земель, используется всего 44 %. Площадь посевов хлопчатника составляет около 3,0 тыс.га, кукурузы на силос- 4,3 тыс.га и риса -2,4 тыс.га. Валовой сбор урожая: -хлопка -5,3 тыс.т, пшеницы - 5,9тыс.т и риса -7,2 тыс.т. Неиспользованными остаются земли рисоводческой и животноводческой зоны обросшие камышом и турангылом в период маловодья из-за отсутствия механизмов и эксплуатационной техники.

Источником орошения является канал Куанышжарма, который забирает воду из реки Амударьи и доставляет на орошаемые земли. Годовой водозабор на орошение сельскохозяйственных культур и промывку почв на границе районов достигает 570 млн. м³, удельный водозабор - 16,5 тыс.м³/га, коллекторно-дренажной сетью отводится 134,5 млн. м³, удельный отток колеблется в пределах 3,5 тыс.м³/га или 24 % от водозабора.

Основная проблема орошаемого земледелия - наличие мелиоративно-неблагополучных земель, общее число которых составляет 8,2 тыс.га или 24 % от орошаемых земель, из них по причине близкого залегания грунтовых вод – 3,2 тыс.га, а по другим - 5,0 тыс.га. На площади 6,2 тыс.га в период вегетации уровни грунтовых вод расположены до 1,5 м от поверхности земли. 18% орошаемых земель засолены в разной степени, из них сильно засоленные земли составляют 4,98 тыс.га или 14 %.

На поливы кукурузы на силос, влагозарядку и промывное орошение расходуется 139,4 млн.м³ оросительной воды. От 40 до 49 % орошаемых земель имеют минерализацию от 1 до 3 г/л, до 50%- минерализацию более 3 г/л. Площади с минерализацией до 1 г/л составляют незначительную часть - до 1 %. В 2006 г. увеличилось количество площадей, наиболее подверженных засолению земель – с минерализацией более 3 г/л и уровнем грунтовых вод от 0 - 1,5 м до 20,0 тыс.га (в 2004 г. – 1,49 тыс.га, 5 %, в 2005 г. – 1,41 тыс.га, 6 %).

Причина этого заключалась в том, что некоторых хозяйствах был засеян рис, подача большого количества воды привела к подъему высокоминерализованных вод из нижележащих слоев почвы.

Общая протяженность коллекторно-дренажной сети по Тахтакупырскому району составляет 1547,5 км, из них магистральных и межхозяйственных коллекторов - 271 км, внутрихозяйственных – 1278,3 км, основная часть коллекторов - открытого типа, закрытая сеть (1,8 км) находится в нерабочем состоянии и требуют восстановления. Из общей протяженности межхозяйственных коллекторов требует реконструкции и очистки 91 км или 30%. Ежегодно за счет средств государственных капитальных вложений производится очистка межхозяйственных коллекторов протяженностью 25 км в объеме 5 тыс.м³, на сумму 25 млн.сум. Но это не дает должного эффекта, так как проблема заключается в низком техническом состоянии внутрихозяйственной коллекторно-дренажной сети, 60 % которых находится в неудовлетворительном состоянии. В настоящее время они на балансе АВП, не имеющие возможности своевременно обслуживать внутрихозяйственную КДС. Так, за 2006 год механизированным способом очищено всего 162 км, что составляет 15% их от общего числа.

Программой работ по улучшению мелиоративного состояния земель на 2008-2012 г. предусмотрено выполнение следующих работ:

- мелиоративное улучшение земель (МУЗ) на площади 5,5 тыс. га;
- комплексная реконструкция орошаемых земель (КРОЗ) на площади 6,4 тыс. га; строительство дренажа - 205 км, реконструкция дренажа - 1,8 км, ремонт гидротехнических сооружений (ГТС) на межхозяйственных коллекторах - 16 шт., КПЗ –5,6 тыс.га., повышение водообеспеченности- 6,3 тыс.га., реконструкция коллекторов- 66 тыс.км., очистка межхозяйственных коллекторов - 97 км, очистка внутрихозяйственной коллекторно-дренажной сети (КДС) -890 км. При выполнении этих мероприятий появится

Таблица 3.2.1

Данные солевой съемки почвогрунтов орошаемых земель по АВП Тахтакупырского района РК на 1-ноября 2006 г.

(по данным ККГМЭ)

№ п/п	Наименование АВП	Площадь охваченная солевым опробованием, га	Количество точек опробования, шт.	Количество опробованных образцов шт.	Количество химанализа водной вытяжки <u>сокращённый</u> полный шт.	Площадь по степени засоленности, га					Средняя рекомендуемая промывная норма, тыс.м ³ /га	Общий потребный объем воды промывок, млн.м ³ /га
						Рекомендуемая промывная норма, тыс.м ³ /га						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14
1	Мулик	1698	57	170	<u>159</u> 11	<u>674</u> 1,5	<u>820</u> 3,6	<u>204</u> 4,5	-	-	3,2	5,44
2	Жанадарья	1136	38	114	<u>106</u> 8	<u>85</u> 1,5	<u>620</u> 3,8	<u>311</u> 4,5	<u>120</u> 5,0	-	3,7	4,22
3	Узбекистан	4207	140	421	<u>393</u> 28	<u>1211</u> 1,5	<u>1629</u> 4,0	<u>899</u> 4,0	<u>284</u> 5,1	<u>184</u> 6,0	4,1	17,26
4	Махпалкуль	4568	152	457	<u>428</u> 29	<u>331</u> 1,5	<u>1150</u> 3,7	<u>2605</u> 4,9	<u>264</u> 5,1	<u>218</u> 6,0	4,2	19,19
5	Тахтакупыр	4966	166	497	<u>464</u> 33	<u>392</u> 1,5	<u>1978</u> 3,6	<u>2046</u> 4,5	<u>462</u> 5,0	<u>88</u> 5,5	4,0	19,84
6	Боршитау	4674	156	467	<u>436</u> 31	<u>250</u> 1,5	<u>1701</u> 3,5	<u>1674</u> 4,4	<u>595</u> 5,0	<u>454</u> 6,0	4,1	19,15
7	Даукара	6005	200	601	<u>561</u> 40	<u>959</u> 1,5	<u>1738</u> 3,6	<u>3000</u> 4,8	<u>308</u> 6,0	-	4,0	24,00
8	Маржанкуль	2604	87	260	<u>242</u> 18	<u>446</u> 1,5	<u>889</u> 3,5	<u>971</u> 4,8	<u>298</u> 6,0	-	3,9	10,14
9	Н.Жапаков	1797	60	180	<u>168</u> 12	<u>383</u> 1,5	<u>794</u> 3,6	<u>592</u> 4,2	<u>28</u> 6,0	-	3,8	6,84
10	Коньраткуль	1411	47	141	<u>132</u> 9	<u>160</u> 1,5	<u>587</u> 3,4	<u>598</u> 4,5	<u>66</u> 5,0	-	3,6	5,08
11	Прочие	785	26	78	<u>72</u> 6	<u>181</u> 1,5	<u>394</u> 3,5	<u>137</u> 4,1	<u>15</u> 5,0	<u>58</u> 6,0	4,0	3,12
Итого по району		33851	1129	3386	<u>904</u>	5572	12300	12537	2440	1002	3,9	134,28

Таблица 3.2.2

Распределения площадей по глубинам залегания грунтовых вод в разрезе районов Северной зоны Республики Каракалпакстан на 1-апреля 2006 года. (по данным ККГМЭ)

№ пп	Наименование районов	Орошае- мая площадь брутто, тыс.га	К.З.И.	Орошае- мая площадь нетто, тыс.га	Распределение площадей по глубине залегания УГВ, (м), тыс.га						Общее кол/во сква.по которым состав- лены карты, шт	в том числе			
					0,0- 1,0	1,0- 1,5	1,5- 2,0	2,0- 3,0	3,0- 5,0	более 5,0		сущест- вующих скважин	сущест- вующих пьезо- метров	сущест- вующих скважин Мингеол.	времен- ные сква- жины
1	2	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	Канлыкуль	42,60	0,81	34,65	0,64 0,51	6,11 4,97	33,44 27,21	2,35 1,92	0,06 0,04		271	270		1	
2	Кунград	51,57	0,80	41,50	4,73 3,93	3,27 2,59	25,52 21,01	13,70 10,44	3,67 3,05	0,68 0,48	274	259		3	12
3	Чимбай	67,30	0,79	53,08	3,83 2,98	16,22 12,92	36,21 27,87	4,79 3,76	4,24 3,72	2,01 1,83	357	343			14
4	Караузьяк	44,32	0,80	35,38	0,62 0,51	7,45 6,11	33,39 26,57	2,64 2,09	0,22 0,10		243	145			98
5	Тахтакупыр	39,93	0,87	34,64	0,72 0,64	3,97 3,58	19,02 17,37	13,67 10,75	2,55 2,30		356	356			

Таблица 3.2.3

Распределения площадей по минерализации грунтовых вод в разрезе районов
Северной зоны Республики Каракалпакстан на 1 апреля 2006 года
(по данным ККГМЭ)

№ пп	Наименование районов и хозяйств	Орошае- мая площадь брутто, тыс.га	К.З.И.	Орошае- мая площадь нетто, тыс.га	Распределение площадей по минерализации ГВ, (гр/л), тыс.га					Общее количество скважин по которым составлены карты, шт	в том числе			
					0,0- 1,0	1,0- 3,0	3,0- 5,0	5,0- 10,0	более 10,0		сущест- вующих скважин	сущест- вующих пьезо- метры	сущест- вующих скважин Мингеол.	времен- ные сква- жины
1	2	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	Канлыккуль	42,60				38,18	3,25	1,14	0,03					
			0,81	34,65		31,10	2,57	0,96	0,02	271	270		1	
2	Кунград	51,57				40,08	9,53	1,73	0,23					
			0,80	41,50		32,29	7,61	1,41	0,19	274	259		3	12
3	Чимбай	67,31				49,75	12,49	4,57	0,50					
			0,79	53,08		39,62	9,60	3,47	0,39	357	343			14
4	Караузьяк	44,32			0,05	30,78	9,61	3,83	0,05					
			0,80	35,38	0,04	24,50	7,67	3,13	0,04	243	145			98
5	Тахтакупыр	39,93			0,05	20,23	13,50	5,18	0,97					
			0,87	34,64	0,04	17,05	12,15	4,53	0,87	356	356			

возможность повышения урожайности сельскохозяйственных культур на площади около 12,5 тыс.га.

В таблице 3.2.1 приводятся данные солевой съемки почвогрунтов орошаемых земель по АВП Тахтакупырского района Республики Каракалпакстан на 1 ноября 2006 г.

В таблицах 3.2.2 и 3.2.3 приводятся данные ККГМЭ по залеганию уровня и минерализации грунтовых вод в разрезе районов Северной зоны Республики Каракалпакстан на 1 апреля 2006 года.

3.2.2. Метеоусловия

В период полевых экспериментальных исследований на территории опытного участка климатические условия отличались от многолетних значений: температура воздуха составляла 18,6 °С, влажность воздуха - 44 %, сумма осадков -50 мм, испарение за год 1208 мм, в том числе за вегетационный период – 992 мм. В 2006-2008гг. эти значения были следующими: температура воздуха соответственно 12,03; 12,63 и 11,85°С; влажности воздуха 59,91, 58,5 и 54,83%, сумма осадков - 121,2; 145,2; 78,4 мм. Отмеченные отклонения оказали влияние на сроки поливов и величину оросительных норм. В годы исследований испаряемость за вегетационный период составляла: в 2006г. -1087 мм, в 2007г. -1056 мм, в 2008г. -1072 мм.

3.2.3. Схема опытов и методика исследований

В 2006-2008 гг. на опытных и полевых участках фермерского хозяйства «Пирнияз - Тахта» Тахтакупырского района Республики Каракалпакстан с целью установления режима орошения, ресурсосберегающего способа полива и оптимального способа бороздкового полива кукурузы сорта Ватан проводились полевые исследования.

Почвы опытного участка фермерского хозяйства «Пирнияз-Тахта» по гранулометрическому составу преимущественно тяжелые суглинистые, засоленные. Глубина залегания грунтовых вод в период вегетации - 2,5-3,0м,

по минерализации они среднеминерализованные.

Площадь опытного участка -1,8 га. Он представляет собой прямоугольник размером 60 x 300 м, ограниченный участковым оросителем к 1.4, сбросом с -1.4 и полевыми дорогами. Каждый вариант включает рядки и при междурядьях 90 см имеет ширину 3,6 м.

Полевые исследования по изучению режима орошения кукурузы на силос проводились с применением стандартных и специально разработанных методик, а достоверность полученных результатов оценивалась путем верификации результатов теоретических и полевых исследований.

В опытах проводили следующие наблюдения, учеты и определения:

- морфологические описания почв. Для этого перед закладкой опытов был заложен почвенный разрез до уровня грунтовых вод и сделано описание профиля почвы по генетическим горизонтам;

- гранулометрический состав почвогрунтов определялся методом пипетки с применением гексаметофосфата натрия в образцах, отобранных из почвенных разрезов;

- объемная масса почвогрунтов определялась при помощи стальных цилиндров высотой 10 см. Сроки определения – в начале вегетации каждого года проведения опыта на глубину до одного метра по слоям 10 см;

- наименьшая влагоёмкость почвы определялась в начале исследований методом заливаемых площадок (метод Розова) размером $2 \times 2 \text{ м}^2$;

- водопроницаемость почвы определялась в начале и конце проведения исследований с помощью цилиндрических кругов методом Нестерова;

- влажность почвы определялась термостатно - весовым методом и с помощью переносного нейтронного влагомера ВНП-1. В каждом варианте всех повторности с одной точки отбирались образцы почвы до глубины 0-100 см через каждый 10 см. Для составления водного баланса участка образцы почвы отбирались до уровня грунтовых вод в начале и конце вегетации;

- динамика уровня ГВ изучалась на всех вариантах второй повторности

опытов, где были установлены наблюдательные скважины;

- содержание в почве гумуса определялось перед закладкой опытов по методу Н.В.Тюрина;

- учет поливной воды при каждом поливе производился с помощью водосливов Чиполетти и Томсона;

- каждую декаду месяца проводились фенологические наблюдения, включающие:

- учет густоты стояния растений;

- промеры роста стеблей;

- измерение глубины и массы корневой системы;

- размер и массу стеблей;

- учет урожая.

Для определения величин транспирации, испарения и фильтрации воды опытного поля использовались сосуды- испарители (лизиметры) из расчета по 4 и в двух повторности каждого варианта. Из них два сосуда с днищем и два без днища. Диаметр сосудов -50 см, высота -80 см. Сосуды заглубляются на опытном поле в почву без нарушения её естественного слоя и на глубину 79 см. В каждые два сосуда (один с дном и один без дна) высевается кукуруза на силос отдельно, а другие два сосуда (с дном и без дна) оставляются без сельскохозяйственных культур. Агротехника, водный и питательный режим в сосудах поддерживаются идентичными опытному участку. В сосудах с дном и без растений определяются величина испарения влаги с поверхности почвы, в сосудах с дном и растениями – суммарное испарение. Разность показаний этих сосудов позволяет определить отдельно расход влаги на испарение и транспирацию. Показания сосудов без дна используются для определения суммарной поливной нормы нетто и расхода на фильтрацию ниже активного слоя.

В связи с поставленными задачами была разработана методика полевых исследований по установлению рационального режима орошения и

передовых способов полива кукурузы на силос при поливе сточными водами для рассматриваемой зоны.

Опыты закладывались по четырем вариантам:

Вариант 1 – полив смешанной водой при достижении нижнего порога влажности 70 % от НВ. Смесь 1:5 (одна часть животноводческий сток, 5 частей речной воды).

Вариант 2 – полив смешанной водой при достижении нижнего порога влажности 70 % от НВ. Смесь 1:7.

Вариант 3 – полив смешанной водой при достижении нижнего порога влажности 70 % от НВ. Смесь 1:10.

Вариант 4 – полив речной водой при достижении нижнего порога влажности 70 % от НВ (контрольный).

Наблюдения за влажностью почвы на всех вариантах исследование производились до и после поливов. В целях определения динамики изменения влажности почв расчетного слоя в межполивной период кукурузы на силос пробы почв брались через 5-7 дней. Образцы отбирались в трехкратной повторности. Опытные участки полевых исследований являются типичными по почвенно-гидрогеологическим и хозяйственным условиям в Северной зоне Каракалпакстана.

При исследованиях рациональных режимов орошения и оптимальных элементов техники поливов кукурузы на силос сточными водами изучались: длина борозд (l), величина струй (q), время добегания ($t_{доб}$), продолжительность полива (t_n). Опыты проводились при уклонах по длине поливных элементов 0,0001, 0,0002. Применялся парный метод расположения делянок, повторность в опытах 3 - кратная, контрольными служили варианты полива по бороздам, не регулируемым головным напуском. Варианты опыта располагались в одном ярусе. Между повторности опыта и вокруг его располагались защитные полосы. Разбивка опытов производилась после всходов изучаемой культуры.

Ирригационная оценка сточных вод выполнена по методике Департамента сельского хозяйства США [133] и по рекомендации А.М.Можейко, Т.К.Воротника, М.Ф.Буданова и И.А.Антипова- Каратаева.

Кратность разбавления, значения коэффициента смешивания и концентрации вредных веществ по санитарно-токсикологическим показателям определены по специально разработанной методике.

3.3. Обоснование типичности опытного участка

Выбор опытных участков произведен по природно-хозяйственным условиям земель Северной зоны Республики Каракалпакстан. Опытные участки являются типичными для всей рассматриваемой зоны.

Для сравнения участков по признакам использована методика В.В. Шабанова и Е.П. Рудаченко [112]. При расчетах для каждого признака определялись статистические характеристики предела измерения признака, его арифметические значения (случайных величин):

$$X_1, X_2, X_3, \dots, X_n.$$

Среднеквадратическое отклонение установлено по зависимости

$$\sigma = \sqrt{(X_n - X)^{2/n-1}}, \quad (3.1)$$

где X – средняя величина показателя.

$$\text{Здесь} \quad \bar{X} = \frac{\sum X_n}{n}, \quad (3.2)$$

где n – общее число измеренных величин.

Задача решалась с использованием законов распределения (Закон Гаусса). Случайные величины « X » распределены по указанному закону с плотностью распределения

$$f(x) = \frac{1 * e^{-\frac{(x-m)^2}{2\delta^2}}}{\sigma 2\pi} \quad (3.3)$$

или

$$f(x) = \frac{1 * e^{-\frac{(x-m)^2}{2\delta^2}}}{\sigma 2\pi}, \quad (3.4)$$

$$f(x) = \frac{1}{\sigma * \sqrt{2\pi}} * \exp\left\{\frac{(x - m)^2}{2\sigma^2}\right\} \quad (3.5)$$

Вычисление одновременной вероятности попадания нормально распределенной случайной величины «X» на участок от α до β ведется по формуле

$$P(\alpha < X < \beta) = \Phi^x((\beta - X)/\sigma) - \Phi^x(\alpha - X/\alpha), \quad (3.6)$$

где α - β нижняя и верхняя границы эталонного диапазона;

σ - среднеквадратичное отклонение сравнительного объекта;

Φ – интеграл вероятности; X – среднее значение признака.

Расчет ведется в табличной форме.

В качестве признаков 1-го порядка приняты:

- объёмная масса, водопроницаемость, механический состав почвы, содержание гумуса в пахотном слое.

Для 2-го порядка приняты:

- уровень ГВ;
- наименьшая влагоёмкость;
- мощность покровных отложений;
- содержание солей в почве.

На основе указанных параметров можно составить блок схему признаков оптимизации в общем виде

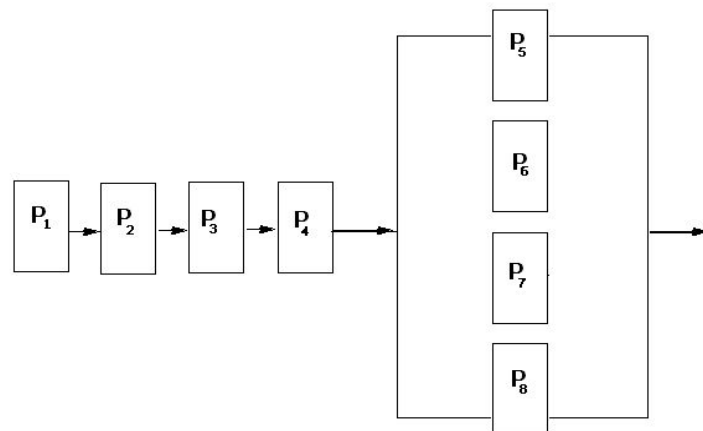


Рис.3.6. Блок - схема признаков оптимизации.1 Расчетная формула

будет иметь вид

$$P = P_1 \times P_2 \times P_3 \times P_4 \times [1 - (1 - P_5) \times (1 - P_6)] \times [1 - (1 - P_7) \times (1 - P_8)] \quad (3.7)$$

где $P_1, P_2, P_3, P_4, P_5, P_6, P_7, P_8$ - соответственно, признаки коэффициента фильтрации, объемной массы почвы, водопроницаемости, наименьшей влагоёмкости, мощности покровных отложений, содержания гумуса в почве, солей (по хлору), уровня грунтовых вод. В табл. 3.2. приведены данные сравнительного анализа признаков опытного участка с территорией Северной зоны Республики Каракалпакстан.

Таблица 3.3.1

Сравнение признаков опытного участка с территорией Северной зоны Республики Каракалпакстан

№ п/п	Признаки	Условные обозначения	Единица измерения	Опытный участок			Северная зона Республики Каракалпакстан эталонный диапазон	Вероятность совпадения
				средняя велич	средне квадрати-ч	число измере-ний		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Коэффициент фильтрации P_1	K_f	м/сут	0,3	0,14	12	0,1-0,5	0,84
2	Объемная масса почвы P_2	d	т/м ³	1,3	0,16	20	1,2-1,43	0,99
3	Водопроницаемость P_3	K_1	м/ч	0,05	0,020	20	0,0026-0,1085	0,98
4	Наименьшая влагоёмкость P_4	НВ	%	69	27	18	53-75	0,88
5	Мощность покровных отложений P_5	Н	м	5	3,2	15	3-10	0,68
6	Содержание гумуса P_6	г	%	1,1	0,13	20	0,930-1,50	0,92
7	Содержание солей (по хлору) P_7	S	%	0,007	0,0022	15	0,005-0,02	0,82
8	Уровень грунтовых вод P_8	УГВ	м	2,5	0,5	10	2,3-2,7	0,95

Из данных табл. 3.3.1 и формул имеем следующие:

$$P_1 = \Phi^x \times (0,5 - 0,3/0,14) - \Phi^x \times (0,1 - 0,3/0,14) = \Phi^x \times (1,42) = 0,42 + 0,42 = 0,84 ;$$

$$P_2 = \Phi^x \times (1,43 - 1,3/0,16) - \Phi^x \times (1,2 - 1,3/0,16) = \Phi^x \times (2,505) + \Phi^x \times (2,450) = \\ = 0,49 + 0,498 = 0,99;$$

$$P_3 = \Phi^x \times (0,1 - 0,05/0,02) - \Phi^x \times (0,0026 - 0,05/0,02) = \Phi^x \times (2,5) + \Phi^x \times (2,37) = \\ = 0,49 + 0,491 = 0,98;$$

$$P_4 = \Phi^x \times (75 - 69/7) - \Phi^x \times (53 - 69/7) = \Phi^x \times (1,42) + \Phi^x \times (1,76) = \\ = 0,42 + 0,464 = 0,88;$$

$$P_5 = \Phi^x \times (10 - 5/3,2) - \Phi^x \times (3 - 5/3,2) = \Phi^x \times (1,56) + \Phi^x \times (0,625) = \\ = 0,44 + 0,24 = 0,68;$$

$$P_6 = \Phi^x \times (1,50 - 1,1/0,13) - \Phi^x \times (0,93 - 1,1/0,13) = \Phi^x \times (3,07) + \Phi^x \times (1,39) = \\ = 0,498 + 0,42 = 0,92;$$

$$P_7 = \Phi^x \times (0,02 - 0,007/0,0022) - \Phi^x \times (0,005 - 0,007/0,0022) = \Phi^x \times (6,5) + \Phi^x \times (0,91) = \\ = 0,5 + 0,32 = 0,82;$$

$$P_8 = \Phi^x \times (2,7 - 2,5/0,5) - \Phi^x \times (2,3 - 2,5/0,5) = \Phi^x \times (2) + \Phi^x \times (2) = \\ = 0,477 + 0,477 = 0,95;$$

Таким образом, вероятность распространения результатов опытного поля на территории Северной зоны Республики Каракалпакстан

$$P = 0,84 \times 0,99 \times 0,98 \times 0,88 \times [1 - (1 - 0,68) \times (1 - 0,92)] \times [1 - (1 - 0,82) \times (1 - 0,95)] = 0,688 .$$

Следовательно, результаты исследований можно распространить на 68,8% площади (га) Северной зоны Республики Каракалпакстан

$$F_p = F_{общ}^H \cdot P = 6447 \cdot 0,68 = 4383,96$$

где $F_{общ}^H$ - общая площадь, занятая кукурузой на силос, га.

ГЛАВА IV. РЕЗУЛЬТАТЫ ПОЛЕВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

4.1. Анализ и подготовка животноводческих стоков на орошение

4.1.1. Ирригационная оценка сточной воды

Животноводческие стоки обладают высокими удобрительными свойствами, что говорит о необходимости их внесения в бедные питательными веществами почвы. Для обеспечения их почвенной очистки необходимо точно дозировать количество вносимых с поливной водой элементов питания [45,46,47,72,81]. В проводимом опыте в полевых условиях нами использовались смеси животноводческих стоков и речной воды [41]. В результате за оросительный сезон при поливе кукурузы на силос при оросительной норме 3650 м³/га было подано определённое количество питательных элементов (табл.4.1).

Таблица 4.1.1

Количество питательных веществ, вносимое с поливной водой при орошении кукурузы на силос, кг/га

Показатель	Азот	Фосфор	Калий
Сточная вода	425,2	232,2	1277,5
Смесь 1:5	253,5	157,4	766,9
Смесь 1:7	175,8	112	548
Смесь 1:10	63,87	54,9	232

Важный показатель качества поливных вод – их минерализация [17, 80]. К установленным нормативам для орошения пригодна вода с минерализацией до 1,7 г/л.

Сточная вода животноводческой фермы имеет минерализацию 2,14 г/л, что говорит о непригодности ее применения без разбавления с речной водой, имеющей незначительную минерализацию. Так, при смешивании одной части

сточной воды с пятью частями речной получали минерализацию 1,196 г/л, при смеси одна к семи – 1,18 г/л, при смеси одна к десяти – 1,11 г/л. Все три смеси для орошения вполне пригодны. Но минерализация сточной воды является не единственным критерием возможности её использования, так как не учитывается соотношение отдельных катионов, содержащихся в ней. Поэтому необходимо сравнивать соотношение катионов с допустимым пределом:

по методу А.М.Можейко и Т.К.Воротника (%):

$$\frac{100Na^+}{Ca^{2+} + Mg^{2+} + Na^+} \leq 60; \quad (4.1)$$

по методу М.Ф.Буданова:

$$\frac{Na^+}{Ca^{2+} + Mg^{2+}} \leq 0.7; \quad (4.2)$$

по методу К.А.Антипова-Каратаева [12]:

$$\frac{Ca^{2+} + Mg^{2+}}{Na^+ + 0.23C} > 1; \quad (4.3)$$

по методу департамента сельского хозяйства США [135]:

$$\frac{2Na^+}{\sqrt{Ca^{2+} + Mg^{2+}}} \leq 10. \quad (4.4)$$

В таблице 4.1.2 приведены данные химического анализа поливной воды при орошении кукурузы на силос, мг/мг-экв *1л.

Таблица 4.1.2

**Химический анализ поливной воды при орошении кукурузы на силос,
мг/мг-экв *1л.**

Ингредиенты	Сточная вода	Смесь 1:5	Смесь 1:7	Смесь 1:10
Сухой остаток, г/л	<u>2,140</u>	<u>1,196</u>	<u>1,18</u>	<u>1,11</u>
Гидрокарбонаты	<u>1332,24</u> 21,840	<u>873,52</u> 14,320	<u>678,32</u> 11,120	<u>395,28</u> 6,480
Хлориды	<u>141,80</u> 4,000	<u>99,26</u> 2,800	<u>85,08</u> 2,400	<u>56,720</u> 1,60
Кальций	<u>120,0</u> 6,000	<u>96,0</u> 4,800	<u>80,0</u> 4,000	<u>64,0</u> 3,200
Магний	<u>68,04</u> 5,600	<u>51,03</u> 4,200	<u>43,74</u> 3,600	<u>26,73</u> 2,200
Натрий	<u>70,00</u> 3,043	<u>50,00</u> 2,174	<u>35,00</u> 1,522	<u>23,00</u> 1,000
Калий	<u>350,00</u> 8,974	<u>210,00</u> 5,385	<u>150,00</u> 3,846	<u>63,00</u> 1,615
Фосфор общий	<u>63,62</u>	<u>43,10</u>	<u>30,70</u>	<u>14,90</u>
Прокалённый остаток	0,779	0,705	0,850	0,498
Реакция среды (PH)	7,4	7,8	7,6	7,5

Ирригационная оценка сточной воды и её смесей по соотношению катионов приводится в табл. 4.1.3.

Таблица 4.1.3.

**Ирригационная оценка сточной воды и её смесей по соотношению
катионов**

Автор метода	Расчётная формула	Показатель / пригодность			
		сточная вода	смесь 1:5	смесь 1:7	смесь 1:10
А.М.Можейко Т.К.Воротник	$\frac{100Na^+}{Ca^{2+} + Mg^{2+} + Na^+} \leq 60\%$	$\frac{20,78}{\text{пригодна}}$	$\frac{19,46}{\text{пригодна}}$	$\frac{16,68}{\text{пригодна}}$	$\frac{15,63}{\text{пригодна}}$
М.Ф.Буданов	$\frac{Na^+}{Ca^{2+} + Mg^{2+}} \leq 0.7$	$\frac{0,26}{\text{пригодна}}$	$\frac{0,24}{\text{пригодна}}$	$\frac{0,20}{\text{пригодна}}$	$\frac{0,18}{\text{пригодна}}$
И.А.Антипов- Каратаев	$\frac{Ca^{2+} + Mg^{2+}}{Na^+ + 0.23C} > 1$	$\frac{1,68}{\text{пригодна}}$	$\frac{1,46}{\text{пригодна}}$	$\frac{1,18}{\text{пригодна}}$	$\frac{1,15}{\text{пригодна}}$
Метод Департамента сельского хозяйства США	$\frac{2Na^+}{\sqrt{Ca^{2+} + Mg^{2+}}} \leq 10$	$\frac{1,78}{\text{пригодна}}$	$\frac{1,45}{\text{пригодна}}$	$\frac{1,1}{\text{пригодна}}$	$\frac{0,86}{\text{пригодна}}$

При оценке качества воды для полива необходимо учитывать также и целый ряд опасностей:

$$\text{натриевую по соотношению (\%): } \frac{Ca^{2+} + Mg^{2+}}{Na^+} \leq 60\% \quad (4.5)$$

$$\text{магниевую по соотношению (\%): } \frac{100Mg^{2+}}{Ca^{2+} + Mg^{2+}} \leq 50\% \quad (4.6)$$

карбонатно – натриевую по соотношению:

$$CO_3^{2-} + HCO_3^- - (Ca^{2+} + Mg^{2+}) < 2.5 \quad (4.7)$$

ощелачивания по соотношениям (мг*экв/л):

$$\frac{Na^+}{Ca^{2+} + Mg^{2+}} < 0.7 \quad (4.8)$$

$$\frac{Na^+}{Ca^{2+}} \leq 1 \quad (4.9)$$

водородного числа - $pH \leq 8,5$.

Как установлено табл. 4.1.4. существует опасность лишь карбонатно-натриевого засоления в случае использования неразбавленной сточной воды. Кроме того, имеется возможность накопления солей магния в почве.

Таблица 4.1.4

Ирригационная оценка сточной воды и её смесей по ряду опасностей

Вид опасности	Расчётная формула	Показатель / пригодность			
		сточная вода	смесь 1:5	смесь 1:7	смесь 1:10
Натриевая	$\frac{Ca^{2+} + Mg^{2+}}{Na^+} \leq 60\%$	$\frac{3,80}{\text{неопасна}}$	$\frac{4,14}{\text{неопасна}}$	$\frac{4,99}{\text{неопасна}}$	$\frac{5,4}{\text{неопасна}}$
Магниева	$\frac{100Mg^{2+}}{Ca^{2+} + Mg^{2+}} \leq 50\%$	$\frac{48,28}{\text{неопасна}}$	$\frac{46,66}{\text{неопасна}}$	$\frac{47,37}{\text{неопасна}}$	$\frac{40,74}{\text{неопасна}}$
Карбонатно-натриевая	$CO_3^{2-} + HCO_3^- -$ $-(Ca^{2+} + Mg^{2+}) < 2.5 \text{ мг} * \text{ экв} / \text{ л}$	$\frac{3,24}{\text{опасна}}$	$\frac{2,32}{\text{неопасна}}$	$\frac{1,99}{\text{неопасна}}$	$\frac{1,08}{\text{неопасна}}$
Ощелачивание	$\frac{Na^+}{Ca^{2+} + Mg^{2+}} < 0.7 \text{ мг} * \text{ экв} / \text{ л}$	0,26	0,24	0,20	0,18
	$\frac{Na^+}{Ca^{2+}} \leq 1 \text{ мг} * \text{ экв} / \text{ л}$	$\frac{0,51}{\text{неопасна}}$	$\frac{0,45}{\text{неопасна}}$	$\frac{0,38}{\text{неопасна}}$	$\frac{0,31}{\text{неопасна}}$
Увеличение водородного числа	$pH \leq 8,5$	$\frac{7,4}{\text{неопасна}}$	$\frac{7,8}{\text{неопасна}}$	$\frac{7,6}{\text{неопасна}}$	$\frac{7,5}{\text{неопасна}}$

При использовании сточных вод на орошение важно учитывать и тип почвы [81,87,88,90,101]. Поэтому, используя данные В.Т.Додолиной, мы провели анализ для лугово-аллювиальных почв.

Таблица 4.1.5

**Анализ качественного состава сточных вод для орошения кукурузы на
силос**

Агромелиоративный показатель	Требуемый показатель	Сточная вода	Смесь 1:5	Смесь 1:7	Смесь 1:10
Сухой остаток, г/л	1,5	2,14	1,196	1,18	1,11
Реакция среды (рН)	6,5...8,5	7,4	7,8	7,6	7,5
Натрий, мг/л	250	70,0	50,0	35,0	23,0
Кальций, мг/л	350	120,0	96,0	80,0	64,0
Калий, мг/л	75	350,0	210,0	150,0	63,0
Сульфаты, мг/л	200	Нет	Нет	Нет	Нет
Азот общий, мг/л	150	116,5	69,44	48,16	17,36
Фосфор (P_2O_5)	75	63,62	43,10	30,7	14,9
Соотношение Na:Ca, мг*экв	2	0,51	0,45	0,38	0,31

Данные табл. 4.1.5. показывают, что смеси 1:5, 1:7 пригодны для орошения лугово-аллювиальных почв по всем показателям.

4.1.2. Подготовка сточных вод на орошение кукурузы на силос

На животноводческих фермах применяют различные системы удаления навоза в зависимости от вида животных и способа их содержания, особенностей помещений и климатических условий зоны [11].

Среднесуточное выделение твердых (жидких) экскрементов крупного рогатого скота составляет 20-30 (13-20) кг в зависимости от способа его

содержания, рациона, кормления и половозрастных групп. При содержании скота на подстилке с внесением от 2 до 6 кг на одно животное в сутки получается твердый навоз с влажностью до 81%, а при внесении подстилки до 1 кг – получают полужидкий навоз с влажностью до 87%. При подстилочном содержании скота с ежедневным удалением навоза получается жидкий навоз влажностью 92-93 %. Поэтому при проектировании системы навозоудаления в коровниках необходимо учитывать выход экскрементов от КРС, а также расход воды и подстилки [33, 79, 81, 83, 131].

Нами впервые для условий республики Каракалпакстан разработана замкнутая схема безотходной технологии орошения животноводческими стоками кукурузы на силос «животноводческий сток - узел смешивания – ЗПО – узел смешивания» (Рис.4.1).

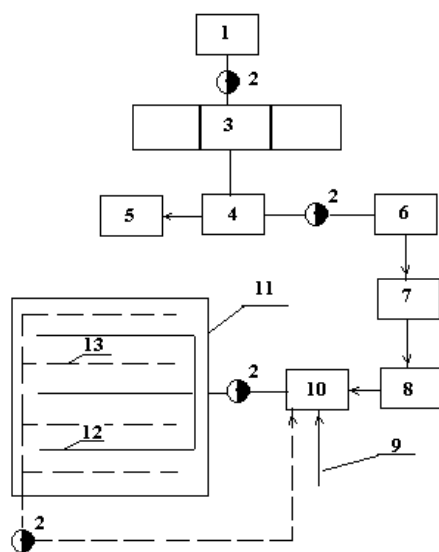


Рис.4.1. Схема безотходной технологии орошении животноводческими стоками кукурузы на силос

1- животноводческая ферма, 2- насосная станция, 3- карантинная ёмкость, 4 -разделительная установка, 5- площадка твердой фракции, 6-аэротенк, 7- ёмкость для дезодорации, 8-накопитель жидкой фракции, 9-оросительный канал, 10-узел смешивания, 11-ЗПО, 12-оросительная сеть, 13-дренажная сеть.

Применение животноводческого стока по замкнутой системе надежно обеспечивает и улучшает охрану окружающей среды [44, 54, 126, 132].

Для правильного определения необходимой степени очистных вод для орошения в каждом случае нужно иметь подробные данные о количестве и составе [15].

Расчеты по определению необходимой степени очистки сточных вод для орошения производят по количеству взвешенных веществ, допустимой величине БПК смеси речной воды и сточных вод, по потреблению сточными водами растворенного кислорода, запаху и солевому составу, по ПДК токсичных примесей и других веществ [86, 88, 89, 95, 97].

Сточные воды при использовании на орошение сельскохозяйственных культур смешиваются с речной водой в определенном соотношении с целью улучшения их качества [119,120,121].

Кратность разбавления Π_p определяется по формуле

$$\Pi_p = \frac{a \cdot Q + q}{q}, \quad (4.10)$$

где a - коэффициент смешивания, показывающий, какая часть расхода воды реки смешивается со сточными водами;

Q - расход воды реки, м³/с;

q - расход сточных вод, м³/с.

Коэффициент смешивания определяется по формуле

$$a = \frac{K_c - K_{см}}{K_{см} - K_p}, \quad (4.11)$$

где K_c , $K_{см}$ и K_p минерализация соответственно сточной, смешанной и речной воды мг/л;

Концентрация вредных веществ (мг*экв/л) в смешанной воде определяется по формуле

$$C_{см} = \frac{C_{СТ} - C_с(1 - \Pi_p)}{\Pi_p} \quad (4.12)$$

где $C_{см}$ - концентрация вредных веществ в смешанной воде, мг*экв/л;

$C_{ст}$ - концентрация вредных веществ в сточной воде, мг*экв/л;

$C_р$ - концентрация вредных веществ в речной воде, мг*экв/л;

Степень очистки D - взвешенным веществом в процентах при смешивании речной водой равна

$$D = \frac{C - m}{C} \cdot 100, \quad (4.13)$$

где C - количество взвешенных веществ в сточной воде, г/м³;

m - концентрация взвешенных веществ в речной воде, г/м³

Степень очистки O по БПК_{полн.} при смешивании речной водой равна

$$O = \frac{\alpha_{ст} - \alpha_{см}}{\alpha_{ст}} \cdot 100, \quad (4.14)$$

где $\alpha_{ст}$ - БПК_{полн.} сточной воды;

$\alpha_{см}$ - БПК_{полн.} смешанной воды.

Определяем допустимую максимальную температуру в сточных водах по формуле

$$T_{ст} = P_p \cdot T_{см} \cdot T_p, \quad (4.15)$$

где $T_{ст}$ - допустимая максимальная температура в сточной воде, °С;

$T_{см}$ - температура смешанной воды, °С;

T_p - температура речной воды, °С.

И.С.Рабочев предложил рекомендацию оценки различных оросительных вод.

Приведем оценку пригодности оросительных вод по И.С.Рабочеву на основе общего содержания водорастворимых солей:

- до 0,5 г/л – очень хорошие для использования на всех посевах и под все растения;

- от 0,5 до 1,0 г/л – очень хорошие для орошения большинства растений;

- от 1,0 до 2,0 г/л – хорошие для орошения всех культур (за исключением солечувствительных), при участии применения на данной территории

соответствующих мероприятий, обеспечивающих дренаж участка (особенности на землях с плохим естественным дренажем);

- от 2 до 3 г/л –умеренно-пригодные для орошения средне-солеустойчивых растений при условии соблюдения определенных требований;

- от 3 до 4 г/л –воды, практически непригодные для орошения.

Для водопроницаемых и интенсивно дренируемых почв допустимы следующие пределы растворимых в оросительной воде солей: карбоната натрия (Na_2CO_3) 0,1%, хлористого натрия (NaCl) 0,2%, сульфата натрия (Na_2SO_4) 0,5% [91].

Оценка пригодности сточных вод по ирригационному коэффициенту по М.Ф.Буданову:

$$\frac{Na}{Ca + Mg} \leq 0.7 \quad (4.16)$$

По методике И.Г.Алиева и Н.Ф.Бончковского определялись значения водопроницаемости почвы в условиях Северной зоны Республики Каракалпакстан при поливе сточной водой.

На тяжелых почвогрунтах опытного участка скорость впитывания воды в почву в конце первого часа в начале вегетации составила 0,048 м/ч, в середине ее – 0,035 м/ч, коэффициент фильтрации – соответственно 0,015 и 0,011 м/ч.

4.1.3. Методика определения режима орошения кукурузы на силос при орошении животноводческими стоками

Антропогенное воздействие на почвы проявляется в первую очередь в их деградации в результате использования сточных вод для орошения сельскохозяйственных культур и загрязнения почвенного слоя. Поэтому при утилизации животноводческих стоков необходимо знать экологически предельно-допустимые нагрузки агроландшафтов.

Оценка предельно-допустимого уровня воздействия почвы может быть сделана с помощью функции, позволяющей описать поведение почвенных систем, находящихся в равновесии, с учетом влияния природных и антропогенных факторов. В качестве такой функции возьмем уравнение тепло - гидрохимического баланса вещества в почвенных системах, так как методом изучения биогеохимических процессов в почвах при утилизации сточных вод является баланс воды, тепла и вещества:

- уравнение водного баланса:

$$O_c + O_p = E + \bar{P} - \bar{O} + \underline{P} - \underline{O}; \quad (4.17)$$

- уравнение солевого баланса:

$$O_c \cdot C_{oc} + O_p \cdot C_{op} = (1 - \alpha) \cdot E \cdot C_e + \bar{P} \cdot C_n^- - \bar{O} \cdot C_o^- + \underline{P} \cdot C_n^- - \underline{O} \cdot C_o^-; \quad (4.18)$$

где O_c - атмосферные осадки; O_p - оросительная водоподача; $E = I + T_p$ - испарение с дневной поверхности; I - физическое испарение с поверхности почвы; T_p - транспирация с листовой поверхности растений; \bar{P} - приток поверхностных вод; \bar{O} - отток поверхностных вод; \underline{P} - приток подземных вод; \underline{O} - отток подземных вод; C_{oc} - минерализация атмосферных осадков; C_{op} - минерализация оросительных вод; C_e - минерализация почвенного раствора; C_n^- - минерализация притока поверхностных вод; C_o^- - минерализация оттока поверхностных вод; C_n^- - минерализация притока подземных вод; C_o^- - минерализация оттока подземных вод; α - показатель, характеризующий соотношение транспирации к физическому испарению с поверхности почвы.

Учитывая, что утилизация животноводческих стоков на орошаемых землях происходит относительно в локальных условиях, можно принять, что $\overline{П}=0$, $\overline{О}=0$, $\overline{Π}=0$, $\overline{Q}=0$, $P=0$ и $B=0$. При этом, если испарение с дневной поверхности будет равно $E = R/L$, тогда уравнение водного баланса примет вид: $O_c + O_p = R/L$ и на этой основе можно определить гидротермический показатель орошаемых земель - $\overline{R} = R/L(O_c + O_p)$.

В условиях орошения земель гидротермический показатель определяется суммой атмосферных осадков (O_c) и оросительной нормой (O_p):

$$\overline{R} = R/L(O_c + O_p). \quad (4.19)$$

По величине \overline{R} , определяется еще один интегральный показатель – биопродуктивность ландшафта:

$$\overline{ПОЗ}(\overline{R}) = \overline{S}(\overline{R}) \cdot \overline{Π}(\overline{R}), \quad (4.20)$$

где $\overline{S}(\overline{R})$ - биологическая продуктивность растительности:

$$\overline{S}(\overline{R}) = Y_i/Y_{\max} = \exp\left[-(1/2\nu)(\overline{R} - \overline{R}_{opt})^2\right]; \quad (4.21)$$

$\overline{Π}(\overline{R})$ - биологическая продуктивность почвы:

$$\overline{Π}(\overline{R}) = Π_i/Π_{\max} = \exp\left[-(1/2\nu)(\overline{R} - \overline{R}_{opt})^2\right], \quad (4.22)$$

здесь ν - эффективный коэффициент саморегулирования; \bar{R} - индекс «сухости» ландшафтных и агроландшафтных систем; \bar{R}_{opt} - оптимальные значения индекса «сухости» для формирования максимальной продуктивности растительного покрова и почвообразовательного процесса.

Максимальные урожаи сельскохозяйственных культур, в том числе кукурузы на силос на засоленных землях наблюдаются при $\bar{R} = R / L(O_c + O_p) = 0.75-0.85$, что объясняется необходимостью применения промывного режима орошения.

Представим составляющие солевого баланса в следующем виде: $G_n = W_{нв} \cdot C_n$ - растворенная в почвенном слое масса вещества; $G_{op} = O_p \cdot C_{op}$ - поступление вещества в почву при утилизации сточных вод; $G_{oc} = O_c \cdot C_{oc}$ - поступление вещества в почву с атмосферными осадками; $G_m = (1 - \alpha) \cdot E \cdot C_e \cdot S_o$ - вынос вещества в процессе транспирации растениями, где S_o - относительная продуктивность сельскохозяйственных культур, зависящая от нормы утилизации сточных вод; $W_{нв}$ - влагозапасы в почве, соответствующие наименьшей влагоемкости.

Тогда уравнение гидрохимического баланса вещества для почвенного слоя имеет вид: $G_n = G_{oc} + G_{op} - G_m$. После преобразований получим уравнение баланса веществ относительно концентрации почвенного раствора (C_n):

$$C_n = [(O_c / W_{нв}) \cdot C_{oc} + (O_p / W_{нв}) \cdot C_{op}] - [(1 - \alpha) \cdot R \cdot S \cdot C_e / L W_{нв}]. \quad (4.23)$$

Рассмотрим функцию зависимости относительной продуктивности кукурузы на силос от нормы орошения и содержания химического вещества S , которую представим в виде произведения функций: S_o - учитывающую нормы утилизации животноводческих сточных вод и S_c - влияние

насыщенности определенными химическими веществами на продуктивность кукурузы на силос:

$$S = S_o \cdot S_c. \quad (4.24)$$

Тогда, уравнение баланса вещества относительно концентрации почвенного раствора примет вид:

$$C_n = \left[\left(\frac{O_c \cdot C_{oc}}{W_{нв}} \right) + \left(\frac{O_p \cdot C_{op}}{W_{нв}} \right) \right] - \left[(1 - \alpha) \left(\frac{R \cdot S_o \cdot S_c \cdot C_e}{LW_{нв}} \right) \right]. \quad (4.25)$$

Функции S_o и S_c представляют собой однофакторную зависимость, имеющие вид куполообразных кривых, которые хорошо описываются уравнением В.В. Шабанова:

$$S_o = S_c = \left(\frac{\varphi}{\varphi_{opt}} \right)^{\gamma \cdot \varphi_{opt}} \left(\frac{1 - \varphi}{1 - \varphi_{opt}} \right)^{\gamma(1 - \varphi_{opt})}, \quad (4.26)$$

где φ , φ_{opt} и γ - соответственно рассматриваемый фактор среды, его оптимальное значение и параметр саморегуляции растений.

Введем обозначение:

$$B = \left[(1 - \alpha) \left(\frac{R \cdot C_e}{LW_{нв}} \right) \right] \quad (4.27)$$

При этом, B характеризует максимальный объем химического вещества поглощенной растениями процесса транспирации. С учетом произведенных

обозначений, уравнение баланса вещества относительно концентрации почвенного раствора имеет следующий вид:

$$C_n = C_o - B \cdot S_o \cdot S_c. \quad (4.28)$$

Здесь необходимо сделать следующие пояснения:

- Производная $S = S_o \cdot S_c$ хорошо отвечает условию, когда для нормального развития кукурузы на силос требуется одновременное действие ряда факторов, а чтобы она потеряла устойчивость, достаточно критической ситуации по одному из них.

- Однофакторная зависимость S_c определяется минерализацией сточных вод C_{op} , а не C_e , так как последняя – это результат действия кукурузы.

- Для определения допустимых пределов воздействия производная функция $C_n = C_o - B \cdot S_o \cdot S_c$ берется только по переменным параметрам состояния почвенного слоя ($T_p = (1 - \alpha) \cdot E, C_e$), а не по показателям внешнего воздействия (O_c, O_p, C_{op}).

- Допустимая концентрация вещества в почвенном слое (C_n) определяется при фиксированном значении нормы утилизации сточных вод (O_p) и наоборот, минимально допустимые нормы утилизации (O_p) – при фиксированном уровне минерализации сточных вод (C_{op}).

4.2. Режим орошения кукурузы на силос при поливе животноводческим стоком

4.2.1. Удобрительный режим орошения кукурузы на силос при поливе животноводческими стоками

Животноводческие стоки являются источником водного и минерального питания растений. По этой причине режим орошения сельскохозяйственных культур при поливах животноводческими стоками необходимо обосновать не

только по дефициту водопотребления, но и по балансу питательных веществ [41, 54, 75, 133].

Нормы внесения стоков определялись следующим образом:

$$M_{\text{жс}} = \frac{B \cdot \beta}{k_1 \cdot k_2 \cdot c}, \quad (4.29)$$

где $M_{\text{жс}}$ - годовая норма внесения стоков, м³/га;

B – вынос питательных веществ с планируемым урожаем, кг/га;

β – коэффициент использования питательных веществ растениями из стоков k_1 для азота 0,7, фосфора и калия – 0,6;

k_1 – коэффициент, учитывающий потери азота при поливе (принимается 0,8; k_2 для фосфора и калия равен 1,0);

k_2 – коэффициент обеспеченности почвы питательными веществами со средней и высокой соответственно 1,0 и 0,8.

c – концентрация питательных веществ в стоках, %.

Расчёты ведутся отдельно по каждому из элементов – азоту, фосфору, калию. За расчётное принимается наименьшее значение $M_{\text{см}}$. Эта расчётная годовая норма животноводческих стоков вносится равными долями вместе с поливной водой при каждом поливе.

Режим орошения речной водой основывается в регулировании водного режима почвы в нужном для растений направлении.

В наших полевых опытах поливной режим кукурузы во всех вариантах был идентичным, т.е. поливы проводились при достижении нижнего порога влажности 70 % НВ в течение вегетации. Влажность почвогрунтов расчетного слоя за годы исследования приводится в Приложениях 13 а, б, в.

Сроки поливов определяли на основании влажности расчетного слоя.

Расчётный слой устанавливали в зависимости от роста и развития кукурузы. Так, расчётный слой в фазе всходы – образование 3 - 7 листьев был равен 0,5 м, в фазе 9 – 11 листьев – 0,7 м. При достижении фазы выбрасывания метёлок и далее – 0,8 м и в фазе молочно-восковой спелости -1,0м.

Поливные нормы рассчитывались по известной формуле А.Н.Костякова (58) в зависимости от расчётного слоя почвы. За вегетационный период растения кукурузы поливались 5 раз. Поливные нормы были в пределах от 550 до 870 м³/га. Оросительная норма составила 3650 м³. Режим орошения кукурузы на силос при поливах животноводческими стоками приведен в табл. 4.5. и на рис 4.2.

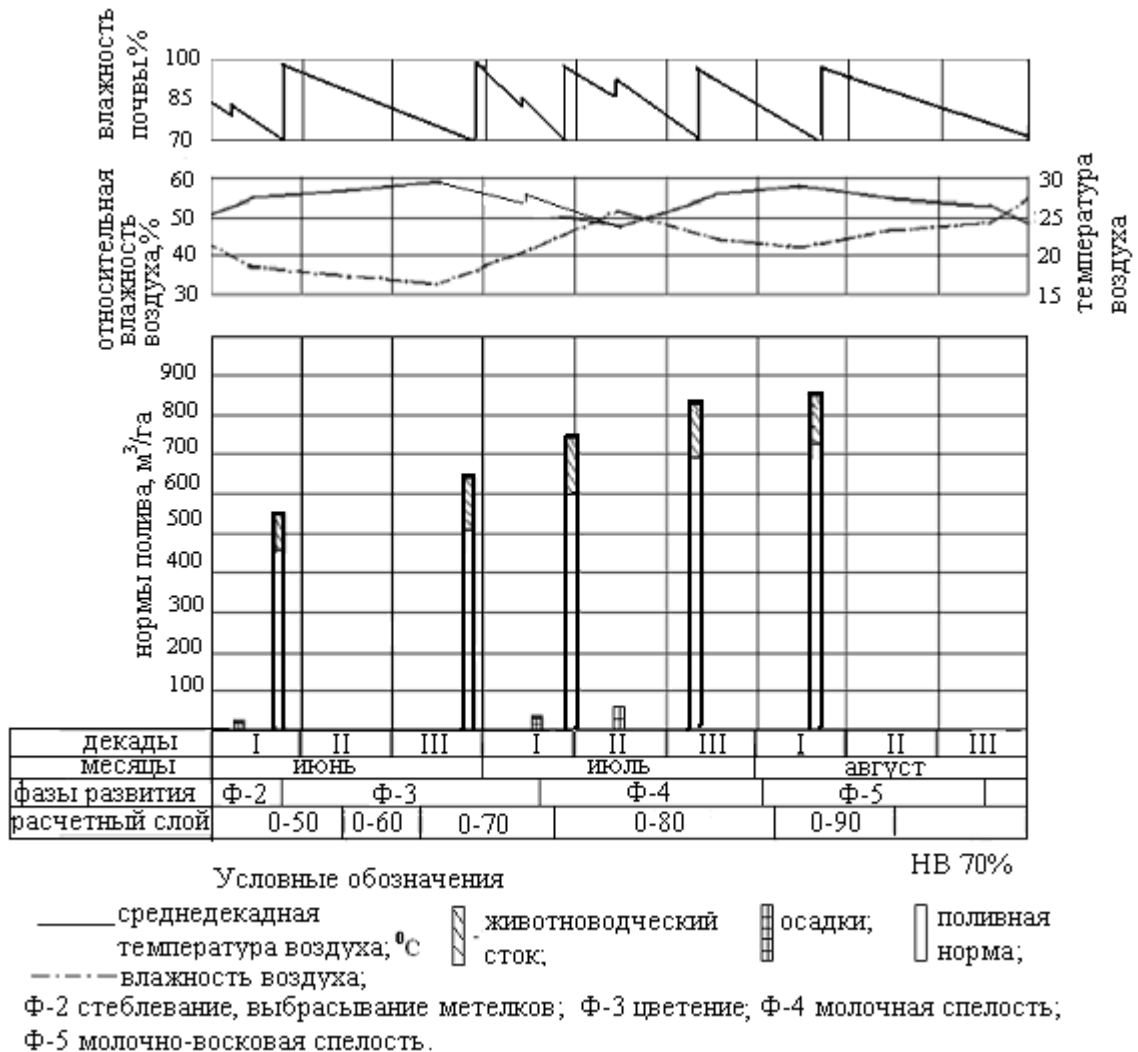


Рис 4.2. Поливной режим кукурузы на силос при поливе смешанной водой смесь (1:5) 2006г.

Таблица 4.2.1

Режим орошения кукурузы на силос за годы исследования 2006-2008гг с использованием животноводческих стоков по вариантам

варианты	1 вариант		2 вариант		3 вариант		4 вариант	
Номер полива	Сроки полива	Поливная норма, м ³ /га	Сроки полива	Поливная норма, м ³ /га	Сроки полива	Поливная норма, м ³ /га	Сроки полива	Поливная норма, м ³ /га
2006 год								
1	8.06.06	560	8.06.06	560	8.06.06	570	8.06.06	860
2	29.06.06	650	29.06.06	650	29.06.06	670	29.06.06	850
3	10.07.06	750	10.07.06	750	10.07.06	780	10.07.06	950
4	23.07.06	830	23.07.06	860	23.07.06	860	23.07.06	950
5	7.08.06	850	7.08.06	880	7.08.06	850	7.08.06	980
Оросительная норма		3640		3680		3730		4590
2007 год								
1	6.06.07	600	6.06.07	550	6.06.07	560	6.06.07	860
2	27.06.07	650	27.06.07	650	27.06.07	690	27.06.07	850
3	7.07.07	750	7.07.07	760	7.07.07	780	7.07.07	930
4	21.07.07	850	21.07.07	930	21.07.07	890	21.07.07	950
5	4.08.07	850	4.08.07	860	4.08.07	850	4.08.07	950
Оросительная норма		3700		3750		3770		4540
2008 год								
1	4.06.08	550	4.06.08	560	4.06.08	540	4.06.08	800
2	26.06.08	640	26.06.08	660	26.06.08	660	26.06.08	960
3	6.07.08	740	6.07.08	760	6.07.08	740	6.07.08	900
4	19.07.08	870	19.07.08	840	19.07.08	880	19.07.08	1000
5	4.08.08	850	4.08.08	850	4.08.08	860	4.08.08	990
Оросительная норма		3650		3690		3680		4650

Животноводческие стоки пропорциональны поливной норме при каждом поливе, согласно схеме опыта. В варианте 1, где кукуруза на силос поливалась смесью 1:5 (одна часть животноводческих стоков, 5 частей речной воды), за вегетацию было внесено на 1 га: азота – 253,3 кг, фосфора – 157,4 кг, калия – 766,9 кг; в варианте 2 соответственно внесено азота 175,8, кг, фосфора – 112 кг, калия – 548 кг; а в варианте 3 внесено азота 63,87, кг, фосфора – 54,9 кг, калия – 232 кг.

Орошение животноводческими стоками оказало существенное влияние на рост и развитие растений кукурузы. Так, в варианте 1, где кукуруза поливалась смесью 1:5, высота растений была в среднем на 30 см выше, чем в контроле (вариант 4). В вариантах 2 и 3 средняя высота растений была выше, чем в варианте 4 соответственно на 20 и 12 см.

В табл. 4.6 приведены данные динамики роста растений кукурузы на силос за годы исследования 2006-2008гг на опытном участке.

Таблица 4.2.2

Динамика роста растений кукурузы на силос, см.

Вариант	Даты наблюдений					
	23.05.06	13.06.06	25.06.06	04.07.06	21.07.06	08.08.06
1	27	39	96	146	269	289
2	24	32	88	135	262	285
3	15	35	88	128	257	269
4	13	33	85	113	248	258
Вариант	Даты наблюдений					
	21.05.07	11.06.07	22.06.07	02.07.07	18.07.07	05.08.07
1	24	48	93	145	271	290
2	24	42	92	135	262	283
3	26	45	87	132	256	268
4	25	43	83	124	254	263
Вариант	Даты наблюдений					
	19.05.08	9.06.08	21.06.08	02.07.08	19.07.08	09.08.08
1	29	49	98	159	284	299
2	27	44	90	148	264	280
3	27	48	85	137	259	270
4	25	45	81	126	250	260

Рост кукурузы от фазы всходов до появления 3-7 листьев замедлен. Это наблюдается во всех вариантах. Начиная от фазы вымета метёлки до молочной спелости, отмечался интенсивный рост растений. Так, в варианте 4 (контроль) среднесуточный прирост составил 7,1 см/сутки, а в варианте 1- 8,1 см/сутки. В вариантах 2 и 3 прирост соответственно составил 7,4 и 7,45 см/сутки. Далее, начиная от фазы молочной спелости до конца вегетации, рост кукурузы замедлялся, среднесуточный прирост в вариантах колебался в пределах 0,7 – 1,1 см.

В табл. 4.7 приводятся данные динамики питательных элементов, внесённых в почву вместе с поливной водой по вариантам.

Опыты показали, что накопление зелёной массы по мере роста и развития растений происходит неравномерно. Данные таблицы 4.8 свидетельствуют о том, что с начала стеблевания до молочной спелости идёт интенсивное накопление зелёной массы, наиболее сильно в 1-м и 2-м вариантах. Среднесуточный прирост зелёной массы, начиная с фазы стеблевания до молочной спелости кукурузы, в 4 варианте составил - 7,5 ц/га, в 1 варианте – 11,8 ц/га, во 2 -м– 10,1 ц/га и в 3-м – 9,0 ц/га. Накопление зелёной массы от всходов до молочно-восковой спелости кукурузы также происходит неравномерно. В 1-м варианте, начиная от всходов до фазы стеблевания, среднесуточный прирост составил 1,09 ц/га, от стеблевания до выбрасывания метёлки – 5,50 ц/га, от выбрасывания метёлки до появления початок – 7,1 ц/га, от цветения до молочной спелости – 11,90 ц/га и от фазы молочной спелости до восковой спелости – 3,40 ц/га.

Динамика накопления зелёной массы кукурузы в ц/га приводится в табл 4.2.3.

Таблица 4.2.3

Динамика питательных элементов, внесённых в почву вместе с поливной водой

№ ПОЛИВОВ	Полив- ная норма, м ³ /га	Норма стока, м ³ /га			Питательные элементы, кг								
		смесь 1:5	смесь 1:7	смесь 1:10	смесь 1:5			смесь 1:7			смесь 1:10		
					N	P	K	N	P	K	N	P	K
1	550	91,7	68,8	50	38,2	23,7	115,6	26,5	16,9	82,5	9,62	8,3	34,9
2	640	106,7	80,0	58,18	44,4	27,6	134,5	30,81	19,6	96,0	11,2	9,6	40,7
3	740	123,3	92,5	67,27	51,3	31,9	155,4	35,63	22,71	110,9	12,95	11,1	47,0
4	850	141,7	106,3	77,27	59,0	36,7	178,6	40,9	26,03	127,5	14,9	12,8	54,0
5	870	145,0	108,8	79,09	60,4	37,5	182,8	41,9	26,7	130,6	15,2	13,1	55,3
всего	3650	609	456,4	331,81	253,3	157,4	766,9	175,8	112	548	63,87	54,9	232

Таблица 4.2.4

Динамика накопления зелёной массы кукурузы, ц/га

Дата наблюдений	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3	Вариант 4
2006 г.				
04.05.06	22	19	15	7
25.06.06	160	141	105	70
16.07.06	345	305	255	180
29.07.06	595	540	520	465
19.08.06	643	592	573	487
2007 г.				
02.05.07	21	20	17	9
23.06.07	159	140	108	73
13.07.07	341	304	256	181
26.07.07	594	541	522	455
16.08.07	648	601	584	489
2008 г.				
01.05.08	25	22	18	10
21.06.08	165	145	110	75
11.07.08	350	310	260	185
24.07.08	600	545	525	460
14.08.08	650	602	570	498

За вегетационный период водопотребление во всех вариантах было почти одинаково. В варианте 4 оно составило 6465 м³/га, а в варианте 1 – 5602 м³/га. Во втором и третьем вариантах соответственно 5546 и 5516 м³/га. На создание 1 т зелёной массы израсходовано воды по вариантам: 4 – 130 м³; 1 – 86,2 м³; 2 – 92,1 м³; 3 – 96,8 м³.

Суммарное водопотребление и связь между водопотреблением и урожайностью кукурузы на силос при орошении их животноводческими стоками приведена в табл. 4.2.5.

Таблица 4.2.5

**Водопотребление кукурузы на силос по вариантам опытов фермерского хозяйства «Пирнияз-Тахта»
Тахтакупырского района при глубине залегания уровня грунтовых вод 2,5 м.**

Вариант	Поступление влаги, м ³ /га по вариантам опытов						Суммарное водопотребление, м ³ /га	Урожай, ц/га	Коэффициенты водопотребления, м ³ /ц
	осадки	Грунтовые воды	Оросительная норма	Запасы почвенной влаги					
				в начале W _Н	в конце W _К	$\Delta W = W_N - W_K$			
2006 год									
1	243	249	3640	2190	1463	727	4859	643	7,56
2	243	245	3680	2194	1457	737	4905	592	8,29
3	243	248	3730	2196	1456	740	4961	573	8,66
4	243	298	4590	2196	1373	823	5954	487	12,2
2007 год									
1	345	268	3700	2500	1449	1051	5364	648	8,28
2	345	270	3750	2500	1460	1040	5405	601	8,99
3	345	254	3770	2500	1486	1014	5383	584	8,7
4	345	304	4540	2300	1402	898	6087	489	12,4
2008 год									
1	305	280	3650	2600	1233	1367	5602	650	8,62
2	305	277	3690	2650	1376	1274	5546	602	9,21
3	305	276	3680	2600	1345	1255	5516	570	9,68
4	305	323	4650	2660	1473	1187	6465	498	13

Составляющие компоненты суммарного водопотребления кукурузы на силос приводятся на табл. 4.2.6.

Таблица 4.2.6

Составляющие компоненты суммарного водопотребления кукурузы

Вариант опыта	Суммарное водопотребление, м ³ /га	Расходование воды кукурузой							
		От грунтовых вод		От поливов		От осадков		От почвенной влаги	
		м ³ /га	%	м ³ /га	%	м ³ /га	%	м ³ /га	%
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2006									
1	4859	249	5,01	3640	74,91	243	5,01	727	14,96
2	4905	245	4,99	3680	75,03	243	4,95	737	15,03
3	4961	248	5,11	3730	75,19	243	4,91	740	14,92
4	5954	298	5,01	4590	77,09	243	4,08	823	13,82
2007									
1	5364	268	5,01	3700	68,98	345	6,43	1051	19,5
2	5405	270	5,02	3750	69,38	345	6,38	1040	19,2
3	5383	254	4,72	3770	70,04	345	6,41	1014	18,8
4	6087	304	4,99	4540	74,59	345	5,67	898	14,7
2008									
1	5602	280	4,98	3650	65,2	305	5,44	1367	24,4
2	5546	277	4,99	3690	66,5	305	5,50	1274	23
3	5516	276	5,00	3680	66,7	305	5,53	1255	22,8
4	6465	323	4,97	4650	71,9	305	4,72	1187	18,4

Таблица 4.2.7

Влияние орошения животноводческими стоками на урожайность кукурузы на силос (2008 г).

№ п/п	Вариант опыта	Число поливов	Оросительная норма, м ³ /га	Норма стока, м ³ /га	Средний урожай зелёной массы, ц/га	Прибавка урожая, ц/га
1	Поливы смешанной водой, смесь 1:5	5	3650	609	650	152
2	Поливы смешанной водой, смесь 1:7	5	3690	456	605	107
3	Поливы смешанной водой, смесь 1:10	5	3680	334	570	72
4	Поливы речной водой	5	4650	-	498	-

Увеличение кратности разбавления (вариант 3) привело к снижению урожайности. Здесь получена прибавка 72 ц/га по сравнению с контролем. Во втором варианте кукуруза вместе с поливной водой получила 456 м³/га животноводческого стока. Такое количество стока обеспечивало прибавку 107 ц/га, т.е. урожайность во 1 варианте была выше на 24 % по сравнению с контролем. Все данные результатов опыта сведены в таблицу 4.2.7.

4.2.2. Количественные показатели питательных веществ в почве при орошении кукурузы животноводческими стоками

В результате полевого опыта при орошении кукурузы на силос смесями животноводческих стоков с речной водой (1:5, 1:7, 1:10) и речной водой были получены интересные данные. Во всех вариантах опыта, несмотря на то, что со сточной водой вносилось определенное количество питательных элементов, их содержание в почве не только увеличилось, но в подавляющем большинстве случаев даже уменьшилось. Значительные изменения произошли у подвижных форм азота, фосфора и калия, что объясняется их большей доступностью для растений.

Уменьшение количества подвижного азота и фосфора произошло, в основном, в слое 0...40 см, что обусловлено развитостью корневой системы кукурузы на силос в данной зоне. Что касается валовых форм азота, фосфора и калия, то результаты здесь получены неоднозначные. Так, например, количество валового азота и калия уменьшилось, а фосфора в вариантах 1, 2, 3 увеличилось.

4.3 Техника полива животноводческими стоками кукурузы на силос

4.3.1. Элементы техники полива по бороздам

Исследования техники полива по бороздам производились на опытном участке, посевных площадях фермерского хозяйства «Пирнияз-Тахта».

Определение скорости впитывания воды в почву производилось в конце вегетаций речной и смешанной водой в соотношении животноводческих стоков к речной воде 1:10; 1:7; 1:5.

Методика исследования во всех вариантах была единой. Во всех вариантах опытов при сравнительном изучении элементов техники полива поддерживались единый режим орошения и агротехнический фон.

Скорость впитывания воды в почву после первого полива, в середине вегетации и в конце полива существенных различий не имела, изменения не превышали пределов допустимой ошибки. Точность опытов по результатам статистической обработки не превышала 3%.

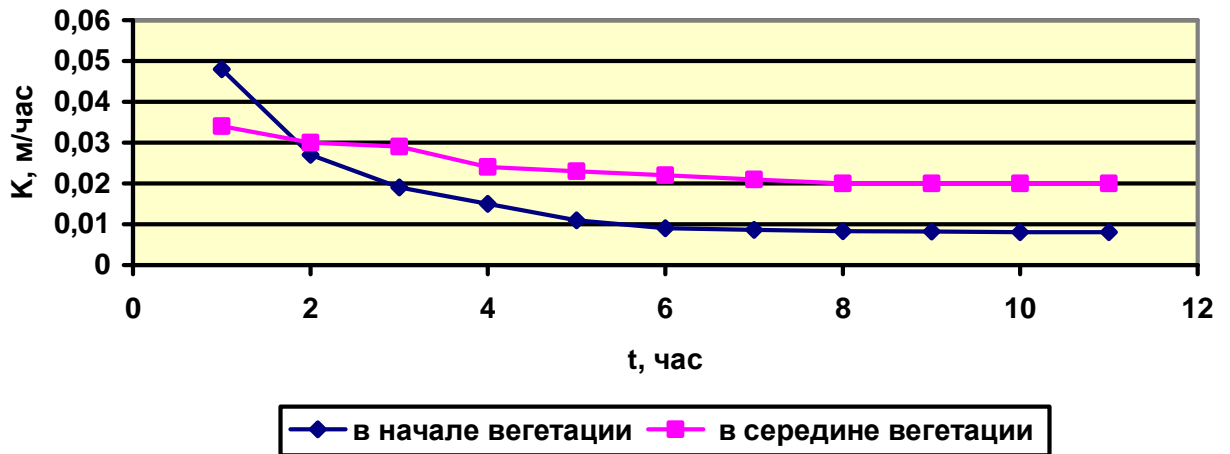


Рис.4.3. Кривая скорости впитывания воды в почву в начале и в середине

Характер кривых скоростей впитывания (рис.4.3.) в целом не имел решений от классической схемы, однако, параметрические способности его довольно специфичны. Информация носила затянутый по времени характер и простиралась до 1,8-2,2ч, где меньшие пределы соответствуют максимальному разбавлению водой животноводческих стоков. Это объясняется тем, что присутствующие, в смешанной воде взвешенные частицы участвуют в заполнении макропор почвы, которые определяют интенсивность инфлюкционного процесса.

Инфильтрация выходит за пределы продолжительности процесса, как для речной воды, так и для смесей всех консистенций. Наличие в поливной воде животноводческих стоков повлияло на скорость впитывания и на стадии инфильтрации, что объясняется теми же причинами. Влияние концентрации животноводческих стоков в поливной воде на скорость впитывания довольно четко прослеживается при сравнительном анализе (рис.4.2), который указывает на то, что закономерность носит характер нормального распределения.

Стандартные характеристики скоростей впитывания указывают на их невысокую интенсивность. Скорость впитывания речной воды на конец первого часа K_1 не превышала 0,0325м/ч, а при смешивании с животноводческими стоками- 0,03м/ч. Это, в основном и предопределило невысокое значение степени изменения скорости впитывания, характеризуемую показателем α .

Построение графика функции $W_t = f(t)$ в логарифмической системе координат $\lg W_t = f(\lg t)$ позволило установить (рис. 4.4), что увеличение концентрации животноводческих стоков в поливной воде влияет на интенсивность процесса впитывания, не изменяя структуры его характера.

Отношение показателей степени изменения скорости впитывания речной водой α и разбавленной водой α' равно $\frac{\text{tg}\alpha}{\text{tg}\alpha'} = 1$.

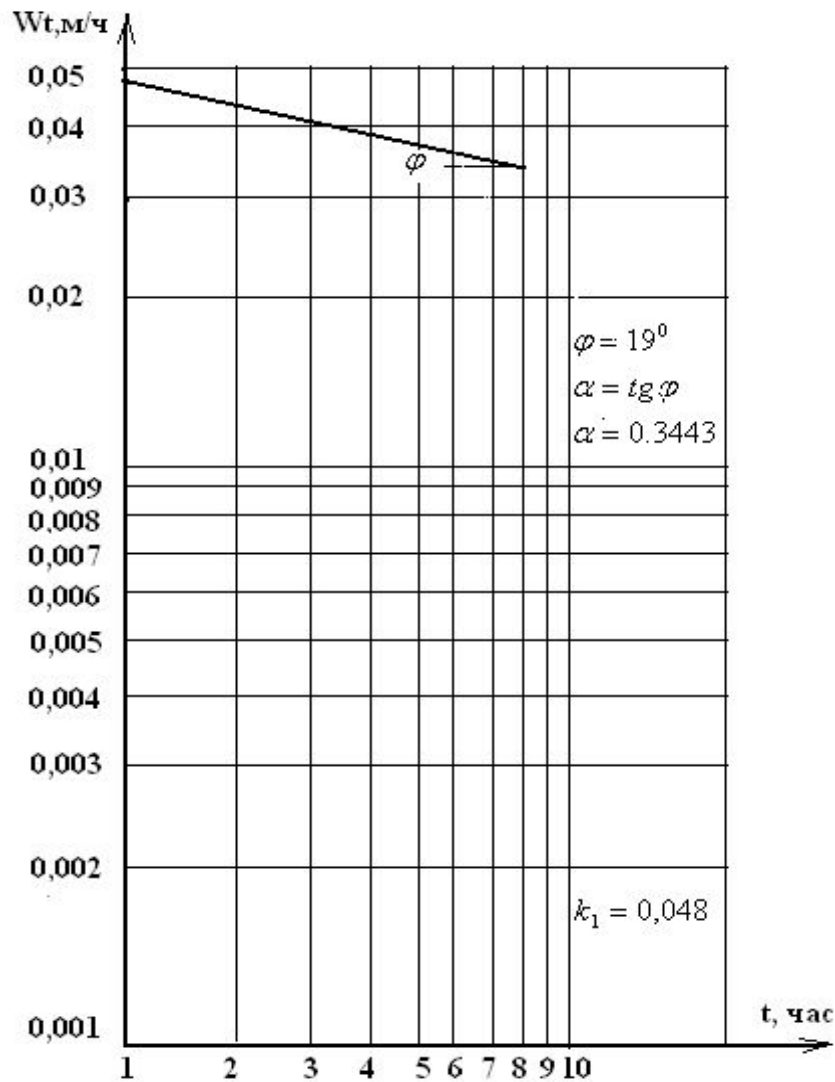


Рис.4.4. Изменение скорости впитывания по времени
в логарифмических координатах.

Характер продвижения поливных струй по бороздам изучался с подачей их расходами в голове 0,8; 1,0; 1,2 - 2,0 л/с. Уклон поверхности земли вдоль борозд определяется нивелированием по створам через 10 метров. Общий уклон вдоль борозд изменялся в пределах от 0,00015 до 0,00025. Частые же уклоны изменялись в более широких пределах - от 0,0001 до 0,0002 на отдельных участках. По результатам нивелирования проведена камеральная обработка с точностью до ± 3 мм, что соответствует техническому классу нивелирования. По результатам обработки иных

материалов построены продольные профили по 4 группам борозд длиной 300 м.

Поперечные сечения борозд изучались после их нарезки, после проведения культивации после второго полива. После второго полива рыхление борозд не проводилось в связи с резким приростом надземной части кукурузы. Поперечное сечение борозд имело характер трапеции.

Глубина борозд и форма их поперечного сечения устанавливались прямым измерением от натянутого тросика, ось которого принималась за нулевую отметку. Как показали измерения, глубина борозд не может быть охарактеризована однозначным показателем и измеряется в пределах 0,18-0,25 м, при общем числе наблюдений $n = 72$.

После проведения полива в контрольном варианте (IV) происходит некоторая деформация поливной борозды за счет водопрочных частиц почв и соединения илистых частиц из потока. Смыв водопрочных частиц происходит вследствие размывающего действия поливных струй в головной части борозд на участке до 100-150 м, где меньшие значения соответствуют меньшим расходам поливных струй. В голове борозд происходил размыв почвы при подаче воды всеми расходами и при всех способах подачи воды в борозды (щитки-водосливы, сифоны, трубки, салфетки). Мутность потока на первом створе не имела существенных различий во всех вариантах опытов. Более достоверно о размывающих способностях поливных струй можно судить по деформации борозд на створах, соответствующих длине 250-300 м.

По данным полевых экспериментальных исследований динамика продвижения воды по борозде при различных «q» приводится на рис.4.5.

Как установлено, на характер продвижения поливных струй оказывается многофакторное воздействие, в том числе величины расхода, уклона вдоль борозд и скорости впитывания воды в почву, т.е. $V = f(q, W, i, t)$. Понятие скорости продвижения воды по бороздам носит несколько условленный характер и может быть применимо лишь к скорости перетока

воды через определенный створ, так как семейство кривых продолжительности пробега воды по бороздам имеет характер замедления [9]. Замедление скорости продвижения поливных струй имело место при всех значениях поданных расходов. Однако характер замедления не являлся при этом однозначным. По мере увеличения расходов в голове борозды происходило выполаживание кривых пробега.

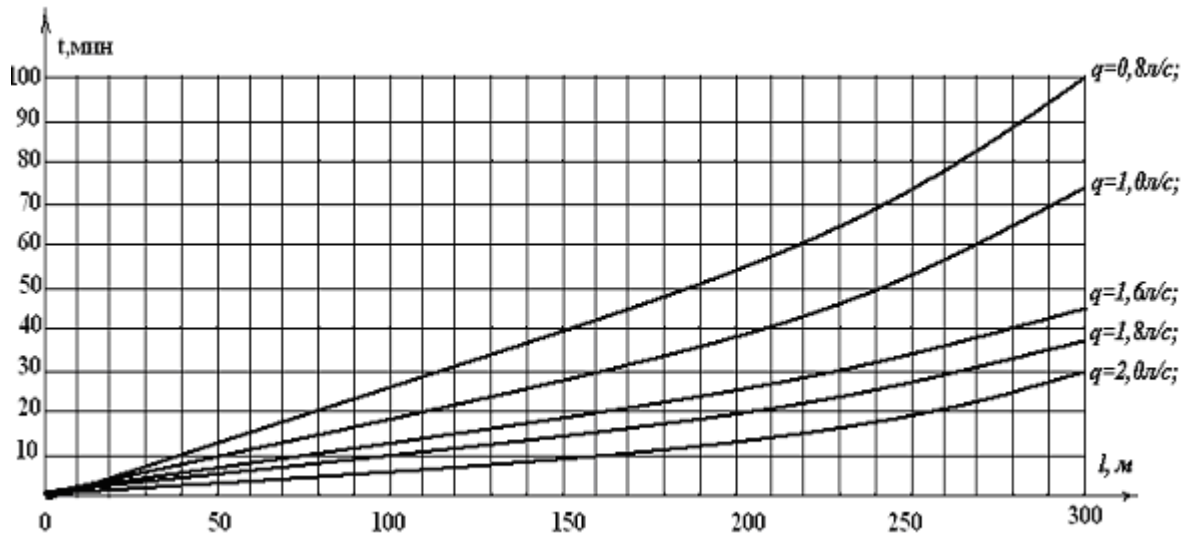


Рис. 4.5. Динамика продвижения воды по борозде при различных « q »

При поливе животноводческим стоком подача расходов воды в борозды расходами 1,0; 1,6 и 2,0 л/с и сравнительный анализ характера пробега воды по бороздам позволили установить, что продвижение воды на первом отрезке - 50 м существенно между ними не отличалось по скорости. На отрезке 50-100 м от начала при расходе 1,6 л/с начинало проявляться замедление, что характеризует отклонение кривой продолжительности пробега воды вверх. При подаче расхода 0,8 л/с замедление начинало сказываться после пробега 100-150 м. Замедление пробега поливной струи расходом 1,0 л/с наблюдалось на отрезке 250-300 м от начала борозды.

Продолжительность пробега воды тесным образом связана с качеством увлажнения почвы по длине борозды и поданным объемом воды в целом. Полив по бороздам длиной 300 м с расходами 1,6; 1,8 и 2,0 л/с не позволил

увлажнить слой почвы в конце борозд не более 0,6 м. Основное распространение почвенной влаги происходило в начальной и средней частях при отсутствии слоя призмы.

Полив по бороздам расходами 1,6 и 2,0 л/с позволил увеличить глубину увлажнения почвы до расчетного слоя. Выровнялась эпюра увлажнения по всей длине поливных борозд.

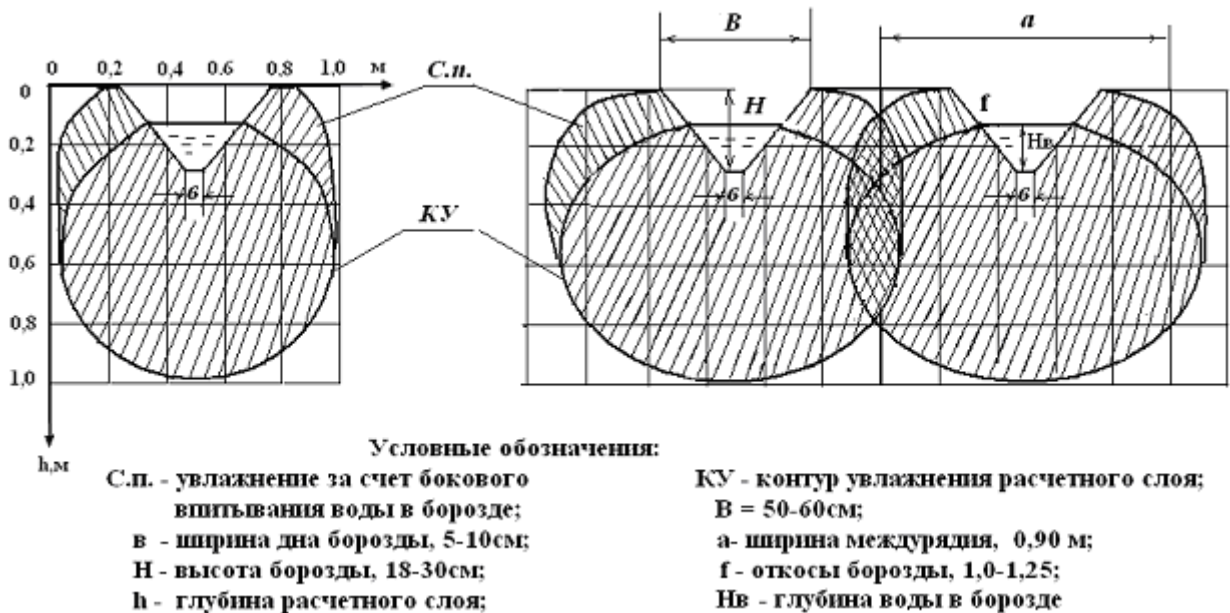


Рис.4.6. Увлажнение почвы через сутки после орошения при поливе с добеганием струи до конца борозды.

Анализируя характер распространения почвенной влаги, образующей контуры увлажнения, можно сделать вывод, что наиболее интенсивно процесс впитывания воды в почву происходит в пахотном горизонте. Подплужная подошва является границей резкого изменения водно-физических свойств почвы. Это объясняет растянутый по горизонтали контур увлажнения. При достижении подплужной подошвы вода перемещается по линиям наименьшего сопротивления, т.е. по горизонтали в пахотном горизонте.

4.3.2. Оптимальные параметры техники полива по бороздам

Оптимальные параметры элементов техники полива по бороздам при использовании животноводческих стоков изучались в 2006-2008гг. Для поливов кукурузы на силос использовались речная вода и разбавленные осветленные животноводческие стоки.

Длину добегания струи воды в поливные борозды определяли по формуле А.Н.Костякова [59] с поправочными коэффициентами

$$l_{добр}^{\delta} = \frac{q_{\delta} \cdot t_{добр}^{\delta}}{\chi_1 \cdot n \cdot k_0 \cdot k_{cm}}, \quad (4.30)$$

где n - поправочные коэффициенты, учитывающие накопление воды в борозде. При увеличении продолжительности поливов коэффициенты уменьшаются следующим образом:

$$n = 1 - \frac{h_n}{m} \cdot \frac{e}{a} (\mu - 1 + a), \quad (4.31)$$

где h_n - глубина наполнения воды в голове борозды, м;

m - поливная норма, м; a - расстояние между бороздами, м;

μ - коэффициент, учитывающий равномерность слоя воды в борозде

$\mu = 0,67-0,75$; k_0 - средняя скорость впитывания воды за первую единицу

времени, м/ч; q_{δ} - расход воды в борозде, м³/с.

$$\text{Здесь } \chi = e + 2 \cdot v \cdot h \sqrt{1 + \varphi^2}, \quad (4.32)$$

где e - ширина живого сечения в борозде, м; v - поправочный коэффициент, учитывающий боковое поглощение воды в откосах, по А.Н.Костякову [60] нами принятый равным 1,1-1,4; h - глубина воды в борозде на расстоянии от головы борозды, м; φ - заложение откосов борозд.

Поливы кукурузы на силос проводили по средним бороздам с шириной междурядий 0,9м. В каждом опыте было по 4 варианта расходов струи (0,8; 1,0; 1,6; 1,8; 2,0), повторность- 4-кратная. Определяли время пуска воды в борозды, время добегания струи до створов в сухой борозде, живые сечения, смоченные периметры и ширину по урезу (см. Приложения 14, 15, 16).

На основании этих данных уточняли следующие зависимости:

$$\omega = f(q, i); \quad \chi = f(q, i); \quad \sigma = f(q, i).$$

Результаты исследований техники полива по бороздам показали, что (табл. 4.12 и 4.14) продолжительность полива разбавленными осветленными стоками была значительно больше, чем полива поверхностной водой. Длина добегания струи воды в бороздах за счет вязкости сточных вод при поливах животноводческими стоками на 30% меньше. На тяжелых почвогрунтах опытного участка скорость впитывания воды в почву в конце первого часа составляла в начале вегетации 0,048 м/ч, в середине вегетации - 0,034м/ч. Коэффициент фильтрации был 0,0152 м/ч. (рис 4.7, 4.8).

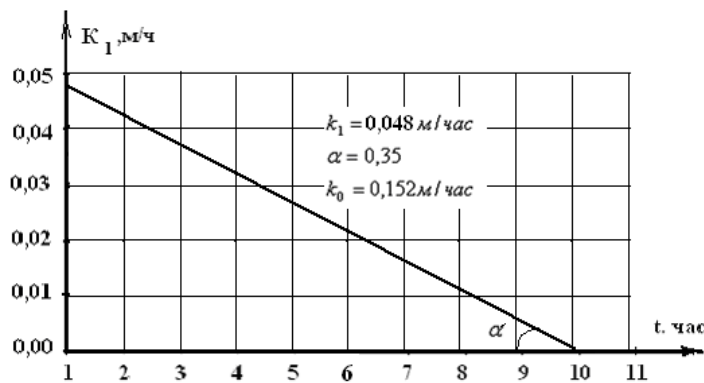


Рис 4.7. Определение показателя степени изменения скорости

впитывания воды по времени (t) на опытных участках.

Скорости впитывания воды в почву и коэффициенты фильтрации к середине вегетации по сравнению с началом несколько снижаются. Это объясняется тем, что в результате поливов на поля попадают мельчайшие илистые частицы, которые забивают поры и частично уменьшают

фильтрацию, происходит уплотнение почвогрунтов в результате поливов и механизированной обработки.

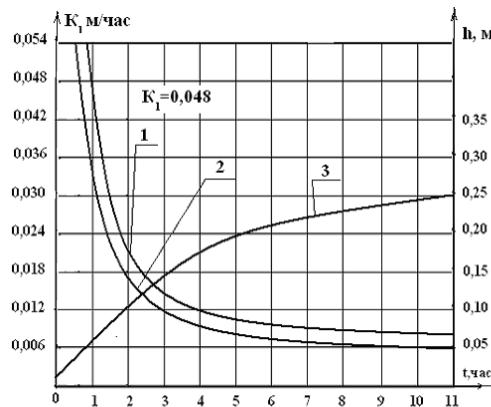


Рис 4.8. Скорость и слой впитывания воды в почву на опытном участке
1- скорость впитывания воды в начале вегетации; 2- скорость впитывания воды в середине вегетации; 3-слой впитывания воды в конце вегетации.

Таблица 4.3.1

Скорость впитывания воды в почву в начале и в середине вегетации

№ п/п	время впитывания, ч	в начале вегетации м/ч	в середине вегетации м/ч
1	0,5	0,053	0,041
2	1	0,048	0,034
3	2	0,027	0,03
4	3	0,019	0,029
5	4	0,015	0,024
6	5	0,011	0,023
7	6	0,009	0,022
8	7	0,0086	0,021
9	8	0,0083	0,020
10	9	0,0082	0,020
11	10	0,0081	0,0081
12	11	0,0081	0,0081

Характер изменения скорости и слоя впитывания коэффициента фильтрации во времени в начале и в середине вегетации показан на рис 4.8. и в табл. 4.12, а в результаты изменения элементов техники полива - в табл. 4.13.

Таблица 4.3.2

Элементы техники полива кукурузы на силос по бороздам без сбросов

варианты	Продолжительность полива по бороздам при различных расходах в голове борозды, ч					Поливные нормы, м ³ /га	Примечание
	0,8 л/с	1,0 л/с	1,6 л/с	1,8 л/с	2,0 л/с		
1 полив 8.06.2006 год							длина борозд $l=300\text{м}$ $a=0,90\text{м}$; $i=0,00015$; $k_1=0,048\text{м/ч}$; $\alpha=0,35$
1	2,54	1,91	1,18	1,02	0,85	560	
2	2,51	1,88	1,16	1,00	0,82	560	
3	2,55	1,93	1,2	1,03	0,86	570	
4	3,01	2,29	1,42	1,23	1,03	860	
2 полив 29.06.2006 год							
1	2,68	2,03	1,25	1,09	0,91	650	
2	2,65	2,00	1,22	1,06	0,88	650	
3	2,71	2,05	1,27	1,11	0,92	670	
4	2,99	2,28	1,41	1,22	1,03	850	
3 полив 10.07.2006 год							
1	2,87	2,18	1,35	1,17	0,98	750	
2	2,84	2,15	1,34	1,15	0,96	750	
3	2,88	2,19	1,35	1,18	0,99	780	
4	3,15	2,4	1,49	1,29	1,09	950	
4 полив 23.07.2006 год							
1	2,96	2,25	1,4	1,21	1,02	830	
2	3,01	2,29	1,42	1,231	1,038	860	
3	2,98	2,27	1,41	1,22	1,03	860	
4	3,15	2,4	1,49	1,29	1,09	950	
5 полив 23.07.2006 год							
1	2,99	2,27	1,41	1,22	1,03	850	
2	3,04	2,32	1,44	1,24	1,05	880	
3	2,94	2,23	1,39	1,2	1,01	850	
4	3,2	2,44	1,52	1,31	1,11	980	

Время добегания струи воды в бороздах определяется по формуле А.Н.Костякова [58]:

$$t_{\text{дооб}}^{\delta} = \left(\frac{\chi_{\text{акт}} \cdot n \cdot k_0 \cdot k_{\text{см}} \cdot l_{\text{дооб}}^{\delta}}{q_{\delta}} \right)^{\frac{1}{\alpha}} \quad (4.33)$$

Время и длина добегания струи воды в поливных бороздах определенные нами полевыми экспериментальными исследованиями за годы исследования 2006-2008 гг. приводится в табл.4.13; 4.14; 4.15; 4.16; 4.17.

Для равномерного увлажнения расчетного слоя по длине борозд проведены поливы с созданием слоя призмы доувлажнения. Длина доувлажнения для условий Северной зоны Республики Каракалпакстан равна 60-70м.

$$L_{\text{доув}}^{\delta} = \frac{m}{i} \quad (4.34)$$

Время полива по бороздам вычислено по формуле

$$t_n^{\delta} = t_{\text{дооб}}^{\delta} + \frac{l_{\delta} \cdot a \cdot m}{60q_{\delta}}, \quad (4.35)$$

где : t_n^{δ} - время полива борозды, мин; $t_{\text{дооб}}^{\delta}$ - время добегания струи воды в бороздах; m - поливная норма; l_{δ} - длина борозд, м; a - ширина междурядий, м; q_{δ} - расход воды, л/с; n – поправочный коэффициент учитывающий степень спланированности поверхности орошаемых земель. По данным А.Н.Костякова значение n на капитально спланированных землях равно $n=1$, а на неспланированных землях со сложным микрорельефом равняется на - 0,5.

Таблица 4.3.6

Время добегаания поливных струи по бороздам, мин.

(Фермерское хозяйство Пирнияз-Тахта Тахтакупырского района Республики Каракалпакстан 2007 год) $i = 0,00015$

Поливная струя, л/с	Длина борозд по участкам, м											
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
0,8	3,5	5,5	7,3	9,5	13	15	18	20	22	26	27	32
1,0	2,8	4,4	5,8	7,6	10	12	14	15	17	18	20	21
1,6	2,2	3,5	4,7	6,1	7,5	8	8,5	9	9,5	10	13	14
1,8	1,8	2,8	3,7	4,9	6	7,5	8	8,5	9	10	11	12
2,0	1,1	2	2,1	2,3	2,5	3,0	3,2	3,5	4	5,2	6	7

Продолжение таблицы

Поливная струя, л/с	Длина борозд по участкам, м											
	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240
0,8	33	38	40	42	44	48	51	53	57	60	63	70
1,0	23	36	38	30	32	33	36	37	40	42,5	47	50
1,6	12,5	18	19	20	21	22	23	25	27	29	30	32
1,8	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	25
2,0	8,5	9	10	11	12	12,5	13	13,5	14	15	17	18

Продолжение таблицы

Поливная струя, л/с	Длина борозд по участкам, м					
	250	260	270	280	290	300
0,8	74	78	83	89	95	100
1,0	53	57	60	64	70	73
1,6	34	36	38	40	42,5	45
1,8	28	30	32	33	35	38
2,0	19	21	22	25	28	30

Длина добегаания поливных струй, м. (Фермерское хозяйство Пирнияз-Тахта) 2008 г. Таблица 4.3.7

Поливная струя, л/с	Время, мин																			
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
0,8	21	40	61	80	96	114	132,5	150	172	185	205	220	230	241	254	263,5	274,4	282,3	290,1	300
1,0	25	50	81,3	111	138	160	185	199,5	223,8	241	258	269	280	291	300	-	-	-	-	-
1,6	32,1	75	123	162	200	230	250	280	300	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1,8	50	100	140	200	212	290	300	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2,0	75	150	225	255	281	300	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Время добегаания поливных струй по бороздам, мин.

Поливная струя, л/с	Длина борозд по участкам, м											
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
0,8	3,1	4,9	7,2	9,3	12,8	14,6	17,7	20	23,5	26,6	28	33
1,0	2,7	4,5	5,9	7,7	10,1	12,2	14,1	15,2	17,3	17,9	20,6	21,3
1,6	2,2	3,4	4,5	6,3	7,4	8,1	8,4	9,1	9,6	10,1	12,9	13,9
1,8	1,8	2,9	3,9	4,8	6,1	7,4	8,1	8,6	9,2	9,9	11,3	12,1
2,0	1,3	2,1	2,2	2,3	2,5	3,1	3,3	3,6	4,1	5,3	6,2	7,1

Продолжение таблицы

Поливная струя, л/с	Длина борозд по участкам, м											
	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240
0,8	32,1	37,2	40,2	42,3	44,2	48,1	51,5	53,5	57,7	60,7	63,8	70,1
1,0	23,1	36,2	38,2	30,1	32,6	33,5	36,2	37,4	40,1	42,5	47,1	50,2
1,6	12,5	18,2	19,3	20,2	21,5	22,2	23,3	25,4	27,1	29,2	30,1	32,2
1,8	13,2	14,1	15,2	16,3	17,5	18,3	19,3	20,4	21,2	22,2	23,5	25,1
2,0	8,5	9,1	10,2	11,1	12,7	12,5	13,4	13,5	14,2	15,4	17,5	18,1

Продолжение таблицы

Поливная струя, л/с	Длина борозд по участкам, м					
	250	260	270	280	290	300
0,8	74,1	78,1	83,3	89,0	95,2	100
1,0	53,2	57,2	60,2	64,1	70,2	73,1
1,6	34,3	36,2	38,4	40,6	42,5	45,1
1,8	28,3	30,5	32,3	33,3	35,4	38,0
2,0	19,2	21,3	22,2	25,1	28,6	30,2

4.3.3. Техника и технология бороздкового полива, обеспечивающие мелиоративные и экологические условия

Для обеспечения экологической безопасности при бороздковом поливе кукурузы на силос нами определены ресурсосберегающие элементы, внедрены полив с созданием слоя призмы (рис.4.9).

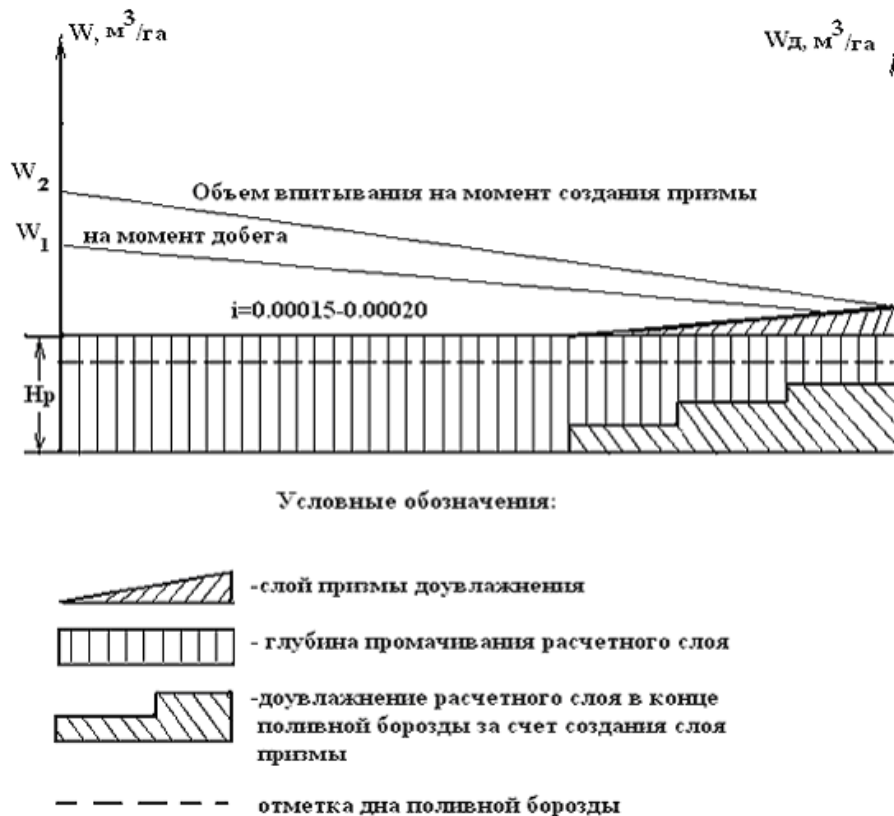


Рис. 4.9. Контур увлажнения расчетного слоя по времени (t) на опытном участке при создании слоя призмы в конце поливной борозды.

В результате создания слоя призмы повысилось значение КПД бороздкового полива до 0,97-0,98, а также предотвращены поверхностные и подземные сбросы. За счет повышений равномерности контура увлажнения расчетного слоя, стало возможным получение стопроцентного запланированного урожая. На контрольном участке КПД бороздкового полива составил 0,81-0,84, а фактический урожай 49,8-47,5 т/га, т.е. 75-76% от урожая, полученного при поливе сточными водами созданием слоя призмы.

Распределение поливных норм по длине поливных борозд приводится на рис. 4.10.

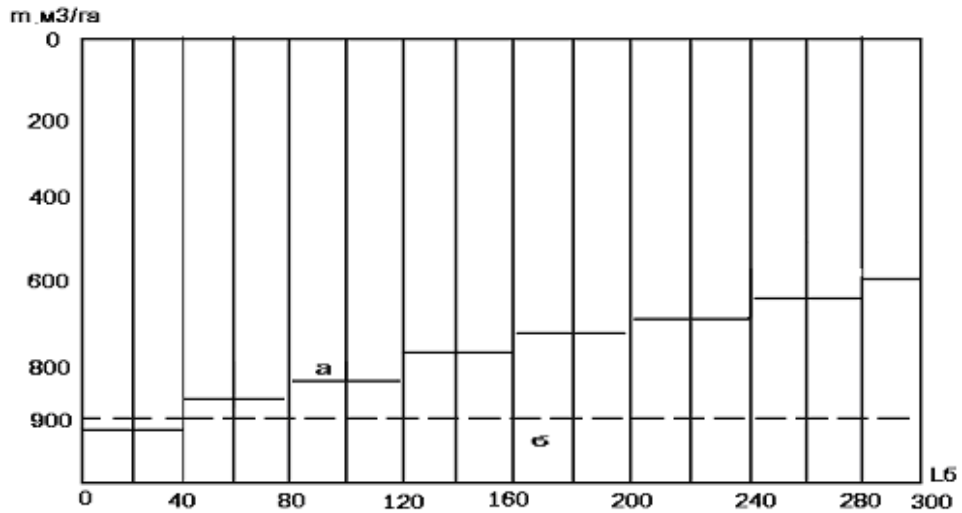


Рис 4.10. Распределение поливных норм по длине борозд на опытных участках а - до создания слоя призмы, б - после создания слоя призмы

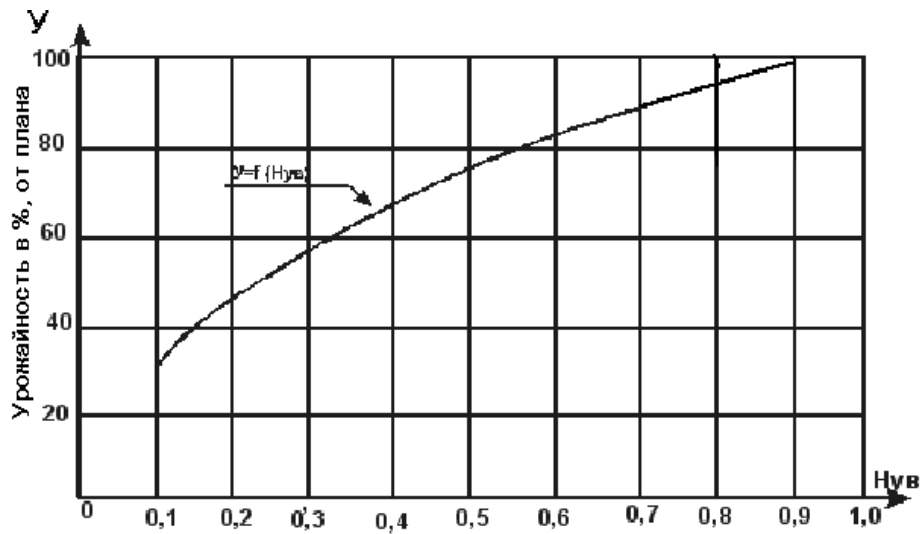


Рис 4.11. Зависимость урожая кукурузы на силос от неравномерности увлажнения расчетного слоя по длине борозд.

На рис.4.11. приведена зависимость урожая кукурузы на силос от неравномерности увлажнения расчетного слоя по длине поливных борозд.

Оптимальные элементы техники бороздкового полива для условий Северной зоны Республики Каракалпакстан приведены в табл. 4.18.

Таблица 4.3.8

**Оптимальные элементы техники бороздкового полива при поливе
кукурузы на силос животноводческими стоками**

Характеристика почв по механическому составу и водопроницаемости	Уклон	Ширина между-рядий, м	Глубина борозд, м	Длина борозд, м	Полив-ные струи, л/с
Тяжелые суглинки, водопроницаемость слабая	0.0002	0.9	0.25-0.30	220-250	1.2-0.8
	0.00015	0.9	0.18-0.25	250-300	1.2-1.0
	0.0001	0.9	0.18-0.20	300-350	2.0-1.4

ГЛАВА V. УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОРОШЕНИЯ КУКУРУЗЫ НА СИЛОС ПРИ ПОЛИВЕ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИМИ СТОКАМИ

5.1. Рекомендации по установлению режимов орошения кормовых культур при поливе сточными водами

Оросительные нормы зависят от сроков и продолжительности вегетационных периодов, биологической особенности культур, глубины залегания уровней грунтовых вод, климатических и почвенно-мелиоративных условий массивов орошения [15,20,28,52].

Оросительная норма сельскохозяйственных культур м³/га определяется по формуле:

$$M = \sum E - (W_n + P + \Gamma) + W_k. \quad (5.1)$$

При глубоком залегании грунтовых вод оросительная норма определяется по формуле А.Н.Костякова [59]:

$$M_n = E_v = T - 10KP_v - (W_0 - W_k) - \Gamma, \quad (5.2)$$

так, как при залегании грунтовых вод ниже 3,0 м $\Gamma = 0$;

$$M_n = E_v = E - 10 \cdot K \cdot P_v - (W_0 - W_k) \quad (5.3)$$

или

$$M_n = E - (W_a - K_v P_v) + W_k, \quad (5.4)$$

где $\sum E$ – суммарное водопотребление сельскохозяйственных культур, м³/га;

E_v – дефицит водопотребления сельскохозяйственных культур, м³/га;

K – коэффициент использования осадков в вегетационный период;

P_v – количество осадков за вегетационный период, м³/га;

W_0 – запас воды в расчетном слое почвы к моменту посева

культур, м³/га;

W_k – запас воды в расчетном слое почвы к моменту уборки

культуры, м³/га;

Γ - глубина грунтовых вод в период вегетации, м.

При залегании грунтовых вод $h_z < 3,0$ м значение Γ определяется по формуле С.Ф.Аверьянова:

$$\Gamma = E \left[1 - \left(\frac{h_\Gamma - \bar{b}}{h_K} \right) \right], \quad (5.5)$$

где h_Γ – глубина грунтовых вод, м;

h_K – критическая глубина грунтовых вод, м;

\bar{b} – развитие корневой системы сельскохозяйственной культуры, м.

Поступление минерализованных грунтовых вод определяется по формуле Н.В.Данильченко:

$$q_z^M = q \cdot k_m, \quad (5.6)$$

где q – доля поступления грунтовых вод от $\sum E$, k_m – коэффициент, учитывающий степень засоления грунтовых вод, равный - 1,4 + 2,0 для слабозасоленных и - 2,0 + 2,9 – для сильнозасоленных.

Значения q_z^M зависит от механического состава почвогрунтов зоны аэрации и от уровней залегания грунтовых вод.

Суммарное водопотребление кукурузы на силос необходимо определить по формуле С.М.Алпатыева [10] с поправочными коэффициентами Н.В.Данильченко [29]

$$E = I \cdot k_0 \cdot k_{cm} \cdot k_b, \quad (5.7)$$

где: I - испаряемость с водной поверхности, мм; k_0 - микроклиматический коэффициент, равный для условий Республики Каракалпакстан - 0,72-0,83; k_{cm} - коэффициент, учитывающий вид сточной воды, равный - 0,75-0,80; k_b - биологический коэффициент, равный - 0,74 - 0,88;

Испаряемость $\text{м}^3/\text{га}$ по месяцам определяется по формуле Н.Н.Иванова

$$I_M = \frac{\Delta a (25 + t)^2}{55,5}, \quad (5.8)$$

где Δa - дефицит приземного слоя воздуха, равный $100 - a$, %;

a - относительная влажность воздуха, принимаемая по данным метеостанции; t - среднемесячная температура воздуха.

По данным многолетних исследований диссертанта установлена следующая оптимальная оросительная норма для кукурузы на силос, при залегании грунтовых вод 2,5 м от поверхности земли составила 3650 м³/га.

Опытами научных учреждений и практикой передовых хозяйств установлено, что эффективность возделывания кукурузы на силос достигается при сочетании высокой агротехники с вегетационными поливами. Вегетационные поливы обеспечивают в корнеобитаемом слое почвы оптимальный водный режим, улучшают питание растений и повышают эффективность вносимых удобрений.

Сроки поливов зависят от влажности почвы и биологических особенностей растений. Правильное распределение вегетационных поливов с учетом потребностей растения в воде имеет решающее значение в создании высоких урожаев.

Многолетними исследованиями диссертанта установлено, что в полупустынных и пустынных зонах Северной части Республики Каракалпакстан оптимальное водообеспечение кукурузы на силос создается при поддержании влажности в корнеобитаемом слое почвы на уровне 70% от наименьшей влагоёмкости (НВ) в течение вегетационного периода.

Оптимальной нормой полива считают такая, которая обеспечивает насыщение корнеобитаемого слоя почвы в пределах наименьшей влагоёмкости. Чрезмерное увлажнение и глубокое промачивание почвогрунтов приводят к потерям воды на глубокую фильтрацию, вытеснению воздуха из почвы и нарушению нормальных условий роста и развития растений. Недостаточное увлажнение сокращает межполивные периоды, увеличивает число поливов, повышает потери воды на испарение с поверхности почвы. Расчетная величина поливной нормы зависит от водно-

физических свойств почвы, степени иссушения почвы перед поливом и глубины увлажняемого слоя.

Она определяется по формуле

$$m = 100d \cdot H(B_H - B_0) \cdot K_{II}, \quad (5.9)$$

где m – норма вегетационного полива, м³/га;

d – плотность расчетного слоя почвы, т/м³;

H – глубина увлажнения почвы, м;

B_H – предельно полевая влагоёмкость почвы, процент от массы сухой почвы;

B_0 – предполивная влажность почвы, % от массы сухой почвы;

K_{II} – поправочный коэффициент, учитывающий потери воды на суммарное испарение в момент полива и за время перераспределения влаги в почве.

Поправочный коэффициент (K_{II}) для пустынных и полупустынных районов Северной части Республики Каракалпакстан определен на основании результатов нашего исследования и представлен в табл. 5.1.

Таблица 5.1.1

Поправочный коэффициент (K_{II}) для пустынных и полупустынных районов Северной части Республики Каракалпакстан

Способ полива	Почвы по механическому составу	Время проведения поливов		
		в начале вегетации (весной)	в середине вегетации (в начале лета)	в конце вегетации (в конце лета)
По бороздам	тяжелые	1,23 – 1,28	1,28 – 1,38	1,23 – 1,28

В табл. 5.2. приведены рекомендуемые нормы вегетационных поливов кукурузы на силос.

Таблица 5.1.2

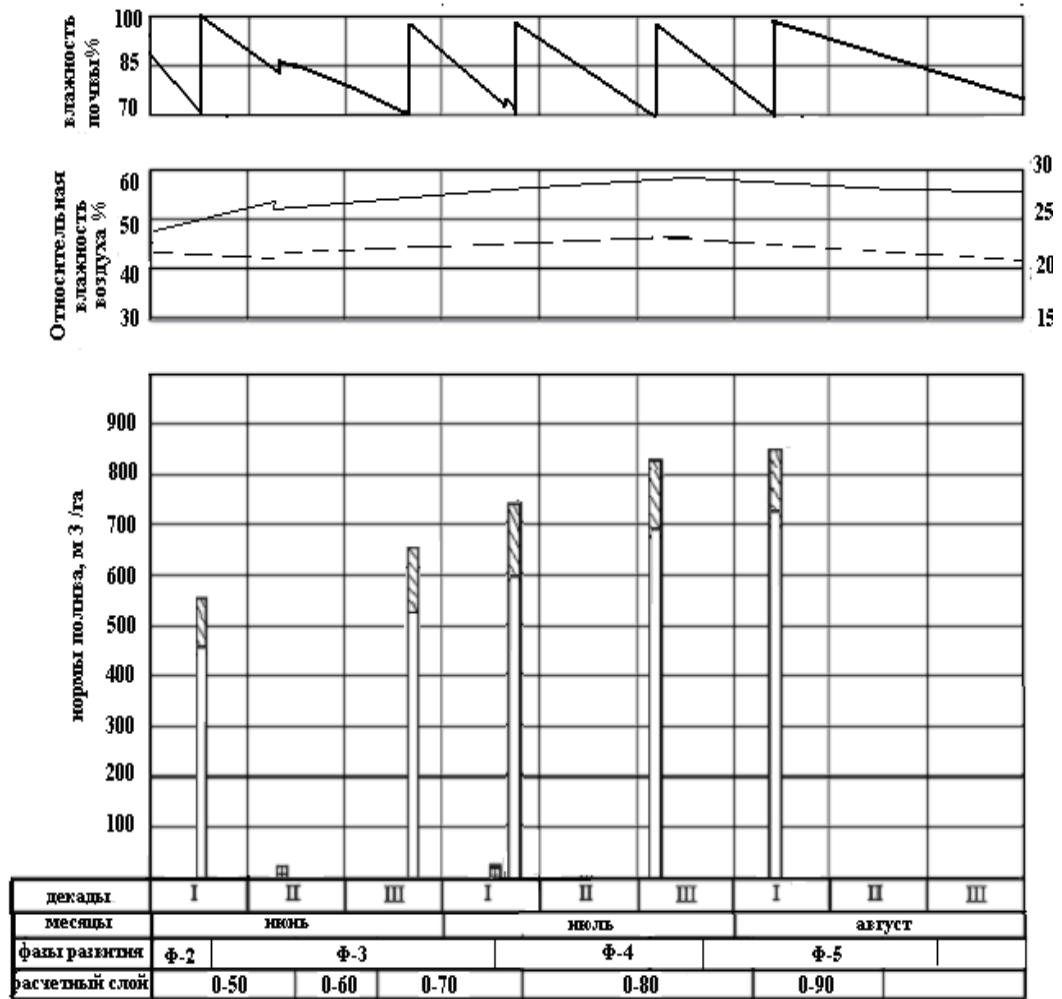
Рекомендуемые нормы вегетационных поливов кукурузы на силос, м³/га

№	Фаза развития растений	Глубина увлажнения, см	Нормы вегетационных поливов, м ³ /га
1	Полные всходы и Стеблевание	45-50	600
2	Стеблевание-выбрасывание метелки	50-60	650
3	Цветение	60-70	750
4	Молочная спелость	70-80	800
5	Молочно-восковая спелость	80-90	850
	Оросительная норма		3650

Существенное влияние на размер поливных норм оказывают ирригационно-хозяйственные условия и режимы водоносности источников орошения [82,123,125,134]. При орошении из незарегулированных источников поливная норма может назначаться исходя из необходимости создания запасов влаги в почве на период её недостатка в источнике [52, 69]. По результатам нашего исследования установлены значения поступления грунтовой воды в расчетный слой при глубине грунтовой воды 2,5м. Доля поступления грунтовых вод в расчетный слой от общего суммарного водопотребления - 0,15.

На основании исследований для Северной зоны Республики Каракалпакстан рекомендуются приведенные в табл.5.1.2 и на рисунках

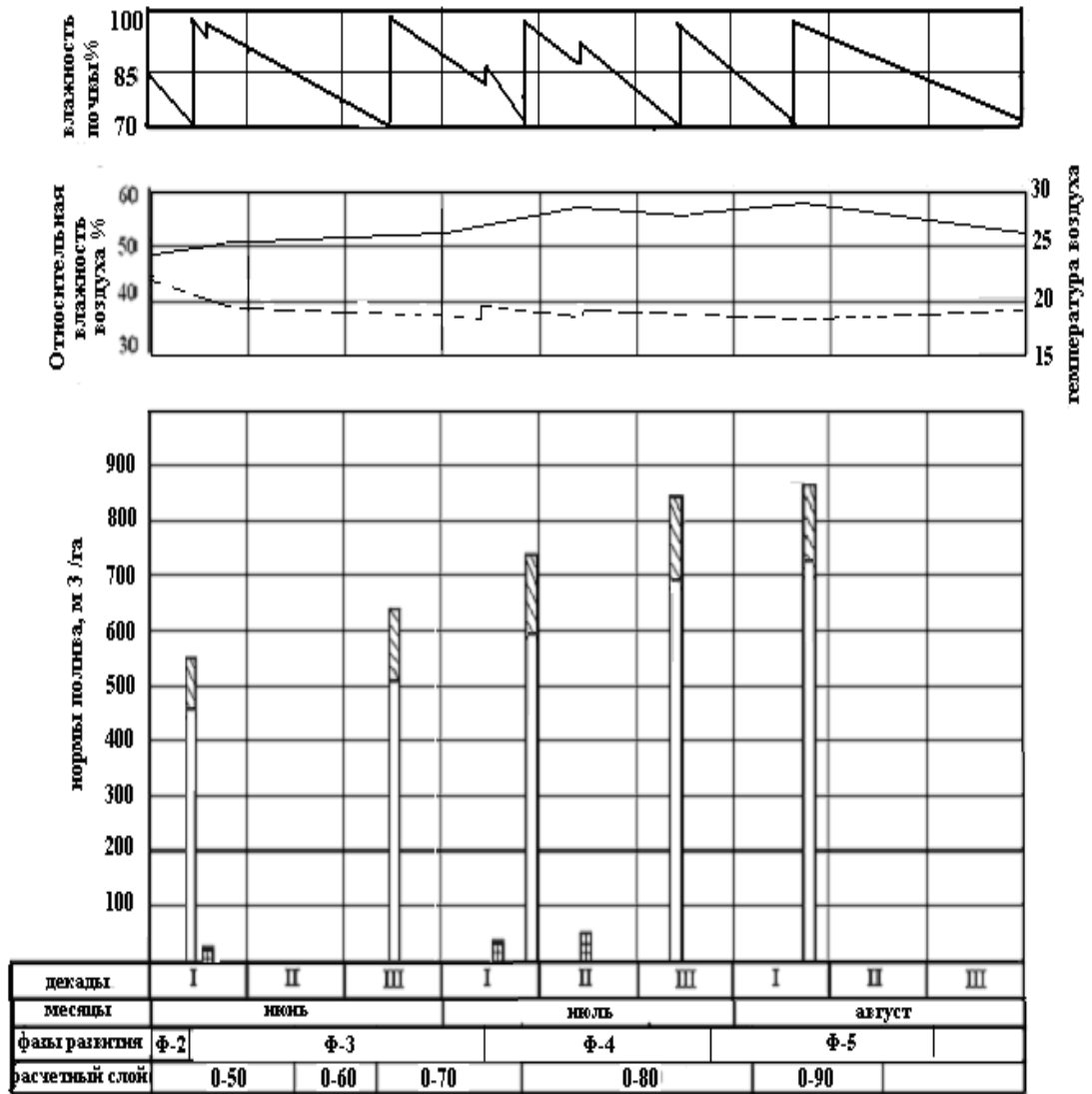
режимы орошения кукурузы на силос, которые определены для условий среднезасушливого года.



Условные обозначения НВ 70%

- среднедекадная температура воздуха, °С
 - влажность воздуха;
 - ▨ животноводческий сток;
 - ▤ осадки;
 - поливная норма;
- Ф-2 стеблевание, выбрасывание метелков; Ф-3 цветение; Ф-4 молочная спелость; Ф-5 молочно-восковая спелость.

Рис. Поливной режим кукурузы на силос при поливе смешанной водой смесь (1:5) 2007г.



Условные обозначения НВ 70%

- среднедекадная температура воздуха, °С
 - влажность воздуха;
 - ▨ животноводческий сток;
 - ▤ осадки;
 - ▭ поливная норма;
- Ф-2 стебление, выбрасывание метелков; Ф-3 цветение; Ф-4 молочная спелость; Ф-5 молочно-восковая спелость.

Рис. Поливной режим кукурузы на силос при поливе смешанной водой смесь (1:5) 2008г.

Таблица 5.1.3

Рекомендуемый режим орошения кукурузы на силос

Глубина залегания уровня грунтовых вод, м	Механический состав почвы	Оросительная норма, м ³ /га	Поливная норма, м ³ /га	Число поливов	Межполивной период, сутки	Продолжительность периода вегетационных поливов
2,5	Тяжелые	3650	550-850	5	15 - 24	3.05 - 21.08
3,0	Тяжелые	4500	700-900	5	14 - 22	28.04 - 25.08

5.2. Рекомендации по технике полива кукурузы на силос при поливе животноводческими стоками

Выбор способов полива зависит от конкретных природно-хозяйственных условий района [61, 72, 73, 74]. Приведем ряд общих факторов, определяющих выбор способов полива для Северной зоны Республики Каракалпакстан:

- рельеф местности, характеризуемый малыми уклонами (0,0001-0,0002) и меньше;
- большое удельное содержание почв с низкой и средней водопроницаемостью;
- сохранение в течение вегетации высокой температуры, осадки очень редки, преобладание длительных периодов с ветрами со скоростью 12-20 м/с.

Произведена оценка применимости способов полива, которая показала, что наиболее перспективен полив кукурузы на силос по бороздам.

Поверхностные способы полива наиболее полно отвечают почвенным, гидрогеологическим, рельефным и хозяйственным условиям Северной зоны Республики Каракалпакстан. Требуется тщательная подготовка орошаемых

участков: капитальная и эксплуатационная планировки, устройство поливных элементов (полос), нарезка временной сети, применение мелких поливных арматур и др.

В рассматриваемой зоне планировки орошаемых участков проводят с учетом мощности верхнего плодородного слоя земли. Наиболее простой и дешевый способ сплошная планировка. Однако при нем нарушается плодородие почв на участках с малым гумусным слоем вследствие того, что сбалансируется общий объем срезов и подсыпок и на 20-30% площади участка плодородный слой уменьшается на 15-20 см. Данный способ планировки следует проводить на участках при хорошем рельефе и мощности плодородного слоя не менее 1,0 м.

В условиях Северной зоны Республики Каракалпакстан на участках с почвами тяжелого и среднего механического состава проявляются пухлые солончаки, они возникают на повышениях микрорельефа и составляют 3 – 8% от площади поливного участка. При проведении планировочных работ следует учитывать эти участки и предусматривать укладку срезанных слоев в специальные выемки ниже пахотного горизонта на дренирующие слои. На участках с солончаковыми пятнами в процессе эксплуатации не рекомендуется проводить текущую планировку длиннобазовыми планировщиками.

Эффективной мерой предупреждения засоления почв является своевременное проведение эксплуатационных планировок [5, 64], т.е. после вспашки, что обеспечивает снижение отклонения микрорельефа от проектной поверхности до ± 2 см.

Применение оборотных или балансирных плугов при вспашке предупреждает возникновение свальных гребней и разъемных борозд. В основном существует продольная схема расположения временной оросительной сети.

При организации поливов требуется согласование полива с

дополнительными и послеполивными механизированными обработками почв. Сменная производительность агрегатов (КР х 4 монтирован на тракторе Т-28х4), обрабатывающих почву, составляет 10-12 га в смену. Следовательно, площадь суточного полива должна быть кратной производительности механизмов, работающих на послеполивных обработках. Она будет нормироваться технической оснащённостью хозяйства и количеством поливальщиков.

Подача воды на временный ороситель должна быть кратной поливному току. Необходимо при этом учесть того, что одновременная подача воды возможна при использовании переносных, тонкостенных водосливов в 5 ÷ 10 поливных борозд.

Количество одновременно работающих поливных борозд зависит от уклонов выводных борозд, расходов временного оросителя и превышения горизонта воды над уровнем поля.

Длина выводной борозды может быть определена по формуле

$$l_6 = \frac{8,64 \cdot Q_{B.O} \cdot \eta T}{\ell \cdot m_0} \quad (5.10)$$

где l - длина поливного участка, м;

m_0 – поливная норма, м;

$Q_{B.O}$ – расход во временном оросителе;

T – время полива из одного оросителя равное 1 суткам;

η - КПД временной оросительной сети.

Значения коэффициентов полезного действия временной оросительной сети по исследованиям составили на средних 0,90-0,93 и на тяжелых 0,93-0,95.

При возделывании кукурузы на силос проводят две культивации до второго полива. На почвах с тяжелым механическим составом борозды не деформируются. Временная оросительная сеть нарезаются после устройства

борозд. На местах с малыми уклонами (в условиях фермерских хозяйств АВП Республики Каракалпакстан) применяют продольную схему поливов.

Нарезку временной оросительной сети для расходов 40-80 л/сек и выводных борозд производят канавокопателями КЗУ-0.3. При расходах до 150л/сек нарезку оросительной сети проводят канавокопателями КПУ-2000 А, КОР -500, ЛКА-2 в два следа, что улучшает условия подачи воды.

Рекомендуются длины борозд, расходы поливных струй в зависимости от уклонов и водопроницаемости почв при поливе кукурузы на силос животноводческими стоками. Необходимо организовать круглосуточную работу поливальщиков, однако при недостаточной их квалификации потери воды в ночное время могут возрасти из-за плохого водораспределения.

Урожайность на спланированных участках за счет равномерного увлажнения корнеобитаемого слоя по длине поливных борозд в 1,3 – 1,5 раза выше, чем на неспланированных.

5.3. Оценка технико-экономической эффективности предлагаемых мероприятий

Экономическая эффективность от внедрения предлагаемых рациональных режимов и передовых ресурсосберегающих способов, техники и технологии поливов кукурузы на силос оценена по «Типовой методике по расчету экономической эффективности внедрения новой техники и технологии в сельское хозяйство и мелиорацию» и разработанным рекомендациям НИИ рыночных реформ Министерства сельского и водного хозяйства.

По этим методикам все расчеты производятся на 1 гектар орошаемой площади или для массива орошения путем сравнения показателей эффективности контрольного (базового) и предлагаемых вариантов орошения кукурузы на силос.

За базовый (контрольный) вариант принята технология орошения кукурузы на силос, при поливах речными водами. Проведенные нами исследования по повышению эффективности орошения кукурузы на силос с использованием животноводческих стоков для условий Северной зоны Республики Каракалпакстан являются новыми, а результаты первыми.

Чистый доход от внедрения полива кукурузы на силос животноводческим стоком определен по формуле Д.Т.Зузика [48];

$$ЧД = СВП - С, \quad (5.11)$$

где СВП – стоимость валовой продукции с 1 га; сум/ц

С - себестоимость 1т. кукурузы на силос, сум/т.

По данным МС и ВХ Республики Узбекистан в условиях Республики Каракалпакстан закупочные цены кукурузы на зелёный корм в 2008г. составили 52,8 тыс.сум за тонну. Себестоимость 1ц кукурузы на силос $C=15,84$ тыс.сум.

$$\text{Здесь} \quad СВП = У \cdot ЗЦ, \quad (5.12)$$

где У- урожайность кукурузы на силос, ц/га;

ЗЦ- закупочная цена, сум/ц.

В табл. 5.4 приведены основные данные и технико-экономическое обоснование изученных вариантов по режиму орошения и передовой техники и технологии орошения кукурузы на силос сточными водами (расчет выполнен, исходя из площади 1 га)

Как установлено, наибольший чистый доход получен в 1-м варианте 1988,2 тыс.сум на 1 га, что на 24 % больше, чем в контрольном, в 4-м варианте, на 7 % по сравнению со 2-м вариантом и на 13% больше чем на 3-м варианте.

**Расчет технико-экономической эффективности режима орошения,
техники и технологии поливов кукурузы на силос животноводческими
стоками**

№ п/п	Показатель	Ед. изм.	Номера вариантов			
			1	2	3	4
1	2	3	4	5	6	7
1	Фактические оросительные нормы кукурузы	м ³ /га	3650	3690	3680	4650
2	Экономия оросительной воды	м ³ /га	1000	960	970	-
3	Фактическая урожайность кукурузы	т/га	65,0	60,5	57,0	49,8
4	Валовый сбор урожая (КЗИ=0,87)	т	74,71	69,54	65,51	57,24
5	Прирост валового сбора за счет урожайности по отношению к контролю	т	17,47	12,29	8,27	
6	Прирост валового сбора за счет возможного орошения дополнительной площади	т	7,15	6,65	6,27	5,48
7	Суммарный валовый сбор урожая с учетом возможного орошения дополнительной площадки	т	72,15	67,15	63,27	55,28
8	Стоимость продукции	тыс.сум/ т	52,8	52,8	52,8	52,8
9	Сельскохозяйственные издержки	тыс.сум/ т	15,04	15,04	15,04	15,04
10	Стоимость валовой продукции без учета сэкономленной воды	тыс.сум	2966	2760	2600	2272
11	Стоимость валовой продукции с учетом сэкономленной воды	тыс.сум	3055	2843,5	2679	2340,6
12	Суммарные сельскохозяйственные издержки без учета сэкономленной воды	тыс.сум	977,8	909,9	857,3	749
13	Чистый доход	тыс.сум	1988,2	1850,1	1742,7	1523
14	Эффективность использования оросительной воды	сум/м ³	540	500	470	320

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Региональный природно-производственный комплекс (РППК) состоит в диалектическом единстве повышения уровня и качества жизни населения в процессе использования животноводческих стоков и высвобождения чистых речных вод за счет использования животноводческих стоков на конкретных территориях и создания культурных ландшафтов, гарантирующих экологическую устойчивость природной системы и экономическую стабильность сельскохозяйственного производства.

Орошение кормовой культуры, в том числе кукурузы на силос с использованием животноводческих стоков в условиях недостаточной водообеспеченности в Республике Каракалпакстан, особенно в условиях острого дефицита речных стоков земель фермерских хозяйств и АВП Северной зоны, расположенных в хвостовой части магистральных каналов имеет большое народнохозяйственное значение. При развитии животноводства необходимо создание прочной кормовой базы, повышение плодородия почв, улучшение мелиоративного и экологического состояния орошаемых земель, а также охрана водоёмов от загрязнения и оздоровления окружающей среды. Нами разработаны рекомендации по использованию животноводческих стоков для орошения кормовых культур вблизи животноводческих ферм, позволяющие сформулировать следующие выводы.

ВЫВОДЫ

1. На основании результатов теоретических и полевых экспериментальных исследований уточнены теоретические положения, позволяющие определить расчетные значения режимов орошения и элементов техники бороздкового полива при поливе животноводческими стоками кормовых культур. Методика исследований и варианты изложены в монографии. Необходимо уточнить расчетные значения для других фермерских хозяйств и АВП по остальным зонам РК по данной методике.

2. Проведенная ирригационная оценка животноводческих стоков смесей 1:5, 1:7, 1:10 показывает, что они по всем существующим методам пригодны для орошения кукурузы на силос и других кормовых культур.

Установлено, что орошение животноводческими стоками оказывает положительное влияние на рост и развитие растений кукурузы: при поливах со смесью 1:5 высота в среднем на 30 см выше, чем в контроле.

3. Полевые экспериментальные исследования поливного режима кукурузы на силос во всех вариантах проводились при достижении нижнего порога влажности 70 % НВ в течение вегетации. Сроки поливов определяли на основании влажности метрового слоя. Расчётный слой устанавливали в зависимости от роста и развития кукурузы. Так, расчётный слой в фазе всходы – образование 3 - 7 листьев был равен 0,5 м, в фазе 9 – 11 листьев – 0,7 м. При достижении фазы выбрасывания метёлок и далее – 0,8 м и в фазе молочно-восковой спелости 1,0 м.

4. Значение поливных норм - 650-850 м³/га. В годы исследования за вегетационный период растения кукурузы на силос поливались 5 раз. Оросительная норма в 1-м варианте составила 3650 м³, во 2-м варианте составила 3680 м³, в 3-м варианте составила 3690 м³ и в 4-м варианте составила 4650 м³. Результаты опытов показывают, что орошение стоками значительно повышает урожай зелёной массы кукурузы. Смесью 1:5 обеспечила прибавку – 152 ц/га по сравнению с контролем (498 ц/га). Увеличение кратности разбавления приводило к снижению урожайности. Так, при поливах со смесями 1:7 и 1:10 получены соответственно 605 и 570 ц/га урожая.

5. По природнохозяйственным условиям хозяйств Республики Каракалпакстан более распространён поверхностный способ полива. Все пропашные культуры поливаются по бороздам. Оптимальными элементами бороздкового полива кукурузы на силос животноводческими стоками установлены следующие: на капитально спланированных землях-

максимальная длина поливных борозд составил -300м, ширина междурядья - 0,9м, форма поперечного сечения борозд трапециидальная, расход поливной борозды -0,8-2,0 л/с; строительная глубина поливных борозд -0,18-0,25м, глубина наполнения борозд оросительной водой -0,09-0,12м.

6. Улучшение мелиоративного, экологического и экономического условия при поливе кукурузы животноводческими стоками достигнуто при поливе с созданием слоя призмы в конце поливных борозд. При этом полностью исключены поверхностные и вертикальные сбросы. Ниже расчетного слоя КПД бороздкового полива достигло 0,97-0,98, а на контрольном участке при поливе кукурузы на силос речными водами без создания слоя призмы 0,76-0,79.

7. Экономическая эффективность полива кукурузы на силос с использованием животноводческих стоков, а также речными водами показывает преимущества поливов с использованием животноводческих стоков.

Эффективность оросительной воды с использованием животноводческих стоков составила в 1-м варианте 540 сум/м³, во 2-м варианте 500 сум/м³, в 3-м - 470 сум/м³ и в 4-ом варианте при поливе речными водами составил 320 сум/м³.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ

1. В условиях острого дефицита поверхностных вод в фермерских хозяйствах АВП Северной зоны Республики Каракалпакстана расположенных в концевой части крупных магистральных каналов животноводческие стоки являются большим резервом и главным источником развития сельского и водного хозяйства. Использование животноводческих стоков на орошение обеспечивает улучшение мелиоративного, экологического и санитарно-эпидемиологического условия местности.

2. Животноводческие стоки при повышенных минерализациях и непригодностью их прямым использованием на орошение кукурузы необходимо смешивать с речными стоками.

На основании результатов исследования наиболее эффективным соотношением смешивание сточной воды с речными водами является 1:5.

3. Оросительная норма кукурузы на силос сорта «Ватан» на тяжелых почвах механическим составом при залегании уровня грунтовых вод 2,5 м составляет $M=3650 \text{ м}^3/\text{га}$, и при залегании уровня грунтовых вод 3,0 м составляет $4500 \text{ м}^3/\text{га}$.

Предполивная влажность почвогрунтов расчетного слоя должна быть 70% от НВ. Значение поливных норм в зависимости от фазы развития кукурузы составляют $m=550-800 \text{ м}^3/\text{га}$.

4. По природно-хозяйственным, мелиоративным и экологическим условиям АВП Северной зоны Республики Каракалпакстан более приемлемым и ресурсосберегающим способом орошения кукурузы животноводческими стоками являются поверхностные способы полива.

На малых уклонах поверхности орошаемых полей 0,00015-0,0002 со сложным микрорельефом полив кукурузы по бороздам с междурядьем шириной 0,90м обеспечивает малоудовлетворительную мелиоративную и

экономическую обстановку. На орошаемых землях хозяйств АВП создают условия для получения урожая кукурузы на силос в пределах 400-450 ц/га.

5. Устойчивый рост продуктивности орошаемых полей при поливе животноводческими стоками с высокими значениями КПД бороздкового полива (0,97-0,98) и КИВ достигается при внедрении новой техники и технологии полива кукурузы с созданием слоя призмы в конце поливных борозд разработанной диссертантом. При этом категорически отсутствуют поверхностные и подземные сбросы оросительных вод, что создает необходимых мелиоративных экологических, санитарно – эпидемиологических условия. Повышение производительности труда поливальщиков при бороздковом поливе достигается с увеличением длины борозд на спланированных землях, а увеличение значение КЗИ до 0,90-0,92 происходит за счет уменьшения протяженности выводных борозд, на поливных участках с применением вспомогательных приспособлений (трубочек, трубочек - сифончиков, переносных щитков и др.)

Обеспечиваются повышение урожайности кукурузы ($Y=650$ ц/га) при сложных природно-хозяйственных условиях Северного и аналогичных регионах нашей Республики.

6. Техничко-экономический эффект от внедрения, предложенный автором новой техники и технологии орошения кукурузы сорта «Ватан» с применением рекомендуемых элементов техники бороздкового полива на тяжелых почвах с уклоном местности $i = 0,00015-0,0002$, длины борозд $l_6=300$ м, расходом поливной борозды $q=1,8$ и $2,0$ л/с составляет 1988,2 тыс. сум/га в год.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Каримов И.А. Указ Президента Республики Узбекистан от 29 октября 2007г. №УП 39-32 «О мерах по коренному совершенствованию системы мелиоративного улучшения земель». - Т.: Газета «Народное слово», 30.10.2007.
2. Каримов И.А. Постановление Президента Республики Узбекистан от 21 апреля 2008 г. №ПП-842 «О дополнительных мерах по усилению стимулирования увеличения поголовья скота в личных подсобных, дехканских и фермерских хозяйствах и расширению производства». -Т.: Газета «Народное слово», 22.04.2008.
3. Каримов И.А. Мировой финансово-экономический кризис, пути и меры по его преодолению в условиях Узбекистана. - Т.: Узбекистан -2009. 23-с
4. Аверьянов С.Ф. Фильтрация из каналов и ее влияние на режим грунтовых вод.- М.: Колос, 1977. -128 с.
5. Аверьянов С.Ф. Борьба с засолением орошаемых земель. - М.: Колос. 1978. -288 с.
6. Авлиякулов А., Цамутали А., Хусанов Р., Безбородов Г.А. Система земледелия в условиях коренного изменения структуры сельскохозяйственного производства. - Т., 1998.
7. Айдаров И.П., Голованов А.И. Мелиоративный режим орошаемых земель и пути его улучшения. Журнал "Гидротехника и мелиорация", 1986, №8, С. 44-47.
8. Акжанов А.А., Зубаиров О.З. Влияние орошения сточными водами на почву // Труды ТИИИМСХ.- Т.,1976.С. 93-94.
9. Алиев И.Г., Бончковский Н.Ф. Определение оптимальных элементов техники полива по бороздам // Труды ВНИИГиМ.- М., 1970. С.188-212.
10. Алпатьев С.М. Методические указания по расчетам режима орошения с/х

- культур на основе биоклиматического метода. – Киев, 1967. С.12-16.
11. Аметов А., Джуманазарова А.Т., Сапаров Б., Механизация уборки коровников // Ўзбекистон кишлок хужалиги. – Ташкент, 2005.- №5. -С.24.
 12. Антипов-Каратаев И.П., Кадер Г. М. Методика мелиоративной оценки орошаемой воды // Почвоведение.- 1959.- №2.- С.96-101.
 13. Аракелов П.Б. Совершенствование бороздкового полива. – Т.: Мехнат, 1989. - 70 с.
 14. Ахмедов Х.А. Основные вопросы орошения и улучшения водопользования.- Т.: Узбекистан, 1972. С.15.
 15. Ахмедов Х.А. Сугориш мелиорацияси. – Т.: Укитувчи, 1977. – 24 с .
 16. Багров М.Н., Кружилин И.П. Оросительные системы и их эксплуатация. –М.: Агропромиздат, 1988.
 17. Бараев Ф.А., Хамидов М.Х. Эколого-мелиоративные проблемы в бассейне реки Сырдарьи // Водные ресурсы Центральной Азии.- Т.:- 2000- №1- С 84-87.
 18. Бараев Ф.А., Шеров А.Г. Новая нетрадиционная технология улучшения эколого-мелиоративного состояния подверженных засолению орошаемых земель // Узбекистон жанубидаги ер ва сув ресурсларидан фойдаланиш самарадорлигини ошириш муоммолари. - Карши, 2004.
 19. Безбородов Г.А. Водосберегающая технология бороздкового полива // Гидротехника и мелиорация - 1993.- №3 –С. 20-22.
 20. Беспалов Н.Ф., Мальцев С.Н. Способы полива и эффективность использования воды // Сельское хозяйство Узбекистана.- 1992.- №2.- С. 50-51.
 21. Вавилов П.П. Растениеводство.- М.: Агропромиздат, 1986. –С 98-110.
 22. Вильямс В.Р. Земледелие с основами почвоведения. - М.: Сельхозгиз 1949.
 23. Геткер М.И., Куропатка Л.М., Рубинова Ф.Э. Сток возвратных вод в

- бассейне реки Сырдарьи и его влияние на минерализацию речной воды в современных условиях и в перспективе // Гидрогеологические исследования в Средней Азии. Труды САРНИГМИ. Вып. 25(106)-М., 1975.
24. Гостищев Д.П. Подпочвенное орошение сточными водами // Вестник сельскохозяйственной науки. – М.- 1982.- №2.
 25. Гостищев Д.П. Проблемы повышения экономической эффективности орошаемого земледелия в рыночных условиях – М., 2000.-С.11-13.
 26. Голченко М.Г., Желязко В.И. Орошение животноводческими стоками. Горький. БСХА,1982.-31с.
 27. Горбов В.А. Санитарная охрана почвы.- М., 1971.
 28. Григоров М.С., Кенжегалиев Г.Г. Продуктивность сахарного сорго // Кукуруза и сорго. - 1990. - №I.- С.37-39.
 29. Данильченко Н.В. Расчёт режимов орошения с/х культур // Гидротехника и мелиорация – 1978. - №1.
 30. Даримбетов У.Д., Мустафаев Ж.С. Математическое моделирование почвенно-мелиоративных процессов в орошаемых землях//Труды ТИИИМСХ, Вып.129. - Ташкент, 1983. С.77-85.
 31. Джуманазарова А.Т., Пасиев Б., Сапаров Б. Влияние реологических параметров навоза на эффективность работы системы навозоудаления// Вестник аграрной науки Узбекистана. – Т., -2005.- №3 (21). - С.62-65.
 32. Джуманазарова А.Т., Сапаров Б.Б. Загрязнение окружающей среды отходами животноводства // Проблемы рационального использования и охрана биологических ресурсов Южного Приаралья, Международная науч.-прак.конф.- Нукус, 2006. - С.72-73.
 33. Джуманазарова А.Т. Орошение сельскохозяйственных культур сточными водами // Материалы Респ. науч.прак. конф. -Нукус, 2006.-С.23-24.
 34. Джуманазарова А.Т., Сапаров Б.Б. Шарўашылык ондириси шыгындыларын пайдаланыўды техникалык экономикалык бахалаў //

- Миллий экономикада басекеге шыдамлылыкты арттырыў хам регионаллык баскарыўдын машкалалары: Материалы респ. науч.-практ. конф. –15-16 мая 2007.- Нукус, 2007. -С.62-64.
35. Джуманазарова А.Т. Особенности режима орошения сельскохозяйственных культур сточными водами в условиях Республики Каракалпакстан // Орол буйи экологик шароитида қишлоқ хўжалик махсулотларини етиштиришнинг илмий асослари: Материалы респ. науч.-практ. конф. - 14-15 мая 2008. - Нукус, 2008. -С.18-19.
 36. Джуманазарова А.Т., Узаков Т.Ж. Повышение эффективности использования мелиорированных земель // Орол буйи экологик шароитида қишлоқ хўжалик махсулотларини етиштиришнинг илмий асослари. Мат.респ.науч.практ. конф.- Нукус, 2008. С 20.
 37. Джуманазарова А.Т. Экономическая эффективность орошения сточными водами в условиях Республики Каракалпакстан // Хаял-кызлардын илимдеги орны. Мат.респ.науч.практ. конф.- 29 сентября 2008, -Нукус, 2008.- С.43-44.
 38. Джуманазарова А.Т. Повышение плодородие почвы и ирригационная оценка сточных вод// Проблемы повышения продуктивности сельскохозяйственных культур. – Сб. материалов респ. науч. прак. конф. –25-26 ноября 2009. -Бухара, 2009.-С.122-125.
 39. Джуманазарова А.Т. Энергетическая оценка влияния орошения сточными водами на пищевой режим почвы // Ауыл хожалыгында илим изертлеу натийжелерин ондириске ендириу тийкарлары: Материалы респ. науч. прак. конф.- 25-26-мая 2010, Нукус, 2010. -С.29-31.
 40. Джуманазарова А.Т. Математическая модель по использованию сточных вод. Ташкент, 2010, Вестник ТашГТУ, №1-2, -С.146-150.
 41. Джуманазарова А.Т. Кукуруза на силос: Орошение животноводческими стоками // Сельское хозяйство Узбекистана, - Ташкент, 2010, №9, -С.19.
 42. Джуманазарова А.Т. Режим орошение кукурузы при поливе

- животноводческими стоками в условиях Республики Каракалпакстан // Agro - ilm научное приложение журнала «Сельское хозяйство Узбекистана, Ташкент, 2010, № 2 (14), -С.34-35.
43. Джуманазарова А.Т. Использование животноводческих стоков на орошение сельскохозяйственных культур // Вестник Каракалпакского отделения Академии наук Республики Узбекистан, - Нукус, 2010. -№3, -С.15-18.
 44. Дмитриева В. И., Никитин В. А., Поленина В. А. Использование стоков животноводческих комплексов. - М.: Россельхозиздат, 1977. - 62 с.
 45. Додолина В.Т. Пригодность для орошения и удобрительная ценность некоторых видов сточных вод. - М.: Колос, 1965. - 14 с.
 46. Додолина В.Т. и др. Некоторые критерии пригодности почв для орошения животноводческими стоками // Использование животноводческих стоков для орошения. - Вильнюс, 1977.
 47. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки).- М.: Агропромиздат, 1985. - 346 с.
 48. Зузик Д.Т., Веденяпин В.Е. Практикум по экономике водного хозяйства. -М.: Колос, 1972г.
 49. Икрамов Р.К. Принципы управления водно-солевым режимом орошаемых земель Средней Азии в условиях дефицита водных ресурсов.- Т., 2001.-18с
 50. Калашников К.Г. Применение минерализованных вод для орошения сельхозкультур. – Кишинев.: Штиинца, -1983. -132с
 51. Камбаров Б.Ф. Техника полива с/х культур. – Т.: Узбекистан, 1980.-25с.
 52. Камбаров Б.Ф. Техника и технология поливов. - Ташкент.: Мехнат, -1988. -23с.
 53. Каримов Э.К. Улучшение эколого-мелиоративного состояния и повышение продуктивности орошаемых земель Узбекистана (на примере Голодной и

- Каршинской степей): Автореф. дис. докт. техн. наук. – М.:, 1995.- 48 с.
54. Кац Д.М. Контроль режима грунтовых вод на орошаемых землях. - М.: Колос, 1967.-21с.
 55. Кац Д.М. Влияние орошения на грунтовые воды. - М.: Колос, 1976.- 271 с.
 56. Кац Д.М., Пашковский И.С. Мелиоративная гидрогеология.-М.: 1988. -18с.
 57. Кашкаров А.К., Кривовяз С.М. и др. Орошаемое земледелие аридной зоны. Т.: Укитувчи, 1984. -С.43-48.
 58. Колпаков В.В., Сухарев И.П. Сельскохозяйственные мелиорации. – М.: Колос, 1981. – С. 38-50.
 59. Костяков А.Н. Основы мелиорации. – М.: Сельхозгиз, 1960. - С.52-108.
 60. Костяков А.Н. Избранные труды. - М.: Сельхозгиз, 1961.-С.25-52
 61. Кривовяз С.М. О выборе элементов техники полива по бороздам // Хлопководство – 1960. - №2.
 62. Курбанбаев Е.К. Мелиорация земель в Каракалпакии // Сельское хозяйство Узбекистана.- 1970.- №6 – С.16-17.
 63. Курбанбаев Е.К. Режим формирования грунтовых вод в дельте Амударьи // Труды САНИИРИ. Вып.126.- Т.- 1971. –С. 39-47.
 64. Курбанбаев Е.К. Засоление орошаемых земель и его меры предупреждения. - Нукус, 1973.-18с.
 65. Курбанбаев Е.К., Петракова С., Константинова Л. Спасти воды Амударьи // Сельское хозяйство Узбекистана. -1991.- №2 - С.48-49.
 66. Курбанбаев Е.К., Аденбаев Б., Курбанбаев С. Оценка пригодности оросительных и коллекторно-дренажных вод на орошение и промывку засоленных земель // Вестник Каракалпакского отделения АН РУз.- 1998.- №7.- С.23-25.
 67. Лактаев Н.Т. Проект методических указаний для проведения полевых опытов по изучению техники бороздкового полива, камеральной обработке результатов обоснования этих указаний (рабочие гипотезы). –

- Т.,1965.
68. Лактаев Н.Т., Будников Г.И. Переменный расход при бороздковом поливе // Труды САНИИРИ.- Т., 1974.
 69. Лактаев Н.Т. Перспектива внедрения прогрессивной технологии полива в Узбекистане // Новая техника в эксплуатации оросительных систем Средней Азии и Казахстана. –Т., 1975. С.3-9.
 70. Лактаев Н.Т. Методика районирования орошаемых земель в целях применения наиболее рациональных способов и техники полива сельскохозяйственных культур. - М.: Колос, 1978.
 71. Лев В.Т., Артукуметов З. Сточные воды и орошение. -Т.: Мехнат, 1990.
 72. Легостаев В.М., Меднис М.П. Режим орошения и гидромодульное районирование. – Т.: Узбекистан, 1971.
 73. Лепнова Е.С. Методы определения величины водопроницаемости грунтов зоны аэрации. – Труды ВНИИГиМ Вып.54(3), М., 1972.
 74. Ляпин А.Н. Выбор рациональных элементов техники полива при новой системе орошения //- Хлопководство.-1953.- №5.
 75. Марымов В.И. Использование промышленных сточных вод для орошения.- М.: Колос, 1982.- 71с.
 76. Минаев В.Г. Удобрение, урожай, качество.- Воронеж, 1966.- 129 с.
 77. Мирзаев С.Ш. Формирование и размещение запасов подземных вод Узбекистана // Вопросы методики их изучения и проблемы хозяйственного использования – Т.: Фан, 1974.
 78. Мирзаев С.Ш., Серебренников Г.К. К вопросу использования подземных вод на орошение в комплексе с поверхностными водами // Т.: Гидротехника и мелиорация в условиях Узбекистана.-1975.-№78.-С. 22-27.
 79. Мироненко М.А. Крупные животноводческие комплексы и окружающая среда // Медицина. - М. -1980. -255 с.
 80. Моделирование и управление водно-солевым режимом почв. -Алма-ата.:

- Наука, 1976.-179 с.
81. Можейко А.М. Использование сточных вод для орошения. - Харьков, 1972. -108 с.
 82. Мустафаев Ж.С., Умирзаков С.И., Ахметов Н.Х., Сейдуалиев М.А., Сагаев А.А., Козыкеева А.Т., Мустафаева Л.Ж. Ландшафтно-экологическое обоснование адаптивного мелиоративного режима почвы при реконструкции техногенных нарушенных природных систем в низовьях реки Сырдарья (Аналитический обзор). - Тараз, 2002.- 98 с.
 83. Назаров С.И., Вороницкий И.А., Уровня В.А. Система удаления, накопления и утилизация навоза. -Минск: Урожай, 1979.- 98 с.
 84. Натальчук М.Ф. Внутрихозяйственная эксплуатация оросительных систем. -М.: Колос, 1969.
 85. Натальчук М.Ф., Ахмедов Х.А., Ольгаренко В.И. Эксплуатация гидро-мелиоративных систем. - М.: Колос, 1983.- 280 с.
 86. Нерпин С.В., Чудновский А.Ф. Физика почвы. - Москва.: Наука, 1967.- 583 с.
 87. Никитин В.А. Орошение жидким навозом в ГДР// Использование сточных вод животноводческих ферм и комплексов для орошения сельскохозяйственных угодий // Тезисы докладов Всесоюзной научно-технической конференции -М., 1975. С.32-37.
 88. Никитин В.А., Дмитриева В.И., Поленика В.А. Подготовка и орошение животноводческими стоками // Сб.научн.трудов ВНИИГиМ им.Костякова А.Н. Вып.3.- М. 1976. С.10-17.
 89. Никитин В.А., Дмитриева В.И. Нормы внесения животноводческих стоков на поля орошения // Гидротехника и мелиорация.- 1977. -№1.- С.107-111.
 90. Новиков В.М. и др. Использование сточных вод для орошения земель. -Москва.: Колос, 1983, С.46-85.
 91. Панков В.И., Прохоров А.Н. Оценка пригодности воды для орошения //

- Гидротехника и мелиорация. 1985. - №10. –С.54-58.
92. Рамазанов О.Р., Юсупбеков О. Тупрокшунослик ва дехкончилик. –Т.: Шарк, 2003, -С.184-189
 93. Рахимбоев Ф.М., Хамидов М. Кишлок хужалик мелиорацияси. – Т.: Узбекистон, 1996.
 94. Серикбаев Б.С., Бараев Ф.А. и др. Гидромелиоратив тизимлардан фойдаланиш. -Т.: Мехнат, 1994.-162с.
 95. Серикбаев Б.С., Бараев Ф.А. и др. Практикум по ЭАГМС. -Т.: Мехнат, 1996. -18с.
 96. Серикбаев Б.С., Серикбаева Э.Б., Эффективность орошения сельскохозяйственных культур дождевыми и подземными водами., Т.: «Фан», 2006.-75с.
 97. Серикбаев Б.С и др. Влияние водного режима и норм удобрений на продуктивность кукурузы // Вестник Аграрной науки Узбекистана. -Т. 2003.- № 3.
 98. Серикбаев Б.С., Серикбаева Э.Б., Джуманазарова А.Т., Эргашев Т., Мирзохидова Ф.М., Мирзаахмедова Н., Удобрительный режим орошения кукурузы на силос при поливе животноводческими стоками. // Вестник аграрной науки Узбекистана. -Т.–2008.- №3(33).
 99. Серикбаев Б.С., Эргашев Т., Джуманазарова А.Т. Удобрительный режим орошения кукурузы на силос при поливе животноводческими стоками // Тез.докл. Международная научно-техническая конференция, ТИИМ., -Т., 2008.
 100. Серикбаева Э.Б. Анализ сточных вод Узбекистана // Сельское хозяйство Узбекистана. – Т. -2000.- №4. С.43-44.
 101. Серикбаева Э.Б. Орошение сельскохозяйственных культур сточными водами в Узбекистане // Труды Международной научной конференции. –Волгоград, 2001.С.145-146.

102. Серикбаева Э.Б. Водопотребление сельхозкультур при поливе сточными водами // Труды ВолжНИИГИМ.- М. 2002. С.67-68.
103. Серикбаева Э.Б. Повышение экономической эффективности орошения бороздкового полива // Труды ВГСХА. -Волгоград, 2002. С.84-86.
104. Серикбаева Э.Б. Орошение сточными водами – гарантия экономической и экологической безопасности / Commission internationale des irrigations et du drainage.- М. 2004.
105. Серикбаева Э.Б., Джуманазарова А.Т. Экологически безопасные технологии использования сточных вод в сельском хозяйстве// Проблемы надёжности и безопасности гидротехнических сооружений: Материалы Респ. Научно-практ. конф. –22-23 ноября 2006.- Ташкент, 2006. -С.32-34.
106. Серикбаева Э.Б., Серикбаев Б.Б. Развитие орошения сельскохозяйственных культур сточными водами в Узбекистане. Stiinta Agricola. Moldova. - 2005. -Nr.1. –Кишинев, -48 с.
107. Терпигорев А.А. Движение воды в бороздах при дискретном поливе. ВИИИГиМ, М. 1993. -С.14-15.
108. Толченко М.Т., Желязко В.И. Орошение сточными водами. –М.: Агропромиздат, 1988.- 104 с.
109. Умирзаков С.И. Экологически безопасные технологии утилизации сточных вод. - Тараз. 2008.-С.195-200.
110. Умирзаков У.П, Абдурахимов И.Л. Сув хўжалиги менежменти, Тошкент, «IQTISOD-MOLIYA», 2008.
111. Хамидов М.Х., Шукурлаев Х.И., Маматалиев А.Б. Кишлок хўжалик гидротехника мелиорацияси. - Т.: 2008. - С.64-92
112. Хожасов А.С. Джуманазарова А.Т., Мамбетназаров А. Диверсифицированные системы земледелия в Республике Каракалпакстан // Сб.науч.тр. НФТашГАУ. - Нукус, 2006. С.22-23.
113. Шабанов В.В., Рудаченко Е.П. Типизация объектов с/х мелиорацией.

- М.: Вестник с/х науки.- 1971. - №1.- С 83-87.
114. Шаров И. А. Эксплуатация гидромелиоративных систем. -М.: Колос, 1968.- 384 с.
115. Шатилов И. С. Экологические, биологические и агротехнические условия получения запланированных урожаев // Известия ТСХА, 1970.-№3.
116. Шеров А.Г. Водосберегающая технология - залог высокого урожая // Сельское хозяйство Узбекистана.- 1997. - №4, -С.24-25.
117. Шредер В.Р. Районирование режимов орошения // Гидротехника и мелиорация. -1966.- №8. -С.1-9.
118. Шредер В.Р., Васильев Н.К., Трунова Т.А. Методика расчета оросительной нормы с/х культур для хлопковой и не хлопковой зоны бассейна Аральского море. –Т .: -1979. -С.57.
119. Штыков В.И., Шевелев Я.З., Кошевой О.Ю. Использование стоков животноводческих комплексов на специализированных системах. -М.: Россельхозиздат, 1987. -87 с.
120. Шукурлаев Х.И., Маматалиев А.Б., Шукурлаева Р. Кишлок хужалик гидротехника мелиорацияси. -Т.: Шарк, 2007. -212с.
121. Шульц М. Круглогодичное орошение сточными водами. -М.: Колос, 1975. - 191с.
122. Шумаков Б.Б. Орошение. - М.:Агропромиздат, -1990. –С.73-77.
123. Шумаков Б. Б. Оросительная система в хозяйстве -М.: Колос, 1975. -151с.
124. Шумаков Б.Б., Новиков В.М. и др. Использование сточных вод для орошения // Научные труды ВАСНИЛ -М .: Колос, 1978.-166 с.
125. Шумаков Б.Б. и др. Мелиорация и водное хозяйство. Орошение Справочник. // М.: Агропромиздат , -1990, -.С. 73-77.
126. Щербаков В.А., Голубев А.В., Мосненко Н.А., и др. Экономика природопользования. – Саратов, 2000.
127. Якубов Х.И., Икрамов Р.К., Рахимов Н.Р. К вопросу совершенствования

- оценки мелиоративного состояния земель и состава мелиоративного кадастра // Тез.докл. Всесоюзного научно-технич. Совещания «Совершенствование методов надзора за мелиоративным состоянием орошаемых земель и оценки влияния водных мелиораций на окружающую среду».-Ашхабад, 1987. -С. 89-90.
128. D.Renault and I.W. Makin “Modernizing Irrigation Operations: Spatially Differentiated Resources Allocations”. 1999, 32 pp. ISBN 9209090-386-4.
 129. Droogers P., Kite G., Murray-Rust H. Use of simulation Models to evaluate irrigation performana including Water productivity, risk and system analyses // Journal of Irrigation Science.-2000. -19 (3). P.139-145.
 130. Jensen M.E. Water consumption by agricultural plants. In; water deficits and plant growth, 1975. Vol.2, Academic press. New-York. P.17.
 131. Intizar Hussain, Lida Raschid, Munir Hanjra, Fuard Marikar and Wim van der Hoek. “Framework for Analyzing Socioeconomic, Health and Environmental Impacts of Wastewater Use in Agriculture in Developing Countries”. 2001. P.32.
 132. Claugia Freisem and Waltina Sheumann “Institutional Arrangements for Land Drainage in Developing Countries”. Literature review. -2001. -P.76.
 133. Kruse Gordon, Efficiencies of sprinkler and furrow irrigation, Chicago, USA, 1961-1985. Vol.28. №2.-P.517-521.
 134. Michael A.M. Irrigation Theory and Practice, New Delhi, Reprint, 1981. - P.298.
 135. Hitel D. Soil and water-physical principles and processes, Academic press, New York, 1971. P.228.
 136. Walker W.H., Slogerboc G.V. Surface irrigation. Theory and practice. Endbewood Gliffs. H.j. 1987, 12. P.286.

Бичими 60x84 1/16. Ризограф босма усули. Times гарнитураси.

Шартли босма табоғи: 7,65. Адади 100. Буюртма № 22.

Баҳоси келишилган нарҳда.

«ЎзР Фанлар Академияси Асосий кутубхонаси» босмахонасида чоп этилган.

Босмахона манзили: 100170, Тошкент ш., Зиёлилар кўчаси, 13-уй.

«Navto'z» нашриёти.

ISBN 978-9943-383-57-9



9 789943 383579