

**О.В. Каблуков, С.А. Максимов,  
В.В. Пчелкин, О.М. Кузина, Ю.А. Мырксина**

**Практикум по эксплуатации и мониторингу  
внутрихозяйственных оросительных  
систем в засушливой зоне**



**Москва 2024**

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ -МСХА ИМЕНИ К.А. ТИМИРЯЗЕВА**

**О.В. Каблуков, С.А. Максимов,  
В.В. Пчелкин, О.М. Кузина, Ю.А. Мырксина**

**Практикум по эксплуатации и мониторингу  
внутрихозяйственных оросительных  
систем в засушливой зоне**

**УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ  
ПО НАПРАВЛЕНИЮ  
35.03.11 – ГИДРОМЕЛИОРАЦИЯ**

**Москва  
2024**

УДК 631.171 (075.8)

ББК 40.70а73

K12

О.В. Каблуков, О.М. Кузина, С.А. Максимов, В.В. Пчелкин, Ю.А. Мырксина. Учебное пособие «Практикум по эксплуатации и мониторингу внутрихозяйственных оросительных систем в засушливой зоне». – М. Изд. \_\_\_\_\_, 2024, 117 с.

Рецензенты:

В.П. Максименко, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник отдела «Мелиорации земель» ФГБНУ «ФНЦ гидротехники и мелиорации им. А.Н. Костякова»

Г.В. Ольгаренко, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, член-корреспондент РАН, зам. директора ФГБНУ ВНИИ «Радуга».

В пособии приведены материалы по курсовому проектированию эксплуатационных и мониторинговых мероприятий при функционировании внутрихозяйственной оросительной системы на примере хозяйств засушливой зоны РФ. Настоящее пособие разработано для оказания методической и практической поддержки студентов при выполнении самостоятельной работы.

Учебное пособие содержит сведения, необходимые для формирования профессиональных компетенций при подготовке бакалавров по направлению 35.03.11 – Гидромелиорация и рекомендуется для использования в учебном процессе.

ISBN

© О.В. Каблуков, О.М. Кузина, С.А. Максимов,  
В.В. Пчелкин, Ю.А. Мырксина. 2024

© ФГОУ ВО РГАУ-МСХА имени  
К. А. Тимирязева, 2024

## **ВВОДНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

### **Цели и задачи курсового проекта**

Универсальность как в прикладном научном, так и в практическом предназначении это уникальное свойство эксплуатационных дисциплин. Гармоничное сочетание в едином функциональном кластере практических навыков и знаний из различных научных и отраслевых направлений позволяет студентам овладеть системными принципами эксплуатационного менеджмента и научиться управлять многоуровневыми предприятиями.

От ранее издававшихся практикумов по эксплуатационным дисциплинам настоящее методическое пособие имеет существенное различие, не только в связи с новыми хозяйственными условиями, в которых функционируют водохозяйственные системы, развитием науки и техники, технологии, но и в связи с усовершенствованием методики преподавания: материал изложен в форме курсового проекта, который в зависимости от рабочей программы может быть легко расчленен на тематические курсовые работы или расчетно-графические работы. Такой подход позволяет решить основную задачу высшего образования - научить студентов старших курсов самостоятельно выбирать корректные стратегии при возникновении производственных ситуаций различного характера.

Смысловая часть, предложенной к выполнению курсового проекта, по своей структуре организована по принципу от простого к сложному. Техническое содержание является своеобразной азбукой для понимания предназначения водохозяйственных систем в целом и гидромелиоративных систем в частности, оценки важности всех составных технологических и инфраструктурных элементов, осмысления целей эксплуатационных мероприятий по различным направлениям деятельности. По аналогии с реальным производством, расчетный материал курсового проекта составлен та-

ким образом, чтобы результаты изначальных расчетов использовались в последующих, но при этом можно трансформировать содержание проекта и форму работы по тематическим разделам в зависимости от программы направления подготовки.

Освоение предложенного материала в курсовом проекте позволит развить у будущих специалистов базовые и практические знания, обеспечит готовность к профессиональной деятельности в качестве специалиста на предприятиях, сфера деятельности которых включает использование водных, земельных и других видов природных ресурсов для хозяйственного и делового оборота.

При ограниченном сроке обучения студентов и строго регламентированном времени, отводимом на изучение эксплуатационной дисциплины, невозможно рассмотреть все встречающиеся в практике гидромелиоративные объекты даже локализованные в засушливой зоне. Лимит учебного времени исключает полноценный учет многообразных условий функционирования водохозяйственных систем и сооружений. В данном пособии приходится ограничиться только типичными случаями для проработки основных видов эксплуатационных мероприятий.

Курсовой проект в предложенном пособии позволяет решить следующие образовательные задачи:

- получить знания об использовании и применении в производственном и учебном процессе нормативной литературы и материалов, программного обеспечения и ИТ-технологий;
- развить навыки работы с картографическим материалом, умение проводить расчеты с использованием нормативно-технической документации и оперативной информации, в том числе размещаемой в ИТ-сети;
- изучить особенности устройства и компоновки водопроводящих сооружений и оборудования распределительных гидромелиоративных систем, получить сведения о сопутствующей технологической инфраструктуре и техни-

ческих средствах, с помощью которой осуществляются эксплуатационные мероприятия на этих системах;

- получить знания об устройстве внутрихозяйственных систем и компоновке соответствующих водопроводящих сооружений, технологического оборудования для проведения поливов, сооружений водоотводящей сети, технических средств эксплуатации;

- получить знания о функционировании объектов и сооружений гидромелиоративных систем в рамках единого водохозяйственного комплекса;

- изучить методы проведения мониторинга объектов и окружающей среды, технологического контроллинга и системы сервисного обслуживания элементов водохозяйственного комплекса и гидромелиоративных систем;

- освоить виды и изучить регламент работ по техническому обслуживанию и управлению технологическими элементами гидромелиоративных систем различного ранга, порядку финансирования эксплуатационных мероприятий и ведению документооборота;

- изучить структуру управления эксплуатационных организаций, ознакомиться с нюансами профессиональной деятельности для разных уровней управления и должностных обязанностей;

- получить представление о реальных производственных и сопутствующих процессах на современных водохозяйственных комплексах и гидромелиоративных системах различного ранга как функциональной части рационального природообустройства.

В предложенном пособии сформирован материал для выполнения курсового проекта или расчетно-графической работы для направления подготовки 35.03.11 - Гидромелиорация с целью формирования у обучающихся комплекса знаний, умений и навыков проведения и осуществления мероприятий по эксплуатации и мониторингу объектов и сооружений гидромелиоративных систем.

## **Разработка основной части курсового проекта**

Основная часть курсового проекта формируется в виде пояснительной записки, в которой предлагается решение конкретных задач в области мелиорации, водного хозяйства, агротехники и защиты окружающей среды; управления процессами водопользования и природообустройства в неблагоприятных природных условиях с учетом обеспечения экономической эффективности агропроизводства и экологических требований на сельских территориях; мелиоративного и природоохранного обустройство протекторатных территорий с целью защиты от вредных воздействия природных стихий и антропогенной деятельности; управления водохозяйственными системами комплексного назначения.

Исходя из целей и задач изучаемой дисциплины - основная часть курсового проекта носит конструктивно-технологический характер. В пояснительной записке формируются данные и сведения о технических устройствах и конструкциях водохозяйственных систем, о содержании технологических или производственных процессов различных по направленности эксплуатационных мероприятий, о соблюдении требований действующих в стране водного и земельного Кодексов, законодательств по охране окружающей среды, а также требований ведомственных нормативных документов на отдельные виды эксплуатационных работ и мероприятий. В курсовом проекте кроме инженерных и технологических расчетов предусматривается разработка исследовательского раздела в реферативной форме.

По объему курсовой проект должен быть в пределах 45-55 страниц печатного текста. Примерная структура курсового проекта представлена в таблице 1.

Таблица 1.

## Структура курсового проекта и объем отдельных разделов

№ п/п	Элемент структуры курсового проекта	Объем (примерный) страниц
1	Титульный лист ( <i>Приложение А</i> )	1
2	Задание	1
3	Аннотация	1
4	Содержание	1-2
5	Обозначения и сокращения (при наличии)	1
6	Введение	1-3
7	Основная часть	29-38
7.1	Эксплуатация внутрихозяйственной части системы (теоретические, технологические и методические основы исследуемого вопроса, расчеты по обоснованию технологических параметров, оптимизации и эффективности производственных процессов)	20-25
7.2	Эксплуатация межхозяйственной части системы (теоретические, технологические и методические основы исследуемого вопроса, расчеты по обоснованию технологических параметров, оптимизации и эффективности производственных процессов)	18-22
8	Выводы	1-2
9	Библиографический список	не менее 5 источников

Методические указания по выполнению курсового проекта по эксплуатационным дисциплинам для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизи-

зического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

Основная часть в структуре курсового проекта делится на две части, оформленных в виде разделов: Раздел 1. Эксплуатация внутрихозяйственной части системы; Раздел 2. Эксплуатация межхозяйственной части системы. Примерное содержание разделов и глав курсового проекта следующее:

**Ведение. Характеристика природно-хозяйственных условий региона.**

**Раздел 1. Эксплуатация и мониторинг внутрихозяйственной оросительной системы.**

**Глава 1.1.** Состав внутрихозяйственной оросительной сети и её основные показатели.

**Глава 1.2.** Организация эксплуатационных мероприятий и определение затрат на их проведение.

**Глава 1.3.** Определение эффективности эксплуатационных мероприятий при орошении сельскохозяйственных культур в агропредприятии

**Глава 1.4.** Мониторинг и производственные исследования производственных показателей внутрихозяйственной оросительной сети.

**1.4.1.** Определение коэффициент полезного действия хозяйственной сети.

**1.4.2.** Мероприятия по уменьшению потерь воды в хозяйственной сети каналов.

**Глава 1.5.** Определение лимита забора воды в систему в расчётном году.

**1.5.1.** Анализ климатических данных региона.

**1.5.2.** Выбор расчётного года.

**1.5.3.** Определение параметров забора воды в систему в расчётном году.

**Глава 1.6.** Реконструкция и модернизация внутрихозяйственной сети. (Реферативная часть)

**Раздел 2. Эксплуатация и мониторинг межхозяйственной распределительной гидромелиоративной системы.**

**Глава 2.1.** Компоновка и принципы размещения сооружений межхозяйственной распределительной системы.

**2.1.1.** Определение основных параметров.

**2.1.2.** Водопроводящая часть системы.

**2.1.3.** Технические устройства для эксплуатации системы.

**Глава 2.2.** Производственная база для проведения эксплуатационных работ на межхозяйственной оросительной системе.

**2.2.1.** Организация производства ремонтных работ.

**2.2.2.** Структура производственной базы для выполнения эксплуатационных работ.

**2.2.3.** Организация работы технического персонала системы.

**2.2.4.** Автоматизация процессов водораспределения на межхозяйственной системе и энергетическое обеспечение.

**Глава 2.3.** Финансирование эксплуатационных мероприятий на межхозяйственной распределительной системе.

**2.3.1.** Затраты на эксплуатацию межхозяйственной оросительной сети.

**2.3.2.** Ориентировочный перспективный план развития оросительной системы.

**2.3.3.** Паспорт межхозяйственной системы. Параметры технико-экономических показателей.

**Глава 2.4.** Прогноз водного баланса грунтовых вод на орошаемых землях. Улучшение мелиоративного состояния земель. (Реферативная часть)

В данном учебном пособии рассматриваются материалы для написания глав Раздела 1 Эксплуатация и мониторинг внутрихозяйственной оросительной системы. Материалы по Разделу 2 можно изучить по отдельно изданному учебному пособию **«Практикум по эксплуатации и мониторингу межхозяйственных распределительных системы в засушливой зоне»**.

В процессе выполнения Раздела 1 курсового проекта или отдельной расчетно-графической работы студентам необходимо ознакомиться с устройством и технологическим

оснащением ординарных внутрихозяйственных гидромелиоративных систем, обеспечивающих создание благоприятных факторов окружающей среды непосредственно на обслуживаемых участках, с порядком организации водоподачи на поля системы, особенностями организации обслуживания и ремонта элементов сети, с формами отчетности и технико-экономическими показателями работы систем.

В первой главе Раздела 1 необходимо рассмотреть и обосновать технические характеристики объектов эксплуатации внутрихозяйственной системы – водопроводящей сети каналов и дождевальной поливной техники, их балансовой стоимости и инвентарной принадлежности; дать рекомендации по управлению водно-воздушным режимом почв; обосновать и обозначить места размещения водораспределительных сооружений, подобрать конструктивные устройства для средств водоучета и контроля мелиоративного состояния земель.

Во второй главе Раздела 1 определяются: состав и объем ремонтно-эксплуатационных работ, организация службы эксплуатации, численность персонала, потребность в эксплуатационных машинах, механизмах, транспортных средствах и оборудовании для выполнения регламентных мероприятий. В данной главе определяются общие затраты на эксплуатацию гидромелиоративной системы и приводятся рекомендации по заключению подрядных работ, отражающие особенности эксплуатации внутрихозяйственных систем.

В третьей главе Раздела 1 проводятся расчеты показателей экономической эффективности, также производится определение сравнительных характеристик технико-экономических показателей эксплуатации системы. Анализируются полученные результаты и определяются пути повышения экономической эффективности капитальных вложений и снижения эксплуатационных затрат при орошении земель в засушливой зоне.

В четвертой главе Раздела 1 приводятся данные производственных исследований на гидромелиоративной системе и определяются технологические показатели водопроводящей сети каналов и обосновываются предложения по повышению коэффициента полезного действия внутрихозяйственной сети, рассчитываются затраты на противофильтрационные мероприятия для повышения КПД.

В пятой главе Раздела 1 проводится расчет лимита забора воды в систему в расчётном году путем статистического анализ климатических данных региона и подбора данных для расчетного года. Проводится расчет графика водопользования по декадам вегетации.

В реферативной шестой главе Раздела 1 предлагается обосновать варианты создания новой технологической оснащённости для проведения поливов на базе внедрения прогрессивного поливного оборудования или новой дождевальной автоматизированной техники, определяется экономическая эффективность мероприятий по модернизации оросительной сети.

В целом в ходе выполнения курсового проекта студенты должны освоить формы организации эксплуатационных мероприятий. Овладеть способами расчета технологических параметров при осуществлении плановой водоподачи, методы организации эксплуатационных работ и определения затрат на эксплуатацию внутрихозяйственной системы. Так как все главы тематически связаны между собой, числовые данные перекрестно используются в расчетах, студентам следует проявлять внимательность и аккуратность для того, чтобы не допускать ошибок и не пересчитывать несколько раз весь проект.

### **Требования к разработке структурных компонентов курсового проекта**

При разработке разделов курсового проекта прежде всего должны соблюдаться требования действующих в

стране основ водного и земельного законодательств, законодательства по охране природы, а также требования ведомственных нормативных документов на отдельные виды эксплуатационных работ и мероприятий. Выполняется требование соответствия принятых для рассмотрения в ходе выполнения курсового проекта мероприятий по эксплуатации внутрихозяйственной части гидромелиоративной системы основным положениям утвержденной Рабочей программы дисциплины. При изложении содержание публикаций других авторов обязательным условием является ссылка на источник.

Основные требования по компонентам курсового проекта следующие:

- самостоятельное выполнение технико-экономических расчетов в полном объеме без математических и логических ошибок;
- наличие обоснованных выводов на основании анализа полученных результатов работы;
- оригинальное без грубого плагиата составление реферативного раздела с обязательной ссылкой на цитируемый источник;
- исчерпывающая информированность о содержании работы и способность студента доказать правильность любого тезиса из текста.

Для успешного освоения материала курсового проекта рекомендуется следующий порядок выполнения самостоятельных исследовательских мероприятий:

- Изучить текст учебного пособия и полезную информацию из рекомендованной литературы, особенно по порядку выполнения и требованиям к порученной работе. При появлении естественных затруднений обратиться к преподавателю за консультацией.
- Приступить к выполнению курсового проекта или расчетно-графической работы по своему варианту, последовательно выполняя изложенные в пособии расчеты и задания с соблюдением нормативных требований.

- При подготовке реферативного раздела курсового проекта и подборе литературных источников следует уяснить творческую задачу, ознакомиться с предложенным планом или составить свой, и действовать в намеченном направлении.

- После завершения творческой работы необходимо обратиться к вопросам, которые будут предложены на защите курсового проекта. Правильные ответы на вопросы будут говорить о том, что дисциплина освоена в пределах требований учебной программы.

## **ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТА**

### **Определение темы курсового проекта**

Темы курсовых проектов подобраны с учетом их актуальности в соответствии с программой учебного курса при соблюдении условия выполнения самостоятельных вариантов для каждого студента.

Тема курсового проекта формулируется в зависимости от задания по варианту в следующей редакции - «Эксплуатация и мониторинг внутрихозяйственной части в агропредприятии (название агропредприятия) и межхозяйственной части (название системы) гидромелиоративной системы по варианту № (1...30) природно-климатических факторов». Каждый обучающийся получает свой вариант для выполнения курсового проекта. Тема может быть уточнена по согласованию с руководителем курсового проекта. Варьирующие исходные данные выдаются каждому обучающемуся на бланке задания по курсовому проекту (Приложение Б).

Варьирующий контент курсового проекта составляют: 1. план внутрихозяйственной части системы в агропредприятии и заданный преподавателем масштаб плана; 2. план межхозяйственной части гидромелиоративной системы и заданный преподавателем масштаб плана, а также количество обслуживаемых хозяйств; 3. вариант исходных данных к расчетам по климатическим параметрам региона по 11 го-

дам наблюдения (30 вариантов); 4. данные по гидрогеологическим и водно-физическим свойствам угодий, а также площади и состав культур севооборотов на них.

Для проведения расчетов и компетентного решения конкретных задач курсового проекта в данном пособии имеются подробные пошаговые методические указания.

### Техническое задание

Техническое задание на выполнение курсового проекта (Приложение Б) содержит необходимые для расчетов сведения по исходным данным, перечень подлежащих разработке в работе вопросов, перечень дополнительных материалов и выдаётся за подписью руководителя, датируется днём выдачи и регистрируется на кафедре в журнале. Факт получения задания удостоверяется подписью обучающегося в указанном журнале.

Исходные данные для Раздела 1 курсового проекта выдаются на кафедре в следующем составе:

1. План межхозяйственной и внутрихозяйственной системы с расположением трассы магистрального канала и водозаборных сооружений М 1: 100000; М 1: 50000 М; 1: 40000; М 1: 20000.
2. Основные данные системы: валовая площадь системы, проектная ордината графика гидромодуля, водно-физические параметры почв, график бытового уровня грунтовых вод, перечень технических устройств и эксплуатационного оснащения.
3. Климатические данные за 11 лет наблюдения по 30 вариантам.
4. Вспомогательные расчетные данные в пособии:
  - удельные стоимости элементов и устройств системы;
  - удельные стоимости по реконструкции и дооборудованию устройств системы;
  - данные по амортизации сооружений, удельные объемы эксплуатационных работ и затрат на эксплуатацию.

- структура производственной базы; штат системы.
5. Бланки таблиц для выполнения расчетов Раздела 1.

### **Методические указания по выполнению курсового проекта**

Для решения поставленных задач в качестве репрезентативного примера определены оросительные системы агропромышленных комплексов и сельскохозяйственных угодий, расположенных в засушливой зоне (или по-другому в зоне недостаточного увлажнения) Российской Федерации. При это реализуется принцип - расчеты, проводимые в рамках курсового проекта, выполняются по материалам реально действующей межхозяйственной и внутрихозяйственной системы.

Обслуживаемые системой агропредприятия имеют растениеводческое и животноводческое направление на базе орошаемого земледелия. По условиям курсового проектирования расчеты выполняется для одного из севооборотных массивов растениеводческого агропредприятия. Земли освоены под орошение зерновых культур, овощей и садов. На рассматриваемом массиве устроена и функционирует оросительная сеть, которая обеспечивает соответствующие режимы орошения сельскохозяйственных культур. По условиям задания по Разделу 1 необходимо определить:

1. Технологические параметры и балансовую стоимость составных элементов внутрихозяйственной оросительной системы.
2. Определить эксплуатационные издержки на содержание внутрихозяйственной оросительной системы.
3. Определить потребное количество мелиоративно-строительной техники для выполнения эксплуатационных мероприятий и прядок организации выполнения работ.
4. Определить эксплуатационные затраты на техническое обслуживание и очистку каналов.

5. На основе заданной урожайности сельскохозяйственных культур с орошаемых и неорошаемых земель определить экономическую эффективность внутрихозяйственной оросительной системы.

6. Разработать мероприятия по повышению технологической эффективности внутрихозяйственной оросительной системы, повышения КПД сети и внедрения водосберегающих технологий.

7. Определить лимиты водопользования по данным расчетного года, плановые оросительные нормы для культур севооборота, овощей и садов.

8. Разработать мероприятия по созданию модернизированной закрытой оросительной сети для автоматизированных дождевальных установок.

Примерный план-график выполнения курсового проекта с учетом графика учебного процесса представлен в таблице 2.

Таблица 2

Примерный план-график выполнения курсового проекта

№	Наименование действий	Сроки, № недели семестра
1	Выбор темы	1 неделя
2	Получение задания по курсовому проекту	1 неделя
3	Уточнение темы и содержания курсового проекта	2 неделя
4	Составление библиографического списка	2 неделя
5	Изучение научной и методической литературы	3 неделя
6	Сбор материалов, подготовка плана курсового проекта	3 неделя
7	Анализ собранного материала	3 неделя
8	Предварительное консультирование	3 неделя
9	Написание теоретической и реферативной части	4-5 неделя

10	Проведение инженерных расчетов, получение материалов расчетов с использованием программных продуктов, обработка данных компьютерных расчетов, обобщение и оформление полученных результатов, оформление графической части	6-12 неделя
11	Представление руководителю первого варианта курсового проекта и обсуждение представленного материала и результатов	13 неделя
12	Составление окончательного варианта курсового проекта	14 неделя
13	Заключительное консультирование	14 неделя
14	Рецензирование курсового проекта	15 неделя
15	Защита курсового проекта	15 неделя

Курсовой проект оформляется в виде расчетно-пояснительной записки с приложением планов межхозяйственной и внутрихозяйственной гидромелиоративной системы с нанесенными линейными и одиночными сооружениями в указанном масштабе с необходимыми условными обозначениями. Вспомогательные расчетные схемы приводятся непосредственно в расчетно-пояснительной записке.

Расчеты по курсовому проекту начинаются с определения правил и способов их проведения. Данные для расчетов определяются по плану путем непосредственных измерений (с соблюдением масштаба) линейных размеров элементов оросительной сети. Количество узлов, сооружений и измерительного оборудования высчитываются по тому же плану. Способ расчета указан в тексте расчетно-пояснительной записки курсового проекта. Расчеты выполняются в табличной форме и являются неотъемлемой частью расчетно-пояснительной записки курсового проекта.

На примере отделения агропредприятия определяется состав и балансовая стоимость системы при существующем состоянии, определяется эксплуатационные показатели внутрихозяйственной сети на основе расчетных данных по каждому виду оросительных каналов. Составляется план во-

допользования системы. Графически оформляется план внутриводопользовательской системы с нанесением каналов всех уровней, водовыпускных сооружений всех типов, в том числе сбросных, коллекторно-сбросной сети, пруда-накопителя, дорог с мостами и переездами, скважин для наблюдения за УГВ, лесных полос и состава легенды плана.

Для поддержания системы в рабочем состоянии определяются объемы ремонтных работ, очистки сети от наносов и зарастания, стоимость работ из расчета на год, календарные сроки их выполнения и необходимая производственная база. Определяются мелиоративные и сельскохозяйственные издержки за год.

На основе технических данных системы и данных по использованию мелиорированных земель определяются технико-экономические показатели работы системы. Формулируются краткие выводы по анализу полученных расчетом технико-экономических показателей.

В заключительной части работы составляется реферативный раздел, включающий обоснование технологических усовершенствований для рассматриваемой системы, поиск необходимой научно-технической информации и логическое её изложение в контексте всей самостоятельной работы.

Расчетно-пояснительная записка должна быть лаконичной с точным техническим описанием эксплуатационных мероприятий, без лишних подробных пояснений, но с необходимым обоснованием и выводами. В расчетно-пояснительной записке от начала до конца должна четко прослеживаться логическая связь выполняемых операций и расчетов, а также должны быть отмечены основания для выполнения этих операций. Данные обозначенные в таблицах как базовые, могут использоваться во всех вариантах самостоятельных расчетов.

Формулы, приводимые в записке, должны быть сначала записаны в общем виде. Расчеты, как правило, выполняются в таблицах, реже путем произведения подстановки

исходных данных и выполнения необходимых вычислений. При расчетах и использовании исходных данных необходимо внимательно следить за соблюдением одинаковой размерности. Значения берутся из исходных данных, из комментариев в формулах или из таблиц.

Необходимо заносить в текст данные из расчетных таблиц или текстовые данные в особо выделенные места (пробел с нижним подчеркиванием или заменить фразу по варианту). В конце каждого раздела требуется сделать краткие выводы по анализу полученных расчетом технико-экономических показателей, шаблон выводов приведен в тексте.

### **Выполнение графической части работы**

В Разделе 1 графически оформляется план внутрихозяйственной части оросительной системы с нанесением каналов всех уровней, водовыпускных сооружений всех типов, в том числе сбросных, коллекторно-сбросной сети, прудонакопителя, дорог с мостами и трубчатыми переездами, скважин для наблюдения за УГВ, лесных полос и состава легенды плана.

В соответствии с заданным масштабом графическая часть работы выполняется на выданном плане агропредприятия, который является своеобразной контурной картой. На этой карте с помощью преподавателя необходимо распознать все линейные объекты внутрихозяйственной сети и обвести их трассы карандашом определённого цвета с требуемой толщиной линии. К линейным объектам относятся:

Границы участков севооборотов и землепользования - обозначаются пунктирной линией черного цвета толщиной 0,3 мм.

Границы полей - обозначаются штрихпунктирной линией черного цвета толщиной 0,3 мм.

Магистральный канал - обозначается сплошной красной линией толщиной 1,5 мм.

Хозяйственный распределительный - канал обозначается сплошной красной линией толщиной 1,0 мм.

Участковый распределительный канал - обозначается сплошной красной линией толщиной 0,7 мм.

Временная оросительная сеть - обозначается сплошной красной линией толщиной 0,3 мм.

Коллекторно-сбросная сеть - обозначается сплошной синей линией толщиной 0,7 мм.

Эксплуатационные дороги - обозначаются сплошной коричневой линией толщиной 0,7 мм.

Лесополосы - обозначаются сплошной зеленой линией толщиной 0,7 мм.

Также на плане оросительной системы, после консультации с преподавателем, определяются и обозначаются места расположений объектов землепользования, гидротехнических сооружений, инфраструктурных объектов, контрольно-измерительного оборудования и средств мониторинга.

К площадным объектам относятся севооборотные участки, участки под овощи и фруктовые сады (объекты землепользования). Дифференциация по видам землепользования осуществляется фоновым оттенением различного цвета. Лучше использовать светлые пастельные тона – розовый, желтый, светло-зеленый. Поля обозначаются кругом диаметром 8...10 мм. Круг делится горизонтальной линией на две равные части, в верхней части римской цифрой обозначается номер севооборота I, II, III, IV, арабской цифрой обозначается номер поля севооборота 1,2,3,4,5,6,7,8. В нижней части указывается площадь поля в гектарах – 60 га.

Место гидротехнических сооружений на плане соответствует их прямому назначению и определяется с помощью преподавателя. В начале определяются места главного водозабора в систему - точек водовыдела агропредприятия или водозаборных гидротехнических сооружений с перегородивающим затвором и водомерным оборудованием для запуска воды в хозяйственные распределители. Для них же,

соответственно в конце канала, сбросные сооружения с перегораживающим и водомерным оборудованием для инженерного отвода избыточных и аварийных вод. Затем на план наносится соответствующее условное обозначение этих сооружений в начале и в конце каналов.

Далее определяются местоположения водозаборных гидротехнических сооружений с перегораживающим затвором и водомерным оборудованием для запуска воды в участковые распределители. Для них же, соответственно в конце канала, сбросные сооружения с перегораживающим и водомерным оборудованием для инженерного отвода избыточных и аварийных вод. На план наносится соответствующее условное обозначение для указанных сооружений в начале и в конце каналов.

В местах подключений временных оросителей к участковым распределителям значком из условных обозначений отмечаются места расположения щитоводовыпусков.

На главном сбросном коллекторе, на выходе из внутрихозяйственной сети, непосредственно у водоприемника условным обозначением фиксируется место устройства главного поста учета количества и качества сбросных вод. Рядом с этим местом необходимо изобразить пруднакопитель – обозначить голубым цветом границы зеркала пруда и условным обозначением плотину.

Затем определяются места расположение мостов и переездов в точках пересечения дорогами трасс водных преград - каналов и коллекторов. Другими словами, где коричневая линия пересекает красную или синюю устанавливается мост, если пересекаются обе устанавливается одно сооружение моста соответствующим значком из условных обозначений.

В местах расположения точек выдела воды в агропредприятие, на контроле у водоприемника, водозаборных и сбросных сооружений необходимо обозначить посты учета воды предложенным условным обозначением.

В оговоренных с преподавателем удобных местах системы (ближе к дорогам, в понижениях местности) устанавливаются скважины для наблюдения за уровнем грунтовых вод. Их количество должно совпадать с расчетным значением из таблицы, рядом с условным обозначением скважины обязательно ставиться её порядковый номер.

На отведенном месте карты заполняется легенда - полный перечень принятых условных обозначений. В перечне изображается отрезок используемых линий с соблюдением цвета, размера толщины и типа, рядом пишется название объекта. Здесь же наносятся все виды условных обозначений и, соответственно, прописываются обуславливаемые объекты. Все записи в легенде ведутся чернилами на одной стороне листа карты четкими разборчивым почерком, с расстоянием между строками в 8...12 мм. Если у автора расчетно-графической работы неразборчивый почерк, то легенду он должен заполнять чертежным шрифтом.

На рисунке 1 показан образец выполнения графической части курсового проекта по Разделу 1.



Рисунок 1 - Образец выполнения графической части внутрихозяйственной системы.

## **РАЗРАБОТКА ВВЕДЕНИЯ**

Во введении следует обосновать актуальность технологических и проектных разработок курсового проекта, раскрыть теоретическую основу и практическую значимость разрабатываемых эксплуатационных мероприятий, сформулировать цель и задачи инженерных расчетов на примере реально действующих объектов, расположенных в засушливой зоне (или, по другому, в зоне недостаточного увлажнения) Российской Федерации.

Географически к засушливой зоне относятся южное и центральное Черноземье, среднее Поволжье, северные районы Ставрополя, где отмечаются переменные условия водопользования, то есть чередование влажных и засушливых вегетационных сезонов или их отдельных периодов – это положение является основой для разрабатываемых мероприятий. Также во введении необходимо обосновать порядок организации водораспределения и учета всех видов потребляемых ресурсов на системах, раскрыть особенности процессов сервисного обслуживания и ремонта на гидромелиоративной системе.

### **Природно-хозяйственные условия засушливой зоны России**

К засушливым зонам земной поверхности относятся регионы, где чередуются в неопределенной последовательности засушливые и влажные сезоны, определяемые погодными или климатическим условиям. В данных зонах отмечаются переменные условия водопользования, то есть чередование влажных и засушливых вегетационных сезонов или их отдельных периодов. Причем засушливые периоды преобладают, а потребные расчетные расходы воды на орошение значительно изменяются из года в год.

К таким зонам относятся степные территории Евразии и Северной Америки, некоторые регионы Южной Аме-

рики и Африки. В России географически к ним относятся южное и центральное Черноземье, среднее Поволжье, северные районы Ставрополя, Юго-западная Сибирь и некоторые другие регионы.

В засушливых зонах ведение растениеводства и животноводства относится к рискованному сельскохозяйственному производству (рисунок 2).



Рисунок 2 - Потеря урожая кукурузы из-за почвенной засухи в зоне неустойчивого увлажнения.

По своим характеристикам сельскохозяйственные риски можно вполне отнести к категории рисков, которые представляют собой опасность нанесения ущерба сельскохозяйственному предприятию (или хозяйству сельского товаропроизводителя) вследствие нарушения нормального хода производственного процесса. Под нормальным производственным процессом можно понимать производственный процесс, протекающий при таких погодных условиях, когда сельскохозяйственное предприятие получает урожай не ниже средних значений для данной природно-климатической зоны. Основными признаками сельскохозяйственного риска являются, во-первых, его отраслевая принадлежность и, во-

вторых, конкретизация объекта, на который этот риск направлен - на производство.

Засушливые регионы России с коэффициентом аридности 0,11...1,00, охватывая территорию более 112 млн га, в т.ч. 76 млн га пашни, располагают большим природно-ресурсным потенциалом. Всего в этой зоне 6 экономических районов, включающих 13 республик, 4 края, 17 областей и одну автономную область, в том числе Центрально-Черноземный и Северо-Кавказский регионы, Поволжье, Урал, Западная и Восточная Сибирь. Здесь же из 142,8 млн человек проживает более 70 млн (49%), из них 21 млн в сельской местности (54%), производится 65-70% всего зерна, 50% мяса и молока, 70-80% овощей, плодов и ягод. Из общей площади сельскохозяйственных угодий и пашни России, составляющих по состоянию на 2006 г. соответственно около 215 и 122 млн га, в т.ч. сенокосов и пастбищ - немногим более 70 млн га, к собственно аридным территориям, в т.ч. крайне-, сильно-, средне- и слабоаридным землям с коэффициентами аридности 0,11...0,60, соответствующими пустынной, полупустынной, сухостепной и южной части степной зон, можно отнести 75 млн га. А с учетом периодически засушливой субаридной зоны северной части степи и юга лесостепи с коэффициентами аридности 0,61...0,80 общая площадь аридных территорий превышает 112 млн га, 70 млн га, или 60%, которой пашня.

Крайне аридные и сильноаридные территории с коэффициентами аридности 0,11...0,30 охватывают пустынные и полупустынные зоны Астраханской области, Республики Калмыкии, северной части Республики Дагестан, юга Волгоградской и Саратовской областей, востока Ставропольского края площадью от 8,7 до 13,1 млн га. Среднеаридные территории с коэффициентами аридности 0,31...0,45 занимают северную и центральную части Республики Дагестан, западную часть Республики Калмыкии, южную и центральную части Астраханской и Саратовской областей, центральную часть Ставропольского края, восточную часть Республики

Чечня, юг Ростовской области, западную часть Алтайского края, юг Новосибирской области, юг Оренбургской области - их площадь варьирует от 21,2 до 26,8 млн га.

Слабоаридные территории с коэффициентами аридности 0,46...0,60 распространены в степных зонах центральной части Волгоградской области, южной части Воронежской области, в Республиках Адыгее и Ингушетии, восточной части Северной Осетии, Кабардино-Балкарии, Карачаево-Черкесии, центральной и восточной частях Краснодарского края, Ростовской области, центре Саратовской области, на западе Ставропольского края, на юге Самарской области, в центральной части Алтайского края, на юге Курганской, Оренбургской, Челябинской областей и Красноярского края, в западной и южной частях Республики Тыва, на юго-востоке Читинской области, юге Республики Бурятия и востоке Агинского Бурятского автономного округа.

Субаридные территории России с коэффициентами аридности 0,61...0,80 занимают от 37,8 до 39,7 млн га в степных районах на севере Волгоградской области, центральной части Воронежской и Оренбургской области, юге Белгородской области, севере Саратовской области, в центральной части Алтайского края, юге Красноярского края, Омской, Новосибирской, Тюменской и Челябинской областей и Республики Бурятия, востоке Агинского Бурятского автономного округа, западе Республики Тыва, северо-востоке Республики Хакасии, юго-востоке Читинской области. Заметим, что проблемы рационального природопользования аридных зон неоднократно обсуждались на научных и производственных форумах, а соответствующие работы проводились практически весь послевоенный период. В частности, речь идет о Генеральной Схеме по борьбе с опустыниванием Черных земель и Кизлярских пастбищ, где был создан и успешно действовал технологический комплекс с системой научной поддержки.

В перечисленных регионах России для стабильного агропроизводства необходима система мероприятий гаран-

тированной эффективности вне зависимости от складывающихся погодных и экономических условий. Главный фактор риска в зоне неустойчивого увлажнения – дефицит увлажнения почвы и приземного воздуха на возделываемых угодьях, поэтому для поддержания нормальной жизнедеятельности культивируемых растений необходимо искусственное орошение - мелиорация. Мелиорация позволяет увеличить капитализацию основных производственных фондов агропредприятия.

Орошение может быть разовым, когда один раз в год создаются запасы влаги в почве (лиманное орошение), и регулярно действующим, когда вода подается в необходимое время и в требуемом количестве. Различают орошение увлажнительное, удобрительное и специальное, когда в поливную воду добавляют пестициды или полив производится теплой водой для предохранения почвы от переохлаждения.

Оросительная или гидромелиоративная система (общее название) - территория, оборудованная каналами, сооружениями и различными устройствами, обеспечивающими возможность своевременной подачи и распределения по полям оросительной воды.

Элементами оросительной системы являются водосточник (река, озеро, водохранилище, подземные воды), обеспечивающий бесперебойное снабжение водой в нужное время в достаточном количестве; головное, или водозаборное, сооружение - плотина (если источник орошения выше орошаемой территории), насосная станция (если источник воды ниже орошаемой территории), магистральный, или главный, оросительный канал, доставляющий воду из источника в распределительные каналы (рисунок 3) [8];



Рисунок 3 - Оросительный канал с насосной станцией для внутрихозяйственной системы.

распределительные проводящие каналы и трубопроводы — межхозяйственные, подающие воду из магистрального канала для орошения земель нескольких граничащих хозяйств, внутрихозяйственные, обслуживающие одно агропредприятие, подводящие воду к участку, полям севооборота и т. д.; оросительные устройства - временные оросители, поливные борозды, полосы, чеки для распределения поливной воды по полю дождевальные машины и агрегаты, системы капельного орошения водосбросная сеть каналов, необходимая для отвода ливневых и талых вод, для сброса воды, не впитавшейся в почву при поливе; защитные лесополосы вдоль каналов для предохранения полей от вредного действия ветра, предупреждения зарастания каналов и для затенения их, уменьшающего потери воды на испарение, технические средства эксплуатации – дороги. В эту группу также включаются: водомерные устройства, скважины, защитные дамбы, автоматизированные системы управления и много другое.

Настоящее пособие содержит основные рекомендации по разработке глав Раздела 1 курсового проекта, учиты-

вающие особенности эксплуатации внутрихозяйственных оросительных систем в составе межхозяйственных распределительных систем на примере действующих гидромелиоративных систем в засушливой зоне РФ - Энгельской в Саратовской области [7], Кутулукской в Самарской области, Право-Егорлыкской в Ставропольском крае. При этом используется фактический материал, содержащий карты и схемы систем и участков орошения, природно-климатические данные, технико-эксплуатационные показатели, объёмы и стоимости работ, другие сведения по различным вопросам эксплуатации систем.

В качестве примера рассмотрен вариант гидромелиоративной системы, расположенной в Ставропольском крае. В последующих расчетах использованы исходные данные этого региона.

## **СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА ВВЕДЕНИЕ**

### **Характеристика природно-хозяйственных условий объекта**

Александровский район (*по варианту*) расположен в центральной части Ставропольского края. Административный центр района – с. Александровское находится в 110 км юго-восточнее г. Ставрополя.

Район расположен в центральной части Ставропольского края. Территория муниципального образования относится к степной зоне. Лес занимает малую площадь и расположен по балкам, склонам в южной части муниципального образования.

Почвы преимущественно темно-каштановые и черноземы выщелоченные, солонцеватые, с мощностью гумусового горизонта 70-100 см и подверженные распылению структур.

Климат на территории муниципального образования резко континентальный. За год выпадает 450-550 мм осад-

ков. Средняя месячная температура воздуха составляет +24°С летом и – 5°С зимой.

Обычно перед наступлением зимы наблюдается длительный период предзимья продолжительностью 25-40 дней. Зима неустойчивая, резко увеличена пасмурность, нередки оттепели, часто повторяются туманы, гололеды, сильный ветер. Снежный покров незначителен и неустойчив. Наиболее низкие температуры (до –30°С) наблюдаются в январе. Весна начинается в феврале-марте, а в первой половине мая начинается жаркое сухое лето. Максимальная температура воздуха наблюдается в июле (до + 40°С). В сентябре начинается понижение температуры. Средняя продолжительность безморозного периода составляет 180-190 дней.

Число дней с сильным ветром (скорость ветра более 15 м/сек) составляет 45-60 дней в году. Сильные и даже умеренные ветры сопровождаются сильными песчаными бурями. Ветры западного направления не оказывают неблагоприятного влияния на развитие сельскохозяйственного производства. Господствующим является ветер восточных направлений и составляет 26 % .

Основные условия, способствующие загрязнению воздуха - штили с повторяемостью - 21 % и туманы.

По территории района протекают реки: Калаус, Мокрый Карамык, Тамузловка, Горькая, Калиновка. В центральной части района проложена одна из веток Большого Ставропольского канала. Имеются природные родники. Площадь земель водного фонда – 2,5 тыс. га.

Из природных ресурсов выделяются плодородные почвы - чернозёмы, имеются лесные массивы, месторождения глинистого сырья, которое используется для производства качественного кирпича и других перспективных строительных материалов.

Александровский район известен своей необычайной, удивительной по красоте природой. В нем имеются зоологический заказник «Александровский», причудливые геолого-геоморфологические памятники природы, озеро Соле-

ное, привлекающие внимание не только местных жителей, но и гостей Александровского района.

Александровский район находится во второй агро-климатической зоне Ставропольского края.

Общая площадь сельскохозяйственных угодий района составляет 175,5 тыс. га, из которых 128,2 тыс. га занимает пашня.

В районе работает более 400 предприятий различной специализации и форм собственности. Но основная отрасль района – сельское агропредприятие, на долю которого приходится около 60 % валового производства. Более 18 тыс. семей ведут личное подсобное агропредприятие.

Район имеет более 10 цехов переработки, способных удовлетворить потребность в продуктах питания. Это мельницы, хлебопекарни, маслоцеха, цеха по производству колбасных, кондитерских изделий.

В рассматриваемом агропредприятии, расположенном в зоне влияния межхозяйственной гидромелиоративной системы исходными параметрами согласно Технического задания являются следующие:

А. По межхозяйственной гидромелиоративной системе

Площадь валовая - *(по варианту)* т.га

Коэффициент использования земель под орошение (КИЗ) - *(по варианту)*

Климатические данные за годы - *(по варианту)*.

Температура воздуха, осадки, испаряемость *(по варианту) – выдается преподавателем)*

Забор воды *(по варианту водохранилище или насосная станция)* из реки *(по варианту)*.

Число водопользователей - *(по варианту)*.

Почвы темно-каштановые, развиты на средних суглинках, средний удельный вес 1,42 т/м<sup>3</sup>, ППВ – 20...25% от объема пор.

Грунтовые воды имеют слабую общую минерализацию не выше 0,01 мг/л, бытовой уровень в течение вегетации ниже 2,5 м.

Таблица 0.1.

Данные по урожайности сельхозкультур в регионе (по варианту)

Культура	Площадь, занимаемая культурой %	Урожай, ц/га	Поливной период	Оросительные нормы т.м <sup>3</sup> /га	Число поливов	Поля севооборотов
Озимая пшеница	10	40	25.IV-25. VI	1,4	3	I яр. пшеница
Яровая пшеница	10	35	05. V-25. VI	1,8	3	II яр. пшеница
Люцерна сена	20	120	10. V-01.IX	3,2	4	III люцерна
Кукуруза зерно	20	50	25. V-20. VII	2,4	4	IV люцерна
Картофель	5	200	20VI-01.IX	2,4	3	V овощи
Овощи	15	250	25.IV-1.IX	4	8	VI картофель
Сады	10	150	20. VII-01.X	2,4	3	VII оз. пшеница
Пожнивые	10	200	10. VII-01.X	2	3	

Таблица 0.2.

Исходные данные по грунтовым водам и почвам (по варианту)

%	Уровень грунтовых вод, м				Почвы %	ППВ %	d=т/м <sup>3</sup>
	I-3	IV-2	VII-2	X			
2-3 м-10					Легкие 10	15-20	1,4
3-4 м-20	II-3,2	V-2,3	VIII-2	XI	Средние 60	20-25	1,42
>4м-70	III-2,6	VI-2,1	IX-2,4	XII	Тяжелые 30	25-30	1,45

Ординаты графика гидромодуля, л/с/га	IV-0,1	VI-0,4	VIII-0,35	
	V-0,3	VII-0,4	IX-0,15	X-0,15

По внутрихозяйственной оросительной системе.

Средняя температуры воздуха в течении вегетации – 15...18°C.

Средняя расчетная (проектная) ордината графика гидромодуля  $q_{пр} = 0,4$  л/с\*га.

КПД хозяйственного распределителя  $\eta_{кр}$  = (по варианту).

КПД участкового распределителя  $\eta_{ур}$  = (по варианту).

С момента ввода внутрихозяйственной системы и ее оросительной сети в эксплуатацию, ответственность за ее функционирование, техническое состояние, сохранность несет хозяйствующий субъект - организация-землепользователь (собственник), в данном случае – агропредприятие (по варианту).

Собственник гидромелиоративной системы, в соответствии с действующим законодательством, обязан обеспечить безопасную эксплуатацию, регулярный мониторинг состояния гидротехнических сооружений (ГТС) и оборудования, контроль уровня негативного воздействия на природную и техногенную среду окружающего ландшафта. Собственник-водопользователь несет полную экономическую ответственность за нанесенный ущерб в случае аварии или техногенной катастрофы, расположенного в засушливой зоне РФ, - товарное растениеводство на базе орошаемого земледелия. Земли используются по трем направлениям (площади определяются по карте для обусловленных участков, данные заносятся в таб. 1.1 стр 1):

1. Зерновые севообороты (ЗСО-I, ЗСО-II, ЗСОIII, ЗСОIV) 8 или 10-польные: площадь каждого севооборота (по варианту) га, общая площадь  $\sum \omega$  СО= (по варианту) га;

2. Товарное овощеводство (ТОВ), площадь  $\omega$ ТОВ=

(по варианту) га;

3. Фруктовое садоводство (ФС), площадь  $\omega$  ФС = (по варианту) га.

Орошаемые угодья в хозяйстве занимают площадь

$$F_{ор} = \sum \omega CO + \omega TOB + \omega \text{ФС} = (\text{по варианту}) \text{ га.}$$

Распределение сельскохозяйственных культур по массиву орошения следующее (первые шесть позиций культуры севооборота):

4. Озимая пшеница – (по варианту) полей, общая площадь (по варианту) га;

5. Яровая пшеница – (по варианту) полей, общая площадь (по варианту) га;

6. Люцерна на сено – (по варианту) полей, общая площадь (по варианту) га;

7. Кукуруза на зерно – (по варианту) полей, общая площадь (по варианту) га;

8. Картофель – (по варианту) полей, общая площадь (по варианту) га;

9. Пожнивные – (по варианту) полей, общая площадь (по варианту) га;

10. Овощи - общая площадь полей (по варианту) га;

11. Сады - общая площадь полей (по варианту) га.

Основная задача, которая решается оросительной системой в агропредприятии (по варианту) – создание оптимального режима влажности в корнеобитаемом слое почвы для произрастания сельхозкультур и, как результат, получение гарантированного урожая за счет создания комфортных условий. Процесс забора воды из источника орошения, транспортировки её к месту использования и превращение потока воды в состояние почвенной влаги (доступной для растений) называется водопользованием.

Для засушливой зоны планирование водопользования проводят, исходя из строго регламентированных условий по возможности забора воды из источника орошения и

состояния природно-климатических факторов, которые характеризуются обеспеченностью 25%, 50% и 75% годового стока и осадков.

В зависимости от этих величин принципы планирования водопользования формируются по двум вариантам:

- бездефицитный, когда объем стока и количество осадков полностью удовлетворяют потребность растений в воде;
- при дефиците стока и осадков.

В первом варианте планирования для достижения биологически оптимального уровня урожайности эффективность плана выдерживается с одним ограничением – минимализацией отрицательного воздействия на водный режим источника.

По второму варианту планирования проводятся многоступенчатые оптимизации, чтобы получить требуемый результат по урожайности при существенном ограничении водного ресурса.

При планировании исходят из положения о том, что оптимальные влагозапасы для корнеобитаемого слоя почвы известны по каждой сельскохозяйственной культуре и задача сводится к расчету сроков и норм полива для поддержания оптимального значения параметра.

Расчеты проводятся в следующем порядке. В первую очередь составляется уравнение водного баланса для единичной площади поля и единичной корнеобитаемой глубины с целью дальнейшего распространения данных на все поля и для любой глубины. При этом полагают, что начальные влагозапасы в почве распределяются исходя из количества осенне-зимних осадков. На втором этапе, задавшись ходом изменения во времени поливного периода – осадков, температур, дефицитов влажности воздуха, рассчитывают режим подачи воды на поля для поддержания оптимальных влагозапасов с использованием соответствующего рекуррентного правила.

В результате расчетов получают идеализированный план подачи воды на поля единичной площади, занятой одной культурой, и для одной реализации природно-климатических факторов. Для построения реального плана полива для каждой сельскохозяйственной культуры устанавливают пределы изменения оптимальных влагозапасов от значения предельно-полевой влагоемкости до предположительного порога (0,65...0,7)ППВ.

Используя уравнение водного баланса, вычисляют нормы и сроки поливов для сельхозкультур данного агропредприятия (проектная норма). Расчет проектной оросительной нормы производится по исходным данным для всех сельскохозяйственных культур массива орошения и произведен в таблице 0.3.

Таблица 0.3.

Расчет проектной оросительной нормы (по варианту)

Поля севооборотов по карте	Культура* базовые данные	Площадь под культурой F, га. По карте	Урожай, ц/га* базовые данные		Поливной период* базовые данные	Осредненные поливные нормы, м <sup>3</sup> /га * базовые данные	Число поливов* базовые данные	Оросительные нормы, м <sup>3</sup> /га Гр 7*Гр8
			с орошением Уор	без орошения Убез.ор				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Озимая пшеница		52	33	25.IV- 25.VI	500	3	1500
	Яровая пшеница		54	34	5.V- 15.VII	600- 650	4	2500
	Люцерна на		165	95	20.IV - 10.IX	800- 850	6	4900

	Кукуруза на зерно		68	27	25.V- 20.VIII	600	5	3000
	Карто- фель		238	175	20.VI- 1.IX	650	6	3900
	Пожнив- ные		138	59	10.VII- 1.X	700- 750	4	2900
	Овощи		328	250	21.IV - 30.IX	650- 700	8	5500
	Сады		187	121	11.VI - 19.IX	650- 700	6	4000

## РАЗДЕЛ 1. ЭКСПЛУАТАЦИЯ ВНУТРИХОЗЯЙ- СТВЕННОЙ ЧАСТИ СИСТЕМЫ

### Глава 1.1. Состав внутрихозяйственной ороситель- ной сети и её основные показатели

**Основная задача внутрихозяйственной оросительной сети** в агропредприятии (*по варианту*) - это использование водных ресурсов для удовлетворения потребностей товарного растениеводства в требуемом количестве воды, заданного качества, в оптимальные сроки, не допуская в процессе эксплуатации отрицательного воздействия водохозяйственных объектов и сточных вод на природную среду [10].

Сельскохозяйственные угодья агропредприятия оснащены стационарной оросительной системой (внутрихозяйственная система орошения). Оросительная система через сеть открытых каналов различного порядка осуществляет нормируемую водоподачу в самотечном режиме непосредственно на основную поливную единицу угодий –

поле. Затем вода подается в дождевальные агрегаты, далее в виде капель (аналогично природному процессу) попадает на почву, путем фильтрации превращается в почвенную влагу и в таком состоянии поглощается сельхозкультурами или используется для транспортирования питательных веществ, параллельно дождевые капли воды, испаряясь, улучшает микроклимат полей, устраняют атмосферную засуху. Самотечный режим обеспечивается за счет гравитационных сил, то есть за счет перепада отметок земной поверхности или положительного уклона трасс на местности для всех каналов сети. Дренажная сеть на системе не предусмотрена так, как глубина залегания грунтовых вод ниже критического уровня, а минерализация не достигает предельных значений.

Схема внутривозвратной части системы в агропредприятии представлен на рис. 1.1.

Рисунок 1.1. - Схема внутривозвратной оросительной системы: 1 – межхозяйственный распределитель; 2- точки выдела воды в хозяйство, 3- хозяйственные распределители; 4- трубчатые водовыпуски водомеры; 5 - концевые сбросы; 6 – участковые распределители; 7 – водовыпуски во временные оросители; ;8 – дороги; 9 – коллекторы; 10 - временные оросители; 11- водомеры; 12- скважины.

Водозабор из магистрального канала межхозяйственной сети, проходящего по границе агропредприятия, осуществляется посредством гидротехнических сооружений, которые на диспетчерской схеме обозначаются как точки водовыдела в хозяйство. Точки водовыдела в хозяйство являются границей участков водопользования и пунктом взаимодействия с организацией эксплуатации межхозяйственной распределительной системы и, следовательно, объектом обоюдного контроля. Таким же объектом является главный пост учета количества и качества сбросных вод на основном сбросном коллекторе на выходе из внутрихозяйственной сети, непосредственно у водоприемника.

Для расчета параметров элементов внутрихозяйственной сети используются данные из плана внутрихозяйственной части системы в агропредприятии (*по варианту*), расчеты производятся в таблице 1.1.

План внутрихозяйственной системы в агропредприятии (*по варианту*) представлен на карте в масштабе 1:40000 (рис.1.2). Система имеет следующий состав:

❖ **Точки водовыдела агропредприятия** - это головные для системы, автоматизированные водозаборные гидротехнические сооружения (ГТС) с регулируемым перегородивающим узлом и водомерным устройством для контроля плановой водоподачи в агропредприятие. Сооружения осуществляют запуск воды в хозяйственные распределительные каналы. Всего сооружений (*по варианту*) шт.

❖ **Хозяйственные распределительные каналы (ХР)** - это каналы 1-ого порядка, проложенные от точки водовыдела (водозаборного сооружения) до сбросного сооружения в нижней части орошаемого массива. ХР частично облицованы противофильтрационной бетонной одеждой (на 50%), остальная часть в земляном русле, есть участки выполненные из железобетонных лотков.

❖ Хозяйственные распределительные каналы

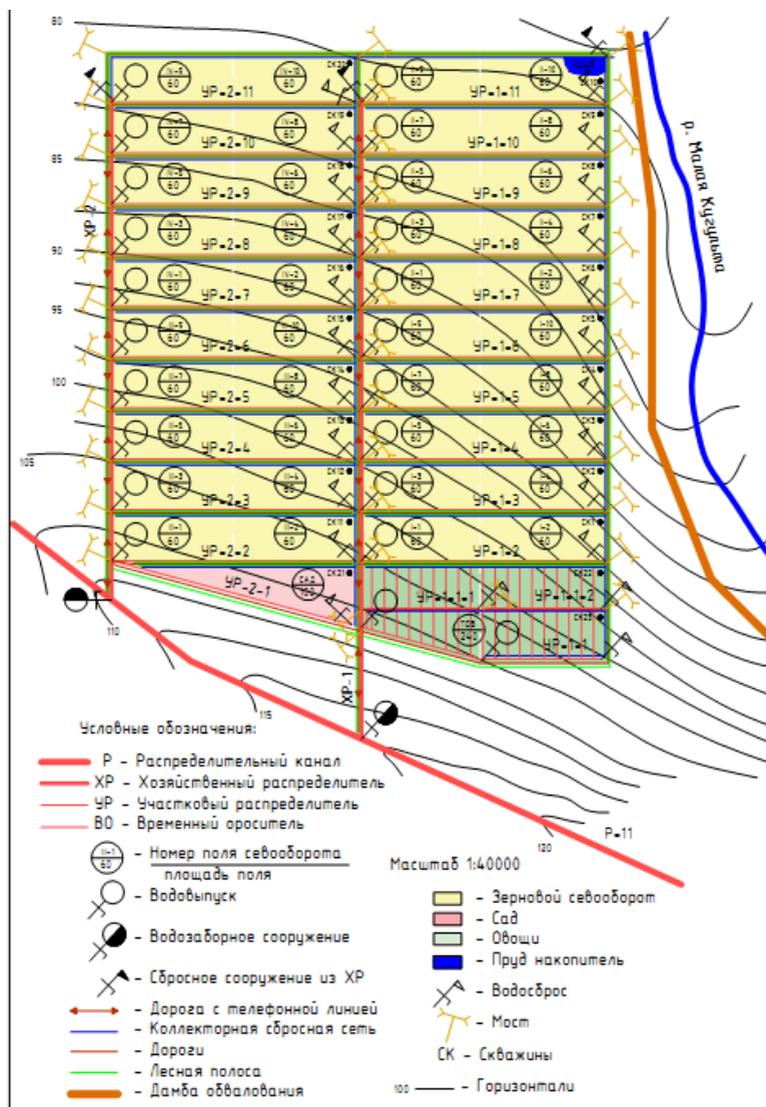


Рисунок 1.2 - План внутрихозяйственной оросительной системы агропредприятия.

трапецеидального сечения - глубина ХР - 1,3...1, 75 м, скорость течения не более 1,5 м/с, эксплуатационные расходы от 0,1 до 1,5 м<sup>3</sup>/с. ХР - это постоянно действующий канал в течение вегетации. Общая протяженность ХР 11 км. Расход ХР - Q<sub>max</sub> определяется по формуле:

$$Q_{\max} = q_{\text{пр}} * \omega / \eta_{\text{ХР}} \quad \text{м}^3/\text{с},$$

Где  $\omega$  – площадь, обслуживаемая данным ХР в га, определяется путем измерений по карте.

Для ХР-1  $Q_{\max 1} =$  (по варианту) м<sup>3</sup>/с;

Для ХР-2  $Q_{\max 2} =$  (по варианту) м<sup>3</sup>/с;

Для ХР-3  $Q_{\max 3} =$  (по варианту) м<sup>3</sup>/с.

❖ **Концевые сбросные сооружения** из хозяйственных распределительных каналов оборудованы перегораживающим затвором и водомерным оборудованием для инженерного отвода и контроля избыточных и аварийных вод. Всего сооружений (по варианту) шт.

❖ **Участковые распределительные каналы (УР)** - это каналы 2-ого порядка и служат для подачи воды из хозяйственных распределительных каналов(ХР) непосредственно на каждое орошаемое поле. Участковые распределительные каналы проложены в земляном русле, имеют трапецеидальное сечение, некоторые каналы выполнены из железобетонных лотков. Глубина УР - 0,5...0, 75 м, скорость течения не более 1,5 м/с, расходы дискретные 100 и 200 л/с для орошения севооборотов и овощей (дождевальная установка ДДА-100М), и 70 и 140 л/с для садов (дождевальная установка ДДН-70). Общая протяженность УР (по варианту) км.

❖ **Сооружения на участковых распределительных каналах** - в голове УР установлены водозаборные сооружения, которые оборудованы регулируемыми щитовыми затворами и постами учета воды соответствующей конструкции. В конце канала устроены сбросные сооружения такого же типа для инженерного отвода и контроля избыточных и аварийных вод. Всего сооружений (по вар.) шт.

❖ **Временная оросительная сеть (ВО)** - это ка-

налы 3-ого порядка и устраиваются вначале каждого вегетационного периода (поэтому временная). Сеть служит для подачи воды от участкового канала непосредственно к дождевальной технике. Размеры ВО и расстояния между ними определяются техническими параметрами дождевальной техники, для которой они нарезаются. Глубина ВО - 0,5...0, 75 м, скорость течения не более 1,5 м/с, расходы 100 л/с для орошения севооборотов и овощей (дождевальная установка ДДА-100М), и 70 л/с для садов (дождевальная установка ДДН-70 или ДДН-100). Для дождевальной установки ДДА-100М расстояние между ВО -  $d_{во}=120$  м; для дождевальной установки ДДН-70 или ДДН-100 расстояние между ВО-  $d_{во} = 100$  м ( ).

Для упрощения общая протяженность ВО по участкам определяется по формуле:

$$\sum L_{во} = \sum L_{ур} / d_{во} * l_{во} \text{ км,}$$

Где,  $\sum L_{во}$  – суммарная протяженность временных оросителей на участке, км;

$\sum L_{ур}$  - суммарная протяженность временных оросителей на участке, км ( из табл.1.1 строка 4);

$l_{во}$  – средняя по участку длина временных оросителей, все размеры в км, определяется путем измерений по карте.

Общая протяженность ВО (*по варианту*) км.

❖ **Щиты-водовыпуски** для временных оросителей, представляют собой легко устанавливаемые ручным способом перегораживающие устройства в начале и конце канала. Количество щитов  $\sum N_{во}$  по участкам рассчитывается по формуле:  $\sum N_{во} = \sum L_{ур} / d_{во} * 2$  (шт), (округляется до целого четного числа и записывается в табл.1.1 строка 7). Общее количество щитов-водовыпусков (*по варианту*) шт

❖ **Поливная техника** - для орошения севооборотов и овощей применяются двухконсольные дождевальные агрегаты ДДА-100М (рис. 1.3.), навешиваемые на тракторы. Длина размаха консолей 120 м, следовательно, расстояние между временными оросителями  $d_{во}$  тоже 120 м.

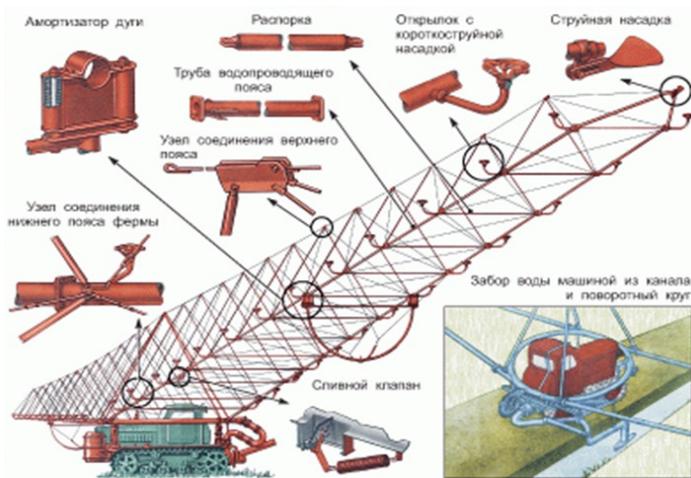


Рисунок 1.3 - Устройство дождевального агрегата ДДА-100 МА. <https://present5.com/mashiny-dlya-meliorativnyx-robot-2-melioraciya-kompleks/>

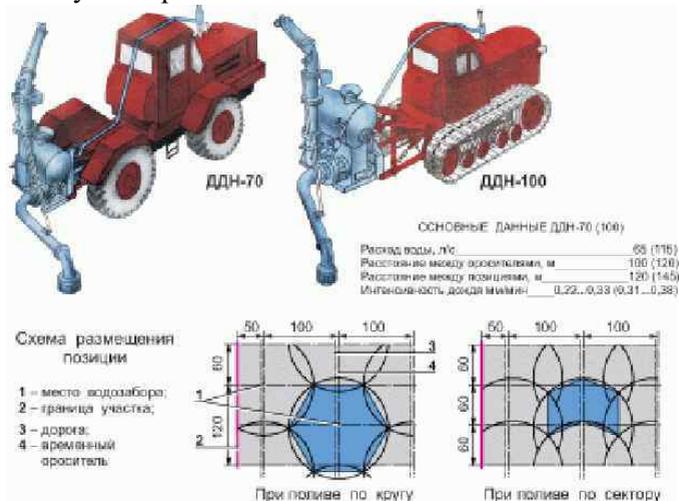


Рисунок 1.4 - Устройство дождевальной насадки ДДН-100. <https://present5.com/mashiny-dlya-meliorativnyx-robot-2-melioraciya-kompleks/>

Расход - 100 л/с. Для орошения садов применяют дальнеструйные дождевальные насадки ДДН-70 (рис. 1.4), навешиваемые на тракторы. Дальность выброса струи при работе по кругу 50 м, следовательно, расстояние между временными оросителями  $d_{во}=100\text{м}$ , расход 70 л/с.

Производительность ДДА-100М при орошении севооборотов  $P_{да}=180$  га/за сезон, при поливе овощей  $P_{да}=100$  га/за сезон, при поливе садов агрегатом ДДН-70  $P_{да}=50$  га/за сезон. Количество машин рассчитывается по формуле:

$DA=\omega/P_{да}$  (шт), округляется до целого числа и записывается в табл.1 стр11)

Где:  $\omega$  – площадь, обслуживаемых участков в га (из табл.1 стр1).

Общее количество агрегатов (*по варианту*) шт.

❖ **Коллекторно-сбросная сеть** служит для отвода **избыточных** вод и аварийных сбросов. Эта сеть проложена в земляном русле по пониженным участкам массива. Поперечное сечение этих каналов трапецеидальное, глубина 2-2,5 м, скорость течения не более 1,5 м/с. На главном коллекторе установлено водомерное устройство для контроля количества и качества сбрасываемых вод. Для первичной очистки и аккумуляции вода из коллекторов направляется в пруд-копань или пруд-накопитель. Общая протяженность (*по варианту*) км.

❖ **Пруд-накопитель** позволяет запастись водой в ночные часы и использовать её в дневное время для поливов. Для этого дополнительно устанавливают передвижную насосную станцию и монтируют разборную сеть трубопроводов. Кроме этого, в пруду размещаются резервные запасы воды для покрытия пиковых потребностей в засушливые периоды, подачи воды на поливы ранних овощей до начала работы межхозяйственной системы. Разводится стая водоплавающих птиц. Средняя глубина 4,5 м, высота плотины 5,5 м. Технические параметры пруда-накопителя определяются по максимальному расходу  $XP \sum Q_{max}$  (по варианту). Полезный объём пруда  $W_{пол}$  определяется по формуле:

$W_{\text{пол}} = 10 * \sum Q_{\text{max}} * 86,4 * 0,33 = (\text{по варианту}) \text{ тыс. м}^3,$

Где: 10 – период накопления 10 суток;

0,33 – количество часов, в течении которых наполняется пруд;

86400 – количество секунд в сутках.

Полезный объем пруда при коэффициенте использования воды 0,6.

$W_{\text{общ}} = W_{\text{пол}} / 0,6 = (\text{по варианту}) \text{ т. м}^3$

Площадь зеркала пруда накопителя при средней глубине  $h_{\text{ср}} = 4,5 \text{ м}$ :

$S_{\text{зр}} = W_{\text{общ}} / h_{\text{ср}} * 0,1 = (\text{по варианту}) \text{ га.}$

#### **Технические средства эксплуатации -**

❖ **Эксплуатационные дороги** устроены для обслуживания оросительной сети, передвижения поливной и сельскохозяйственной техники. Дороги с улучшенным покрытием - гравийная подсыпка шириной 3м. Дороги проложены вдоль всех постоянных каналов. Общая протяженность (*по варианту*) км.

❖ **Мосты и переезды** для безопасного пересечения водных преград, каналов и коллекторов, выполнены из сборных железобетонных конструкций, сопряжены с сечением канала и имеют соответствующую пропускную способность. Количество мостов-переездов (*по варианту*) шт.

❖ **Водомерные устройства (посты учета воды)** для учета оросительной воды на каналах всех порядков, конструкция соответствует типу и размеру сооружения. Всего устройств (*по варианту*) штук.

❖ **Скважины** для наблюдения за колебанием уровня грунтовых вод (УГВ) с глубиной вскрытия до 5м. Скважины располагаются в створах из расчета 1 скважина на 100...150 га. По динамике колебаний УГВ судят о качестве полива: если после полива происходит повышение УГВ, то поливная норма превышает оптимальное значение и необходима корректировка режима орошения. Общее количество скважин (*по варианту*) шт.

Таблица 1.1.

## Состав оросительной системы в агропредприятии (по варианту)

№ № пп	Наименование	Зерновые севообороты				То-вар. ово-ще-водст	Фрук тов. сад	Все-го	Балансовая сто-имость БС, т.руб.		Удельные экс-плуатационные показатели	
		ω COI	ω COI I	ω COIII	ω COIV	ω TOV	ω ФС	∑ с гр 3 по гр 8	За еди-ницу * базовые данные	Общая гр9*гр 10	Фор-мула	Кол-во Ед. изм.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	Площади ороше-ния, га <i>измеряют-ся по карте</i>	600	600	600	600	240	100	2740	-	-	-	-
2	Хозяйственные распределители $\sum L_{xp}$ (XP), км <i>из-мер. по карте</i>	6,2	-	4,8	-	-	-	11	96,3	1059,3	$\frac{гр9стр2}{*1000}$ F <sub>оп</sub>	4,01м/га
3	ГТС на XP: Водо-выпуски и сбросы, шт <i>изм.по карте</i>	2	1	2	-	-	-	5	-	-	-	-
4	Участковые кана-лы (УР) $\sum L_{ур}$ , км <i>измеряются по карте</i>	12	12	12	12	5,5	2,6	56,1	75,6	4241,2	$\frac{гр9стр4}{*1000}$ F <sub>оп</sub>	20,5м/га

5	ГТС на УР: Водовыпуски и сброс, шт по карте	10	10	10	10	5	1	46	-	-	-	-
6	Временные оросители (ВО) $\sum L_{во}$ , км рассчитываются по формуле	48	48	48	48	23,8	12,5	228,3	38,7	8835,2	$\frac{гр9стр6 * 1000}{F_{оп}}$	83,8м/га
7	Щиты-водовыпуски, $\sum N_{во}$ шт, рассч. по формуле	200	200	200	200	92	52	944	-	-	$\frac{гр9стр7}{F_{оп} * 0,001}$	344,5 шт/т.га
8	Коллекторы и сбросы, км измеряются по карте	18,2	12	16,8	12	5,5	2,6	67,1	44,8	3006,1	$\frac{гр9стр8 * 1000}{F_{оп}}$	24,5м/га
9	Пруд-накопитель, га рассчитывается по формуле	-	15	-	-	-	-	15	24,9	373,5	-	-
10	Сезонная нагрузка агрегат, га/шт за сезон исх. данные	180 ДДА 100	180 ДД А 100	180 ДДА 100	180 ДДА 100	100 ДДА 100	50 ДДН 70		-	-	-	-
11	Число агрегатов Пда, шт рассчит. по фор.ле	4	4	4	4	3	2	21	75,1	1577,1	$\frac{Гр9стр11}{F_{оп} * 0,001}$	7,7 шт/т.га
12	Итого по водопроводящей части системы: $\sum$ по гр.11 со стр. 2 по стр. 11									19092,4	$\frac{гр11стр12 * 1000}{F_{оп}}$	6968,0 руб/га

13	Дороги вдоль каналов, км <i>рассчитываются по формуле</i>	21,2	19,2	19,5	19,8	6,1	2,9	88,7	43,4	3849,6	$\frac{\text{Гр9стр1}}{3*1000}$ F <sub>оп</sub>	32,3м/га
14	Мосты и проезды, шт <i>по карте</i>	10	12	5	6	4	-	37	43,3	1602,1	$\frac{\text{Гр9стр14}}{\text{F}_{оп}*0,001}$	13,5 шт/т.га
15	Водомерные сооружения (посты учёта воды), шт <i>по карте</i>	12	11	12	10	5	1	51	15,8	805,8	$\frac{\text{Гр9стр15}}{\text{F}_{оп}*0,001}$	18,6 шт/т.га
16	Скважины, шт рассч. по формуле	5	5	5	5	2	1	23	18,6	427,8	$\frac{\text{Гр9стр16}}{\text{F}_{оп}} * 0,001$	8,4 шт/т.га
17	Телефонные линии, км <i>по карте</i>	6,2	-	4,8	-	-	-	11	12,7	139,7	$\frac{\text{Гр9стр17}}{\text{F}_{оп}*0,001}$	4,0 км/т.га
18	Лесные посадки вдоль каналов, км <i>по карте</i>	21,2	19,2	19,5	19,8	6,1	2,9	88,7	10,9	949,1	$\frac{\text{Гр9стр18}}{\text{F}_{оп}*0,001}$	32,3 км/т.га
19	Берегозащитная дамба вдоль реки, км	-	-	-	-	-	-	5,2	25,3	131,6	$\frac{\text{Гр9стр19}}{*1000}$ F <sub>оп</sub>	1,9 м/га
20	Здания для эксплуатации, м <sup>2</sup>	-	-	-	-	-	-	274	8,52	2334,5	$\frac{\text{гр9стр20}}{\text{F}_{оп}}$	0,1м <sup>2</sup> /га
21	Машины и транспорт, тыс.руб.	-	-	-	-	-	-	-	-	875,3	-	-
22	Итого по техническим средствам эксплуатации системы: $\sum$ <i>по гр.11 со стр. 13 по стр. 21</i>									11115,5	$\frac{\text{Гр11стр2}}{2*1000}$ F <sub>оп</sub>	4056,8 руб/га

23							Всего БС: $\Sigma$ по гр. 11	30207,9	$\frac{\text{Гр11стр2}}{3*1000}$ F <sub>ср</sub>	11204,8 руб/га
<p>Примечание - мелким шрифтом написаны указания по источнику получения данных: исходные данные – из текста радела 1; измеряются по карте – по плану оросительной сети; рассчитываются по формуле – формулы приведены в тексте радела;</p> <p><u>гр9стр2*0,001</u> - расчетная формула для данных таблицы 1;</p> <p>гр9стр1 км/т.га - километров на 1000 га.</p>										

❖ **Телефонные линии** служат для связи с постами учета воды, передачи оперативной информации и управления системой. Линии проложены на столбах вдоль дорог. Протяженность линий (*по варианту*) км.

❖ **Лесные полосы** вдоль каналов и дорог обеспечивают сокращение испарения сводной поверхности каналов и перехват глубинного (инфильтрационного) сброса из каналов. Также лесополосы могут использоваться в качестве резервного строительного материала. Протяженность полос (*по варианту*) км.

❖ Для ограждения мелиорированного участка от паводковых вод вдоль русла р. (*по варианту*) устроена **берегозащитная дамба** высотой 3 м и местного материала. Дамба также обеспечивает защиту от сброса намывных или паводковых вод непосредственно с угодий. Длина дамбы (*по варианту*) км.

❖ **Здания и помещения** служат для размещения эксплуатационного персонала, хранения и ремонта оборудования. Здания располагаются в жилом поселке рядом с управлением агропредприятия. Рабочая площадь зданий определяется по нормативам из расчета 0,1 м<sup>2</sup>/га.

В таблице 1.1 произведены расчеты по количеству и протяженности всех элементов оросительной сети и оборудования, определены их эксплуатационные показатели. Также определена балансовая стоимость ГТС и оборудования в ценах 2006 года. Балансовая стоимость системы (все последующие данные из табл.1.1) составляет (*по варианту*) т.руб., удельная стоимость системы (*по варианту*) руб./га, в том числе:

- удельная стоимость водопроводящей части системы (*по варианту*) руб./га;
- удельная стоимость технических средств эксплуатации (*по варианту*)\_\_ руб./га.

Также определены некоторые технико-эксплуатационные показатели, которые могут применяться для хозяйственных расчетов:

- удельная протяженность ХР (*по варианту*) м/га;
- удельная протяженность УР (*по варианту*) м/га;

- удельная протяженность временной сети (по варианту) м/га;
- удельная протяженность коллекторно-сбросной сети (по варианту) м/га.

### **Выводы по главе 1.1:**

1. *Определён состав и балансовая стоимость внутрихозяйственной системы агропредприятия (по варианту) при существующем состоянии.*

2. *Рассчитаны эксплуатационные показатели элементов сети на основе исходных данных по каждому виду оросительных каналов.*

3. *Составлен план водопользования системы и определены оросительные нормы. Определены параметры пруда-накопителя.*

4. *Графически оформлен план внутрихозяйственной системы с нанесением каналов всех уровней, водовыпускных сооружений всех типов, в том числе сбросных, коллекторно-сбросной сети, пруда-накопителя, дорог с мостами и переездами, скважин для наблюдения за УГВ, лесных полос.*

## **Глава 1.2. Организация эксплуатационных мероприятий и определение затрат на их проведение**

Эксплуатационному менеджменту присущ риск действия - это риск принятия неправильных решений и неправильной реализации принятых решений. Выработка информации о будущем позволяет снижать риски и оценивать будущий результат деятельности. Известно, что риск определяют как - отклонение фактических значений от плановых. Поэтому понятие «план» может быть признано одним из базовых понятий теории рисков, как метод их минимизации или устранения.

Всякое управленческое решение по своей природе является прогнозным или плановым. Это объясняется тем, что результат деятельности отстаёт от ее начала на некоторый период времени. Поэтому прогнозирование и планирование составляет фундаментальную основу предпринимательской и менеджерской деятельности в любой сфере при выполнении

любой из присущих функций. Результаты прогноза помогают определить существующие риски и управлять ими.

В рассматриваемом агропредприятии (*по варианту*) выполнение эксплуатационных мероприятий возлагается на специализированное подразделение агропредприятия. Задачи этой службы включают перечень следующих мероприятий:

1. Составить внутривладельческий план водопользования и оформить разрешение (лимит) на право получения воды в точках водовыдела;

2. Распределить воду между севооборотными массивами, управлять процессом полива, вести контроль качества поливов и учет политых земель;

3. Проводить ремонт сооружений, очистку каналов, коллекторов от наносов и зарастаний, проводить работы по нарезке временной оросительной сети, осуществлять планировку земель, обеспечивать высокий КПД при водораспределении, поддерживать работоспособность всех узлов системы и эксплуатационного оборудования;

4. Проводить производственные исследования на водопроводящей сети, вести контроль за мелиоративным состоянием земель, организовывать работу по технологическому улучшению и дооборудованию, внедрять новую технику и технологию полива, автоматизировать процесс распределения и учета воды, минимизировать последствия катастрофических паводков;

5. Разрабатывать производственно-финансовые планы и перечень мероприятий по эксплуатации элементов оросительной сети (регламент);

6. Проводить работу по согласованию мероприятий производственно-финансового плана, проектно-сметной документации по ремонту с вышестоящими организациями, проводить согласования с управлением агропредприятия мер по рациональному использованию системы, организационных мероприятий, проведение отдельного учета затрат, составление отчетной документации по эксплуатации всех узлов системы.

Для проведения работ по осуществлению выше перечисленных задач в агропредприятии организована эксплуатационная служба системы, состав которого приведен в таблице 1.2. Финансирование деятельности мелиоративного отряда осуществляется за счет средств агропредприятия.

Таблица 1.2.

Штатное расписание и заработная плата сотрудников эксплуатационной службы агропредприятия

Наименование должности	Кол-во штатных единиц	Оклад руб./мес (в ценах	Зарплата за год ЗП <sub>св</sub>
1	2	3	4
Старший инженер гидротехник	1	9600	115200
Инженер - экономист	1	8700	104400
Техник-гидротехник	3	7300	262800
Водные объездчики	6	7000	504000
Всего:	11		986400

Все сооружения и оборудование системы в процессе эксплуатации под влиянием техногенных и естественных факторов получают повреждения, изнашиваются, изменяют проектные сечения и формы. Поэтому поддержание системы в работоспособном состоянии, своевременное восстановление первоначального вида и оптимальных технических параметров - **повседневная задача эксплуатационной службы агропредприятия.**

Финансовое обеспечение выполнения этих задач и затраты на содержание мелиоративного отряда составляют мелиоративные издержки в общем балансе агропредприятия. Затраты на водохозяйственную эксплуатацию оросительной системы состоят из 3-х разделов:

1. Содержание штата специалистов.

2. Мелиоративные издержки - затраты на ремонт и содержание сооружений и устройств системы.
3. Сельскохозяйственные издержки - затраты на проведение вегетационных поливов.

Планировка поверхностей полей и нарезка временных оросителей, организация проведения поливов дождевальными машинами ДДА-100М и ДДН-70, послеполивная обработка почвы - регламентные эксплуатационные мероприятия при орошении. Так как дождевальные агрегаты ДДА-100М и ДДН-70 навешиваются на трактор - эти работы проводятся комплексными механизированными бригадами (механизированными тракторными звеньями). Эти же бригады выполняют сопутствующие сельскохозяйственные работы. Поэтому затраты на полив учитываются в разделе «**сельскохозяйственные издержки**» финансового баланса агропредприятия и, следовательно, финансируются по этому разделу.

По данным финансово-хозяйственной отчетности за предыдущий период затраты на полив одного га и соответствующие общие затраты на сельскохозяйственные издержки  $C_{сх}$  составляют для: севооборотов **780** руб./га; для овощей **1850** руб./га; для садов **1250** руб./га.

$C_{сх}СО = 780 * \sum \omega СО$  (из табл.1 стр1) = (по варианту) руб.

$C_{сх}ТОВ = 1850 * \omega ТОВ$  (из табл.1 стр1) = (по варианту) руб.

$C_{сх}ФС = 1250 * \omega ФС$  (из табл.1 стр1) = (по варианту) руб.

Общие сельскохозяйственные издержки  $\sum C_{сх}$  составляют: (по варианту) руб., в том числе, учитываются затраты на обслуживание дождевальных агрегатов Сдм, которые составляют для ДДА-100-М: для севооборотов - 225 руб./га ; для овощей - 750 руб./га, для ДДН-70 для садов - 445 руб./га.

$C_{да} СО = 225 * \sum \omega СО$  (из табл.1 стр1) = (по варианту) руб.

$C_{да} ТОВ = 750 * \omega ТОВ$  (из табл.1 стр1) = (по варианту) руб.

$$C_{\text{да}} \Phi C = 445 * \omega \Phi C \text{ (из табл.1 стр1)} = \text{(по варианту)}$$

руб.

Общие затраты на обслуживание дождевальных агрегатов

$\sum C_{\text{дм}}$  составляют *(по варианту)* руб.

**Вывод:** *Общие затраты на обслуживание дождевальных агрегатов составляет \_\_\_% от балансовой стоимости дождевальных агрегатов, что свидетельствует об их чрезмерном износе и необходимости модернизировать парк дождевальной техники.*

Затраты на мелиоративные издержки определяются объемом работ по поддержанию сооружений и устройств системы в нормальном техническом состоянии, которые необходимо произвести в течении текущего года, План эксплуатационных мероприятий по ремонту и обслуживанию элементов системы составляется в начале финансового года.

Для данного агропредприятия эксплуатационные затраты определяются по удельным показателям стоимости работ, взятых из финансово-хозяйственной отчетности за предыдущие периоды или по нормативным удельным показателям. Расчеты произведены в таблице 1.3.

Сроки проведения отдельных видов работ определены в зависимости от климатических условий данного региона, продолжительности периода вегетации, а также по нормативно-планируемой загрузке рабочего времени персонала и других факторов.

Согласно регламента эксплуатационной службы, в течение вегетации первоочередные текущие ремонтные работы на системе проводятся собственными силами и технологическими механизмами и оборудованием мелиоративной службы. В осенне-зимний период этими же силами проводятся строительно-ремонтные работы по переустройству и дооборудованию системы, плановый и капитальный ремонты элементов сети и сооружений. На эти цели необходимо *(по варианту)* руб. (данные из табл.1.3 стр.8 =  $\sum$  стр 1,2,3,4,5,6,7 по гр 7).

Ремонт и очистка каналов от наносов и зарастания проводится ежегодно (рис. 1.5). Эти мероприятия характеризуются необходимостью производства значительных объемов земляных работ и окашивания обширных площадей крутых откосов каналов специализированными косилками. Кроме того, необходимо выполнять работы по разравниванию вынутаго грунта из каналов, профилирования дорог, планировки орошаемых участков и нарезки временной оросительной сети. Для проведения этих работ требуется парк специализированной техники и землеройных машин, содержание которых в условиях агропредприятия нерентабельно, так как эти машины используются не более 2-3 месяцев в году.



Рисунок 1.5 – Эксплуатационное мероприятие очистка канала от наносов и зарастания экскаватором.

В данном случае эти работы целесообразно выполнять на основе аутсорсинга, то есть осуществить передачу на основании договора определённых бизнес-процессов или производственных функций на обслуживание другой компании, специализирующейся в соответствующей области. Необходимо заключить договор подряда со специализированной орга-

низацией, у которой на вооружении есть строительная и зем-  
леройная техника и транспорт.

Таблица 1.3.

Эксплуатационные работы в агропредприятии и затраты на со-  
держание и ремонт сооружений и оборудования (по варианту)

№ №	Наименование работ, единицы измерений	Количество	Объём работ на ед. * базовые данные	Общий объём работ гр 3*Гр4	Стоимость Сзср, руб		Календар. сроки работ* базовые данные
					единицы* базовые данные	общая гр 5*Гр7	
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Ремонт ГТС водовыпусков-водов, шт (из табл.1.1 гр9.стр15)	51	1	51	7580,0 руб/шт	386580	III-IV 30сут
2	Ремонт щитов-водовыпусков, шт (из табл.1.1 гр9.стр7)	944	1	944	652,0 руб/шт	615488	III-IV 20сут
3	Ремонт мостов -переездов, шт (из табл.1.1 гр9.стр14)	37	1	37	8230,0 руб/шт	304510	IX-III 60сут
4	Ремонт перемычек, водосливов, скважин, машин и др. F <sub>ор</sub> =2740_га	-	1	-	75,0 руб/га	205500	III-IV 30сут
5	Ремонт зданий, м2 (из табл.1 гр9 стр20)	274	1	274	1325,0 руб/м2	363050	IX-III 60сут

6	Поддержание лесополос, км (из табл.1 стр18)	88,7	1	88,7	756,0 руб/км	67057,2	IX-III 60сут
7	Поддержание противофильтрац. устройств на каналах, трубах и лотках, км (из табл.1 гр9 ,5*стр2)	5,5	1	5,5	12500 руб/км	68750	IX-III 60сут
8	Итого ремонт силами эксплуатационной службы					2010935,2	733,9 руб/га
9	Очистка оросительных каналов от наносов, км (из табл.1.1 гр9.стр2+стр4)	67,1	155 м3/км	10400,5	110,0 руб/м3	1144055	III-IV 40сут
10	Очистка оросительных каналов от зарастания, км (из табл.1 .1гр9. 0,5*стр2 +стр4)	61,6	0,8 га/км	49,3	958,0 руб/га	47210,2	VI- VIII 30сут
11	Очистка коллекторов и пруда (углубление), км (из табл.1 гр9.стр8)	67,1	210 м3/км	14091	118,0 руб/м3	1662738	III-V 60сут
12	Очистка коллекторов и пруда от зарастания, км (из табл.1 гр9.стр8)	67,1	1,1 га/км	73,8	1056,0 руб/га	77943,4	VI- VIII 30сут
13	Нарезка временных оросителей, км (из табл.1 гр9. стр6)	228,3	1	228,3	987,0 руб/км	225332,1	III-IV 25сут

14	Профилирование дорог, км (из табл.1 с13)	88,7	1	88,7	1458,0 руб/км	129394,6	III-IV 30сут
15	Ремонт дамб, км (из табл.1 с19)	5,2	1	5,2	4580 руб/км	23816	III-IV 30сут
16	Итого силами привлеченной организацией	-	-	-	-	3310419,3	1208,2 Руб/га
17	Всего	-	-	-	$\Sigma_{\text{ср.}}$	5321354,50	1942,1 Руб/га

Стоимость работ по договору будет включать следующие статьи:

- Фонд оплаты труда исполнителей;
- Накладные расходы и плановые накопление подрядчиков;
- Стоимость горюче-смазочных материалов;
- Амортизацию машин и механизмов при выполнении работ;
- Налоговые отчисления и прочие затраты.

Расчет необходимого для выполнения работ парка строительных и специализированных мелиоративных машин произведен в таблице 1.4. Всего единиц техники - (по варианту) шт., в том числе грузовиков - (по варианту) шт.

Таблица 1.4.  
Определение необходимого парка машин и исполнителей работ  
(по варианту)

№ п/п	Операция	1	2	3	4	5	6	7	8
1	Очистка всех каналов от наносов, м3 км (из табл 1.3 стр9+ стр11)	24491,5	24491,5	123,1	88,7	2640	210,0 м3/ смен	5	24491,5
2	Разравнивание отвалов, м3 (из табл 1.3 стр9 + стр11)	24491,5	24491,5	123,1	88,7	2640	323,3 м3/ смен	4	24491,5
3	Очистка всех каналов от за-растания, га (из табл. 1.3 стр10 + стр12)	VI- VIII 15сут	4,0 га/ смен	3	VI- VIII 15сут				
4	Профилирова-ние дорог и ремонт дамб, км (из табл.1.3 стр14+ стр15)	III-IV 20сут	2,9 км/ смен	2	III-IV 20сут				
5	Планировка полей, га (ΣωСО +ωТОв)	III-IV 15сут	53,3 га/ смен	4	III-IV 15сут				
	Экскаватор Э-0,25	III-IV 25сут	210,0 м3/ смен	5	III-IV 25сут				
	Бульдозер Д-159	III-IV 25сут	323,3 м3/ смен	4	III-IV 25сут				
	Косилка РР-21	VI- VIII 15сут	4,0 га/ смен	3	VI- VIII 15сут				
	Скрепер Д-183	III-IV 20сут	2,9 км/ смен	2	III-IV 20сут				
	Планировщик Д-327	III-IV 15сут	53,3 га/ смен	4	III-IV 15сут				
	Производительность	210,0 м3/ смен	323,3 м3/ смен	4,0 га/ смен	2,9 км/ смен	53,3 га/ смен	210,0 м3/ смен	5	210,0 м3/ смен
	Потребность машин N <sub>маш</sub> , шт или ком.Гр3/гр4*Грб	5	4	3	2	4	5	5	5
	Количество исполнителей, чел N <sub>исп</sub>	5	4	3	2	4	5	5	5

6	Нарезка временных оросителей, км (из табл. 1.3 стр 13)	228,3	III-IV 15сут	Каналокапатель КОР - 700	5,9 км/ смен	3	3
7	Вывоз грунта за пределы полей, м3(из табл. 1.4 стр 2*0,05)	1224,5	III-IV 15сут	Автосамосвал грузоподемн. 5т.	35,2 м3/ смен	3	3
8	Ремонт и обслуживание техники, чел		III-IV 50сут	Ремонтный комплект	-	2	5
9	Всего				Всего	$\Sigma 26$	$\Sigma 29$

Для функционирования механизированного отряда необходим следующий состав исполнителей: машинисты и водители (по количеству техники), звено ремонтников в составе - 2 человека, заправщики - 2 человека, учетчик. По данным таблицы 1.4 определено общее количество исполнителей работ  $N_{исп} = (\text{по варианту})$  чел.

Среднемесячная заработная плата одной штатной единицы звена определена в размере 7400 руб. Работа звена в этом составе предполагается в течение двух-трех месяцев, исходя их анализа продолжительности работ по таблице 1.4. Соответственно фонд оплаты труда составит

$$ЗП_{мо} = N_{исп} * 7400 \text{ руб.} * 2 \text{ мес.} = (\text{по варианту}) \text{ руб.}$$

Ориентировочная стоимость договора определяется по формуле, которая учитывает особенности ценообразования в этом случае:

$$C_{дог} = (ЗП_{мо} + C_{оч}) * K_n * K_b \text{ руб.,}$$

где ЗП - зарплата механизированного звена, (по варианту) руб.;

$C_{оч}$  - стоимость работ по очистке определяется по таблице 1.3 (из табл.1.3 стр.15  $\sum$  стр 9,10,11,12,13,14 по гр 7) и равняется (по варианту) руб.:

$K_n = 1,2$  - коэффициент, учитывающий налог на добавленную стоимость.

$K_б = 1,08$  - коэффициент, учитывающий выплату процентов за предоставление кредита.

$C_{дог} =$  (по варианту) руб.

Затраты на содержание и ремонт сооружений и оборудования внутрихозяйственной системы агропредприятия (мелиоративные издержки) подсчитаны в таблице 1.5.

Таблица 1. 5.

**Суммарные эксплуатационные издержки**

	Наименование издержек, руб	Содержание штата мелиор. службы ЗП <sub>эс</sub> , руб	Зарплата механизированн. отряда ЗП <sub>мо</sub> , руб	Затраты на содерж. и ремонт соор-уж. и оборуд $\sum C_{зср}$ , руб	Суммарные издержки, руб. $\sum zp3 + zp4 + zp5$	Удельные издержки, руб/га $Gr 6/F_{op}$
1	2	3	4	5	6	7
1	Мелиоративные издержки $C_{мел}$	986400	429200	5321354,50	6736954,5	2458,7
2	Сельскохозяйственные издержки $C_{сх}$	-	-	-	2441000	890,9
	Всего				9177954,5	3349,6

**Выводы по главе 1.2:**

1. Проведенными расчетами определены: штат и организация службы эксплуатации, численность персонала, необходимость привлечения организации для выполнения мелиоративно-

*эксплуатационных работ, определены затраты на обслуживание договора.*

*2. В разделе определены состав и объем ремонтно-эксплуатационных работ, затраты на их выполнение, потребность в эксплуатационных машинах, механизмах, транспортных средствах и оборудовании на выполнение мелиоративно-эксплуатационных работ.*

*3. Приведены рекомендации по заключению подрядных работ, отражающие особенности эксплуатации в хозяйстве.*

### **Глава 1.3. Определение эффективности эксплуатационных мероприятий при орошении сельскохозяйственных культур в агропредприятии**

Разработка стратегий и тактики производственно-хозяйственной деятельности является одной из важных задач эксплуатационной службы. В рыночной экономике рабочим инструментом для этих целей является бизнес-план. Цель разработки бизнес-плана - спланировать хозяйственную деятельность службы на ближайшие и отдельные периоды в соответствии с потребностями агропредприятия, возможностями получения необходимых ресурсов, складывающейся конъюнктуры рынка на производственную продукцию.

Для составления бизнес-плана необходима оценка результатов деятельности агропредприятия в целом и каждого структурного подразделения, в частности, мелиоративного отдела, определение его влияния на основные показатели хозяйственно-финансовой деятельности организации в целом.

Анализ необходим как исходная база для разработки финансовой политики агропредприятия и, как правило, основывается на изучении отчетной документации по итогам года в данном хозяйстве.

На основе анализа данных отчетов определяются технико-экономические показатели и характеристики. Среди наиболее употребляемых показателей, относящихся к эксплуатационной службе, следующие:

- орошаемая площадь системы;

- число обслуживаемых участков;
- объем водоподачи;
- КПД системы;
- протяженность оросительной сети и другие показатели как технического, так и экономического характера.

Эффективность планового водопользования оценивается соответствующими технико-экономическими показателями, которые подразделяются на оперативные и итоговые.

**Оперативные показатели** позволяют систематически оценивать эффективность службы в течение суток, декад, месяцев.

**Итоговые показатели** оценивают эффективность за год с учетом результатов товарного производства.

К оперативным показателям относят:

- водоподачу на орошение в расчете на 1 га;
- КПД оросительной сети;
- коэффициент использования оросительной воды на  $1\text{м}^3$  поданной воды и многие другие.

Структура показателей служит для того, чтобы иметь в режиме он-лайн объективную оценку эксплуатационных мероприятий на оросительной системе, и являются объективным критерием технического и экономического состояния системы. Базисом для сравнения являются контрольные цифры, соответствующие нормативным документам или рекомендациям, разработанным для данного климатического региона или субъекта Федерации.

Основным показателем, по которому будет оцениваться работа эксплуатационной службы по обеспечению работоспособности системы, является экономическая эффективность эксплуатационных мероприятий, которая в свою очередь определяется по чистому доходу, полученному на орошаемых землях по формуле:

$$\text{ЧД} = \text{ВП} - (\text{C}_{\text{СХ}} + \text{C}_{\text{мел}} + \text{E}_{\text{Н}} * \text{БС}) \text{ руб.},$$

где: ЧД - чистый доход, полученный на орошаемых землях;

$C_{сх}$  - сельскохозяйственные издержки, включающие затраты на подготовку и проведение поливов, тыс.руб (данные принимаются из главы 1.2);

$C_{мел}$  - мелиоративные издержки, включающие затраты на ремонт и содержание системы, содержание штата, тыс.руб (данные принимаются из главы 1.2);

БС - балансовая стоимость основных фондов или капитальные затраты при строительстве системы, тыс.руб (значение принимается из главы 1.1 в табл. 1.1).

$E_n$  - нормативный коэффициент окупаемости ( $E_n = 0,125$  - принимается с учетом срока окупаемости для мелиоративной системы 8 лет);

ВП - валовая продукция, полученная от каждой культуры, выращенной на орошаемых угодьях.

$$ВП = Ц_j * \Delta У_j * F_j \text{ руб.},$$

где:  $Ц_j$  - закупочная цена единицы продукта, руб/ц, принимаются из отчетов агропредприятия и справочных материалов для данной климатической зоны;

$F_j$  - орошаемая площадь, занятая сельхозкультурой, га;

$$\Delta У_j = У_{ор} - У_{без.ор.} \text{ ц/га},$$

$\Delta У_j$  - разница урожайности сельхозкультуры с применением орошения и без орошения ( в качестве объективного критерия расчета), ц. Данные по урожайности и закупочным ценам принимаются из отчетов агропредприятия и справочных материалов для данной климатической зоны, определены в исходных данных (в таблице 0.3 для урожайности и в таблице 1.6 по закупочным ценам 2006 года).

Расчет по определению чистого дохода произведен в таблице 1.6.

Кроме стоимостных показателей для оросительной системы наиболее важными являются показатели водоподачи, в частности, норма орошения - количество воды, требуемое для выращивания сельхозкультур, складывающихся в климатических условиях для данных почвенно-мелиоративных условий. Норма орошения для каждой сельхозкультуры принимается по расчетным графикам водоподачи. В данном хозяйстве все рас-

четы по определению технико-экономических показателей проводятся по всем видам сельхозкультур, размещенным на орошаемых угодьях. Распределение сельхозкультур по массивам орошения берется из введения (таблица 0.3).

Эффективность мелиоративных мероприятий на внутрихозяйственной части системы в агропредприятии (по варианту) оценивается дополнительной системой технико-экономических показателей:

1. Себестоимость подачи воды

$$S_b = C_{об}/W_{г} \text{ руб/м}^3,$$

$C_{об}$  - общие издержки, руб. (определяется по таблице 1.6 *гр 14 стр 9*);

$W_{г}$  - объем воды за оросительный период (определяется по таблице );

$$S_b = 0,69 \text{ руб/м}^3$$

2. Себестоимость полезно используемой воды

$$S_{\eta} = C_{об}/W_{г}/\eta_c \text{ руб/м}^3,$$

$\eta$  - КПД каналов внутрихозяйственной системы ( $\eta_c = \eta_{хр}$   
 $\eta_{ур} = 0,81$  )

$$S_{\eta} = 0,85 \text{ руб/м}^3$$

3. Эффективность орошаемой площади под сельхозкультурами:

$$\mathcal{E}_0 = ЧД/\omega \text{ руб/га},$$

где: ЧД - чистый доход или убыток по сельхозкультурам, полученный от орошения, (определяется по таблице 1.6 *гр18*) руб;

Таблица 1. 6.

Определение экономической эффективности эксплуатационных мероприятий при орошении сельскохозяйственных культур (определение чистого дохода) (по варианту)

№ п/п	Сельхозкультура из разд 1.1.	Площадь полей под культурой, га	Оросительная норма, м3/га	Объем воды за сезон, тыс.м3 <i>зр3*</i> <i>зр4*0,001</i>	Урожайность, ц/га			Цена продукции с/х произва, руб/ц	Валовая прибыль, тыс.руб <i>зр3*зр8*</i> <i>зр9*</i> <i>0,001</i>
					При орошении	Без орошения	Прирост <i>зр6-зр7</i>		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Озимая пшеница	480	1500	720	52	33	19	164,0	1495,7
2	Яровая пшеница	480	2500	1200	54	34	20	164,0	1574,4
3	Люцерна сено	480	4900	2352	165	95	70	95,0	3192
4	Кукуруза зерно	480	3000	1440	68	27	41	119,0	2341,9
5	Картофель	480	3900	1872	238	175	63	74,0	2237,8
6	Пожнивные	960	2900	2784	138	59	79	87,0	6598,1
7	Овощи	240	5500	1320	328	250	78	152,0	2845,4
8	Сады	100	4000	400	187	121	66	173,0	1141,8
9	Итого	2740		12088					∑ 21427,1

Продолжение таблицы 1.6

	Удельные издержки, руб/га			Общие издержки С, тыс. руб <i>гр3* гр13* 0,001</i>	Удельн. стоимость основн. фондов, руб/га <i>из таб.1 гр.13 стр22</i>	Удельн. стоимость основн. фондов с Ен=0,125, руб/га <i>гр15* *0,125</i>	Общая стоимость основн. фондов БС, тыс. р., <i>гр3* гр16* *0,001</i>	Чистый доход ЧД, тыс. руб <i>гр10- гр14- гр17</i>	Удельный чистый доход, руб/га <i>гр18* *1000 / гр3</i>	Эффективность использования оросительной воды, руб/м3 <i>гр18* / гр5</i>
	Сельскохозяйственные из <i>разд.1.2</i>	Мелиоративные из <i>таб.1.5 гр.7 стр1</i>	Суммарные <i>гр11+ гр12</i>							
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	390	1229,4	1619,4	777,3	5602,2	700,275	336,1	382,3	796,4	0,53
2	390	1229,4	1619,4	777,3	5602,2	700,275	336,1	461,0	960,3	0,38
3	780	2458,7	3238,7	1554,6	11024,8	1378,1	661,5	975,9	2033,2	0,41
4	780	2458,7	3238,7	1554,6	11024,8	1378,1	661,5	125,8	262,2	0,09
5	780	2458,7	3238,7	1554,6	11024,8	1378,1	661,5	21,7	45,3	0,01
6	390	1229,4	1619,4	1554,6	5602,2	700,275	672,3	4371,2	4553,3	1,57
7	1850	2458,7	4308,7	1034,1	11024,8	1378,1	330,7	1480,6	6169,0	1,12
8	1250	2458,7	3708,7	370,9	11024,8	1378,1	137,8	633,1	6331,2	1,58
9				9177,9			3797,5	8441,6	3084,5	0,7

$\omega$  - площадь орошениям под сельхозкультурами (определяется по таблице 1.6 гр3), га;

$$\Xi_0 = 3084,5 \text{ руб/га.}$$

IV. Эффективность использования оросительной воды,

$$\Xi_v = \text{ЧД} / W_{\Gamma} \text{ руб/м}^3,$$

где: ЧД - чистый доход или убыток по сельхозкультурам, полученный от орошения, (определяется по таблице 1.6 гр18 стр 9) руб;

$W_{\Gamma}$  - объем воды за оросительный период (определяется по таблице 1.6 графа 5 стр9)

$$\Xi_v = 0,7 \text{ руб/м}^3.$$

**Выводы по главе 1.3:** (по варианту)

1. Себестоимость воды составляет в целом 0,69 руб/м<sup>3</sup>, но из-за низкого КПД стоимость воды увеличивается на 0,24 руб. Следовательно, необходимо провести мероприятия по увеличению КПД системы за счет рационального водораспределения в течении вегетации или капитального мероприятия- устройства бетонной одежды в хозяйственном распределителе.

2. По культурам эффективность орошения различная:

№ п/п	Сельхозкультуры по убыванию эффективности	Эффективность орошаемой площади под сельхозкультурами, руб/га гр18 *1000/ гр3
1	2	3
1	Овоцы	6331,2
2	Сады	6169,0
3	Пожнивные	4553,3
4	Люцерна сено	2033,2
5	Яровая пшеница	960,3
6	Озимая пшеница	796,4
7	Кукуруза зерно	262,2
8	Картофель	45,3

9	По хозяйству	3084,5
---	--------------	--------

3. Можно признать безусловно эффективным орошение садов, овощей и пожнивных. Но в процессе производства мелиоративных работ необходимо стремиться к снижению издержек.

4. Малоэффективно орошение кукурузы и картофеля.

5. Эффективность использования воды на единицу продукции составляют:

№ п\п	Сельхозкультуры по убыванию эффективности	Эффективность использования оросительной воды, руб/м <sup>3</sup> гр18* / гр5
1	Сады	1,58
2	Пожнивные	1,57
3	Овощи	1,12
4	Озимая пшеница	0,53
5	Люцерна сено	0,41
6	Яровая пшеница	0,38
7	Кукуруза зерно	0,09
8	Картофель	0,01
9	По хозяйству	0,7

6. В целом оценка эффективности внутрихозяйственной оросительной системы положительная. Прибыль с одного га составляет 3084,5 руб., а на каждый м<sup>3</sup> воды приходится прибыль в 0,7 руб.

7. В любом случае необходимо снижение мелиоративных издержек, а также проведение мероприятий по: охране окружающей среды, повышению экономической эффективности орошения внутрихозяйственной сети, модернизации узлов внутрихозяйственной оросительной системы.

## **Глава 1.4. Мониторинг и производственные исследования эксплуатационных показателей внутрихозяйственной оросительной сети**

Цель производственных исследований при эксплуатации водохозяйственных комплексов - разработка предложений и мероприятий по реконструкции (развитию) их элементов и сооружений, оптимизация и совершенствование эксплуатации (интегративно - эти работы и мероприятия составляют сущность модернизации объекта в целом). Самый распространенный вид исследований и мониторинга – исследование эффективности водораспределительной сети, рациональное использование водных ресурсов и охрана окружающей среды.

На данной системе проводятся исследования и соответствующие технико-экономические расчеты коэффициента полезного действия сети каналов. В ходе исследования выбираются два створа на канале через 0,5...1,0 км, тарируются путем измерения геометрических размеров трапециoidalного сечения канала. Затем запускается вода и производится замер уровня воды в канале. При этом методом поплавков определяется средняя скорость. Определяется расход в первом и во втором створе. Разность расходов определяет величину потерь на участке канала.

### **1.4.1. Определение коэффициент полезного действия хозяйственной сети**

Основные потери на самотечных водопроводящих системах приходятся на фильтрацию в дно и откосы канала. Фильтрационные потери в каналах ВХС зависят от водопроницаемости грунтов, длины каналов и пропускаемых расходов воды (рис.1.6.). Немаловажное значение оказывает техническое состояние каналов, особенно состояние ложа, степень зарастания их растительностью и другие эксплуатационные показатели. Больше всего теряется воды в земляных руслах в начальный период их работы.



Рисунок 1.6 – Фильтрация воды в грунтовое ложе канала.

Общий коэффициент полезного использования воды на ВХС представляет собой отношение полезного потребления к количеству воды, забираемой для этой цели из источника орошения:

$$\eta_c = W_{нт} / (W_{нт} + W_{пот})$$

где  $W_{нт}$  — объем полезно использованной воды, в данном случае обеспечение водопотребления для производства урожая сельхозкультур, м<sup>3</sup>/га;

$W_{бр} = W_{нт} + W_{пот}$  — объем воды, забираемой в голове системы за установленный период, м<sup>3</sup>/га.

КПД определяется для сети каналов системы в зависимости от расходов воды, поступающих на полив. Значение КПД определяют в зависимости от размещения хозяйственной сети для каналов различного порядка и для самых не выгодных условий, когда расход воды подаётся на отдалённые участки полива. КПД определяется от точки выдела воды до временного оросителя. Расчёт ведётся по формулам:

$$\eta_{xc} = \eta_{xp} * \eta_{ук} * \eta_{во}$$

$\eta_{xc}$  - хозяйственная сеть.

$\eta_{xp}$  - хозяйственный распределитель.  
 $\eta_{yp}$  - участковый распределитель.  
 $\eta_{во}$  - временный ороситель.

При наличии нескольких точек выдела воды за расчётное значение системы принимается КПД подсчитанное для одной точки выдела, в которой подвешена наибольшая протяжённость канала. Для расчёта принимается, что этот канал будет в земляном русле.

Расчет КПД производится для двух режимов работы водопроводящих каналов - постояннодействующих, то есть когда в русле канала всегда присутствует поток, и периодически действующих.

Значение КПД для периодически действующих каналов (участковые распределители, временные оросители) определяется по формуле:

$$\eta_{во,ук} = 1 - \frac{\sigma * l}{100}$$

$\sigma$  - процент потерь на 1 км при подаче воды на поливы поливными токами, определяется по таблице 1.7.

Поливной ток – расход на одну дождевальную машину. Для ДДА100М = 100 л/сек., для ДДН70 = 70 л/сек.

$L$  - протяжённость канала, км.

Принимается, что на одном поле может одновременно работать не более одной машины, а на одном участковом распределителе не более двух. Для определения КПД расчёт проводится для двух случаев: для повышенного и пониженного расхода. Повышенный расход – когда одновременно работают все дождевальные машины, пониженный определяется плановым водопользованием.

Расчётное значение принимается по данным, накопленным в ходе производственных исследований или по фактическим замерам, приведенным в таблице 1.7. для грунтов средней проницаемости.

Таблица 1.7.

Величины удельных потерь из ложа канала в земляном русле в периодически действующей сети

Расход (поливной ток), л/с	Удельные потери $\sigma\%$ на на 1 км канала при подаче воды, $\sigma$
50 -70	16
80	14
100	13
120	12
140	11
160	10
180	9
200	8
220	7

Расчет КПД для периодически действующих каналов – временных оросителей и участковых распределителей показал следующие результаты (по варианту) :

$$\eta_{во, \min} = 1 - 16 * 0,5 / 100 = 0,93$$

$$\eta_{ур, \min} = 1 - 13 * 0,5 / 100 = 0,69$$

$$\eta_{во, \max} = 1 - 13 * 0,5 / 100 = 0,94$$

$$\eta_{ур, \max} = 1 - 8 * 2,6 / 100 = 0,81$$

На рис.1.7. представлен график КПД периодически действующей сети.

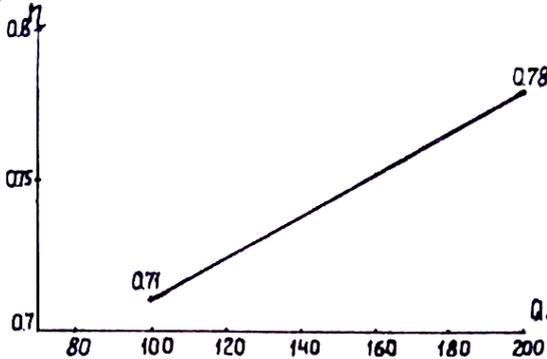


Рисунок 1.7. График КПД периодически действующей сети

Для постоянно действующих каналов – хозяйственных распределителей, КПД определяется по формуле:

$$\eta_{xp} = \frac{\sum Q_n}{Q_{бр}}$$

$$Q_{пот} = l * \sigma_{xp}$$

$Q_n$  - расход нетто, л/с.

$Q_{бр}$  - расход брутто, л/с.

$Q_{пот}$  - потери, л/с, определяются по опытным данным или по расчетным формулам в зависимости от проницаемости грунтов.

Данные представлены в таблице 1.8.

Таблица 1.8.

Потери воды в каналах постоянного действия

Расходы воды в канале, л/с	Проницаемость грунтов		
	Слабая	Средняя	Сильная
51-60	0,9	3,3	8
61-70	1	3,7	8,7
71-80	1,1	4	9,3
81-90	1,2	4,3	9,8
91-100	1,3	4,6	10
101-120	1,5	5	11
212-140	1,7	5,6	12
141-170	1,9	6,2	13
171-200	2,2	6,9	15
201-230	2,4	7,6	16
231-260	2,6	8,2	17
261-300	2,9	8,8	18
301-350	3,2	9,6	19
351-400	3,5	10	21
401-450	3,8	11	22
451-500	4,2	12	23

501-600	4,6	13	25
601-700	5,2	15	27
701-850	5,8	16	30
851-1000	6,5	18	33
1001-1250	7,1	20	36
1251-1500	8,7	23	40
1501-1750	9,9	26	43
1751-2000	11	28	46
2001-2500	12	31	51
2501-3000	14	35	57
3001-3500	16	39	62
3501-4000	18	42	66
4001-5000	20	47	72

Для расчётов составляется блок-схема хозяйственного распределителя с подключенными к нему участковыми распределителями и временными оросителями.

Блок – схема определения КПД каналов внутрихозяйственной сети представлена на рис.1.8.

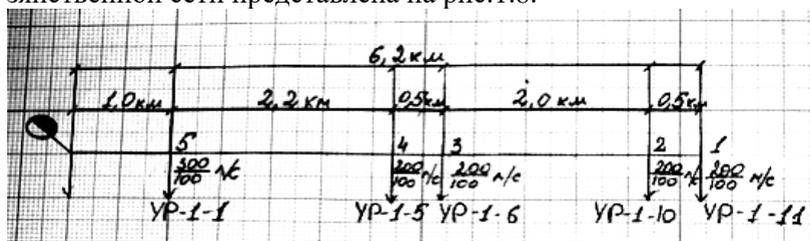


Рисунок 1.7. - Блок схема для расчета КПД канала ХР1.

Расчёт КПД хозяйственного распределителя проводится для повышенных и пониженных расходов по блок – схеме на рис 1.9. С учетом данных исследований потерь по длине канала из пособия расчёты проводятся в таблице 1.9. для грунтов средней проницаемости (*по варианту*).

Таблица 1.9.

Расчёт КПД хозяйственных распределителей.

Поливные токи		Пониженные расходы				Поливные токи		Повышенные расходы.			
Число	Q <sub>пт</sub> л/с	L, км	Q <sub>тек</sub> , л/с	Q <sub>пот</sub> , л/с	Q <sub>бр</sub> , л/с	Число	Q <sub>пт</sub> л/с	L, км	Q <sub>тек</sub> , л/с	Q <sub>пот</sub> , л/с	Q <sub>бр</sub> , л/с
1	100	0,5	100	2,3	102,3	2	200	0,5	200	3,5	203,5

1	100	2	202,3	15,2	217,5	2	200	2	403,5	22	425,5
1	100	0,5	317,5	4,8	322,5	2	200	0,5	625,5	7,5	633
1	100	2,2	422,5	24,2	446,7	2	200	2,2	833	35,2	868,2
1	100	1	546,7	13	559,7	2	200	1	1168,2	20	1188,2

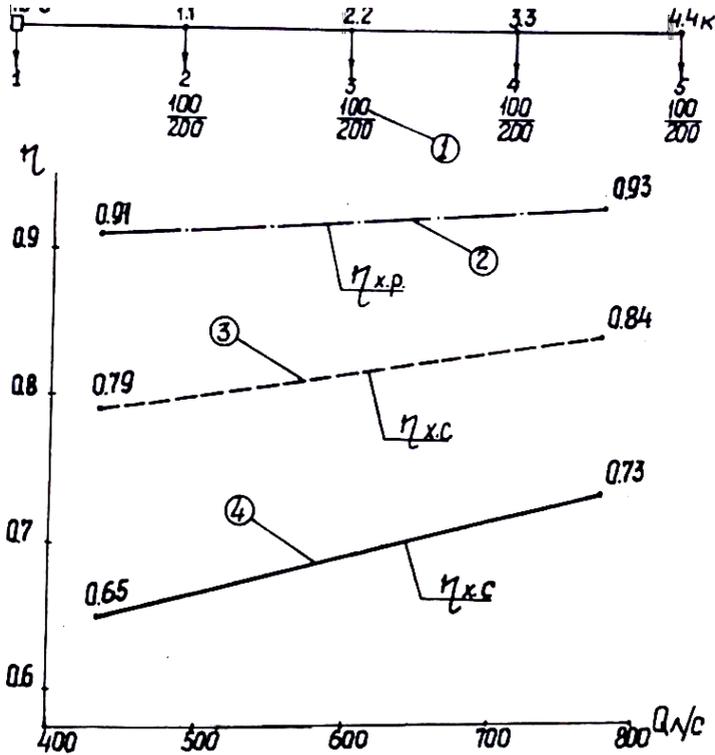


Рисунок 1.9. - Графики КПД сети каналов внутрихозяйственной системы.

Расчет КПД хозяйственных распределителей показал следующие значения (по варианту):

$$\eta_{\text{XP}}^{\text{min}} = \frac{500}{559,7} = 0,89$$

$$\eta_{XP}^{\max} = \frac{1100}{1188,2} = 0,93$$

$$\eta_{XC}^{\min} = 0,92 * 0,69 * 0,89 = 0,56$$

$$\eta_{XC}^{\max} = 0,94 * 0,81 * 0,93$$

По данным расчетов построены графики КПД всех каналов хозяйственной сети (рис. 1.9.). По результатам расчета КПД хозяйственной сети можно сделать следующие выводы.

#### **Выводы:**

1. *Высокие удельные потери воды на фильтрацию в хозяйственной сети объясняется большой протяженностью каналов. На их долю приходится примерно 75% всей постоянной сети на оросительных системах. Существенное влияние на, увеличение потерь оказывает периодичность действия многих каналов (участковые распределители и временные оросители) во время поливов, малые расходы воды в них, а также сравнительно низкий пока еще уровень технической эксплуатации внутрихозяйственной сети.*

2. *Так как вычисленное значение КПД системы находится в пределах  $\eta = (50...70\%)$  для каналов в земляном русле это неудовлетворительное значение КПД, поэтому необходимо проведение мероприятий по снижению потерь из оросительных каналов внутрихозяйственной системы.*

#### **1.4.2. Мероприятия по уменьшению потерь воды в хозяйственной сети каналов**

Повышение эффективности водопроводящей сети необходимо проводить по двум направлениям:

- Рациональное использование водных и земельных ресурсов – сокращение фильтрационных и производственных потерь, минимизация поверхностного и глубинного сброса, недопущение загрязнения, исключение водной эрозии почв.

- Оптимизация работы элементов водопроводящей сети и поливной техники – повышение производительности труда при водоподаче, уменьшение эксплуатационных потерь и поддержание системы в хорошем техническом состоянии, автоматизация производственных процессов при поливе.

Борьба с потерями воды из водопроводящих каналов состоит из эксплуатационных и инженерных мероприятий. Эксплуатационные мероприятия борьбы с потерями включают:

- правильную организацию и проведение внутривозвратных планов водопользования и системных планов водораспределения, рациональное распределение воды по системе;

- своевременное проведение работ по ремонту и уходу за каналами, гидротехническими сооружениями и другим оборудованием на системах и поддержание их в технически исправном состоянии;

- правильную эксплуатацию каналов, недопущение работы их при форсированных уровнях и значительных подпорах.

К инженерным мероприятиям борьбы с потерями относятся:

- рациональное проектирование поперечного сечения оросительных каналов с учетом минимума потерь;

- уменьшение водопроницаемости грунта ложа оросительных каналов;

- устройство противофильтрационных покрытий на каналах;

- применение современных насосов и закрытой трубопроводной сети.

В данном проекте исходя из финансовых возможностей агропредприятия (*по варианту*) для уменьшения потерь хозяйственной сети рекомендуется применить бетонную облицовку хозяйственного распределителя и кольматаж для участковых распределителей.

Кольматаж – уменьшение проницаемости грунтов в ложе распределителя за счёт вымывания илстых частиц.

По расчётным данным за счёт устройства бетонной облицовки потери снизятся на 20... 25%, таким образом, значение КПД хозяйственного распределителя увеличится до 96%. Пример бетонной облицовки канала представлен на рис.1.10.



Рисунок 1.10. - Бетонная облицовка ложа оросительного канала.

Удельная стоимость бетонной облицовки составляет 200 руб./м<sup>2</sup> (по варианту).

При устройстве кольматажа русла канала потери снижаются на 10 ... 15%, при этом КПД участковых каналов повышается до значения 88 ... 90%. Удельная стоимость работ по кольматажу составляет 12 руб./м<sup>2</sup>.

После проведения мероприятий КПД хозяйственной сети составит:

$$\eta_{xc} = \eta_{xp} * \eta_{ук} * \eta_{во}$$

$$\eta_{xc} = \eta_{xc} = 0,95 * 0,9 * 0,96 = 0,82 \text{ (по варианту)}$$

КПД межхозяйственной системы определяется по формуле:

$$\eta_{mc} = \eta_{mk} * \eta_{xc}$$

Стоимость инженерных и эксплуатационных мероприятий по повышению КПД хозяйственной сети определяется по формуле:

$$S = \chi * l * G$$

$\chi$  - строительный периметр канала, зависит от расхода и скорости воды в канале, м;

$l$  - длина участка канала, м;

$G$  - удельная стоимость противофильтрационных работ, руб/ м<sup>2</sup>, в данном случае:

$$G_{\text{бет}} = 200 \text{ руб/м}^2 \text{ (по варианту);}$$

$$G_{\text{кол}} = 12 \text{ руб/м}^2 \text{ (по варианту);}$$

Для хозяйственных распределителей:

При скорости потока в хозяйственном распределителе 0,5 ...1,0 м/с и при расходе  $Q_{\text{max}} = 0,5 \dots 1,0$  м<sup>3</sup>/с - строительный периметр -  $\chi = 4,8$  м (по варианту);

$l$  - протяжённость хозяйственного распределителя ХР - (из главы 1.1.) 6200 м (по варианту).

Для участковых распределителей:

При скорости потока в участковом распределителе 0,5 ...1,0 м/с и при расходе  $Q_{\text{max}} = 200$  л/с - строительный периметр -  $\chi = 2,1$  м (по варианту) ;

$l$  - протяжённость участковых распределителей (из главы 1.1.) 56100 м (по варианту).

$$S = S_{\text{бет}} + S_{\text{кольм}} =$$

$$= 4,8 * 6200 * 200 + 2,1 * 56100 * 12 = 7365720 \text{ руб (по варианту)}$$

Удельная стоимость повышения КПД составляет на 1 га составляет 2688,2 руб/га (по варианту)

#### **Выводы к главе 1.4.:**

1. Потери воды при водопользовании вызывают внушительные убытки, образуют дефициты водопотребления при орошении сельхозкультур, тормозит расширение оро-

*шаемых угодий. Фильтрационные воды увеличивают приходные статьи водного баланса, вследствие чего при больших потерях наблюдается прогрессирующий подъем уровня грунтовых вод с последующим ухудшением мелиоративного состояния орошаемых земель*

*2. Методы борьбы с потерями путем устройства противофильтрационных одежд и покрытий по принципу их действия можно разделить на две группы:*

- одежды, устраиваемые из материалов, не обладающих активной порозностью (водонепроницаемые): бетонные, железобетонные, асфальтовые, грунтовые, синтетические пленки, мощенные камнем;*

- одежды из материалов, обладающих активной порозностью, но с такой системой скважности, при которой капиллярные силы препятствуют фильтрации (слоистые грунтовые одежды).*

*3. При выборе способа борьбы с потерями воды на фильтрацию следует учитывать финансовые возможности предприятия и обеспеченность средствами механизации работ по устройству противофильтрационных покрытий оросительных каналов внутрихозяйственной системы.*

## **Глава 1.5. Определение лимита забора воды в систему в расчётном году**

Планы забора воды в систему и её распределение по точкам выдела хозяйства составляются на уровне Управлением оросительных систем (УОС) субъекта Федерации или аналогичного уполномоченного органа ежегодно. Потребные расходы воды по точкам выдела принимаются по расчётам хозяйств-водопользователей и, как принято на практике, объёмы водоподачи лимитируются, то есть ограничиваются по определенным правилам для того, чтобы обеспечить минимизацию водозабора из источника орошения и водоснабжения.

Устанавливаются лимиты забора воды и подачи в точки выдела хозяйств с учётом пропускной способности каналов и сооружений, климатических условий года мелиоративного состояния земель. Лимиты подачи воды точки выдела служат контрольными цифрами при планировании водопользования. Лимиты устанавливаются для характерных лет. Для установления лимитов забора воды в систему в расчётном году определяются средние оросительные нормы по каждому месяцу за период вегетации (с апреля IV по сентябрь IX).

Основная задача, которая решается оросительной системой – создание оптимального режима влажности в корнеобитаемом слое почвы для произрастания сельскохозяйственных культур и, как результат, получение гарантированного урожая за счет создания комфортных условий. Процесс забора воды из источника орошения, транспортировки её к месту использования и превращение потока воды в состояние почвенной влаги (доступной для растений) называется водопользованием.

Для засушливой зоны планирование водопользования проводят, исходя из строго регламентированных условий по возможности забора воды из источника орошения и состояния природно-климатических факторов, которые характеризуются обеспеченностью 25%, 50% и 75% годового стока и осадков.

В зависимости от этих величин принципы планируют водопользование. При планировании исходят из положения о том, что оптимальные влагозапасы для корнеобитаемого слоя почвы известны по каждой сельскохозяйственной культуре и задача сводится к расчету сроков и норм полива для поддержания оптимального значения параметра.

Расчеты проводят начиная с составления уравнения водного баланса для единичной площади поля и единичной глубины с целью дальнейшего распространения данных на все поля и для любой глубины. Предполагают, что началь-

ные влагозапасы известны. Задавшись ходом изменения во времени осадков, температур, дефицитов влажности воздуха, устанавливают режим подачи воды на поля для поддержания оптимальных влагозапасов с использованием соответствующего рекуррентного правила.

В результате расчетов получают идеализированный план подачи воды на поля единичной площади, занятой одной культурой, и для одной реализации природно-климатических факторов. Для построения реального плана полива для каждой сельскохозяйственной культуры устанавливают пределы изменения оптимальных влагозапасов от значения наименьшей влагоемкости до предполивного порога (0,65...0,85)ППВ.

### **1.5.1. Анализ климатических данных региона**

Лимит водозабора в агропредприятие определяется в начале каждого года (февраль – март) на основании имеющихся метеоданных для данного региона. Лимиты необходимы для обоснования плана пользования, на основе которого проводится полив. Поливы будут осуществляться на фоне неуправляемых погодных воздействий (осадков, солнечной радиации и т.д.). Поэтому систему поливов приходится вписывать в существующие погодные условия и таким образом эффективность орошения зависит от оптимального осуществления поливов системы орошения.

Необходимым условием поливов является заблаговременность принятия решения о поливе и определения его параметров. Заблаговременность зависит от следующих факторов:

1. Определение запаса времени для подготовки поливной техники и проведение гидротехнических мероприятий.
2. Согласованность с периодичностью метеорологических прогнозов.

3. Продолжительность периода планирования не должно превышать минимальную продолжительность межполивного периода.

С учётом перечисленных требований за оптимальную величину заблаговременности в зоне неустойчивого увлажнения принимаются период времени - декада месяца.

По исходным данным количество хозяйств на межхозяйственной распределительной системе (*название по варианту*) равно (*по варианту*), коэффициент использования земли под орошение (КЗИ) – 75% (*по варианту*), климатические данные за 11-летний расчетный период (*по варианту*) гг. равный периоду цикла солнечной активности.

В таблицах 1.10.1, 1.10.2., 1.10.3 приведены метеоданные для расчетного периода. *Таблицы 1.10.1, 1.10.2., 1.10.3 заполняется согласно номера варианта из таблиц Расчетных данных по климату.*

В исходных данных приведены необходимые для расчетов почвенно-мелиоративные характеристики, данные по сельскохозяйственным культурам и другие показатели Правоселовской оросительной системы.

В качестве обобщающего показателя характеризующего состояние метеофакторов используется величина дефицита водопотребления:

$$D = E_0 - M_0$$

$D$  – дефицит водопотребления, мм;

$E_0$  – испаряемость по метеоданным, мм;

$M_0$  – осадки по метеоданным, мм;

Анализ климатических данных показал, что для данного региона характерны значительные изменения метеопараметров по сезонам и по месяцам вегетационного периода.

Так максимальное испарение за год 138 мм в 1993 г., а минимальное – в 1986 г. 25 мм; максимальные осадки за год 87 мм в 1989 г., а минимальные – в 1988 г. 0 мм (*по варианту*).

Таблица 1.10.1.

## Среднемесячные температуры воздуха за расчетный период (по варианту)

Температура воздуха.														Сред. год
дата	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь	год	
1983	-5,2	-4,2	1,4	5,4	14,6	19,6	21,1	18,4	10,8	5,3	-5,5	-4,2	4,9	15,0
1984	-6,0	-5,2	4,2	7,8	16,7	17,2	21,9	16,5	12,1	3,3	-1,7	-3,7	5,3	15,4
1985	-7,2	-6,1	-1,9	2,9	16,1	17,7	20,9	18,2	14,1	7,7	-1,1	-4,8	3,7	15,0
1986	-4,2	-5,9	-0,9	2,6	10,7	17,8	20,2	17,1	19,8	3,6	-1,8	-5,2	3,7	14,7
1987	-3,7	-4,5	-1,6	4,2	13,8	18,4	20,1	17,7	14,3	3,1	-4,8	-5,2	4,1	14,8
1988	-4,8	-2,3	0,6	8,1	15,2	15,2	20,3	21,3	12,4	4,8	-1,2	-5,2	4,6	15,4
1989	-5,2	-3,6	0,5	10,1	17,7	18,5	21,3	22,2	11,1	7,1	0,0	-6,0	4,9	16,8
1990	-4,2	0,5	1,4	4,8	16,2	17,8	17,6	18,6	12,1	2,4	-4,1	-7,2	3,3	14,5
1991	-5,2	1,4	4,2	7,1	10,6	18,2	19,3	17,9	14,6	3,1	-2,8	-4,2	2,3	14,6
1992	-6,1	-4,2	-1,9	6,6	14,7	17,2	21,4	18,1	12,7	2,7	-3,1	-3,7	4,2	15,1
1993	-5,9	-1,9	-0,9	7,2	13,8	17,7	21,3	18,8	11,1	8,2	-1,1	-4,8	4,3	15,0

Таблица 1.10.2.

Среднемесячные осадки за расчетный период (по варианту)

Осадки, мм.														
дата	янв	фев	мар	апр	май	июн	июл	авг	сен	окт	ноя	дек	год	за вегета- цию
1983	27	8	35	27	38	38	27	43	48	3	30	37	361	221
1984	11	12	18	19	58	15	53	57	29	43	4	19	338	231
1985	53	14	28	9	26	52	35	51	34	47	51	36	436	207
1986	23	10	5	42	36	47	34	37	15	35	23	15	322	211
1987	14	29	23	29	29	48	9	9	22	37	25	21	295	146
1988	14	55	37	34	35	55	15	27	15	31	0	6	324	181
1989	26	8	7	15	43	28	26	13	33	20	87	57	363	158
1990	31	6	36	16	41	56	41	32	50	21	18	16	364	236
1991	8	4	5	15	22	51	77	16	24	83	30	33	368	205
1992	28	14	20	43	33	35	27	45	32	20	32	33	362	215
1993	18	26	18	17	9	14	29	23	10	77	33	37	311	102

Таблица 1.10.3.

Среднемесячная испаряемость за расчетный период (по варианту)

Испаряемость, мм.							
дата	апр	май	июн	июл	авг	сен	за вегета- цию
1983	45	90	89	106	81	41	422
1984	75	84	87	98	65	57	487
1985	31	92	98	112	88	71	508
1986	25	78	89	92	74	84	401
1987	41	88	77	101	91	80	478
1988	55	108	127	128	102	80	650
1989	85	98	105	104	105	65	611
1990	52	96	89	90	94	59	480
1991	61	80	91	75	94	90	491
1992	52	91	99	84	81	67	474
1993	67	118	106	138	124	76	629

Таблица 1.11 где анализируются статистические показатели ряда наблюдений, заполняется по данным из таблиц 1.10.3 и 1.10.2 соответственно суммарное значение испаряемости  $E_0$  и осадков  $M_0$  за вегетацию в графы 3 и 4. Затем в графе 5 вычисляется дефицит  $D=E_0-M_0$  для каждого года. В 12 строчке графы 5 вычисляется и записывается среднее значение дефицита  $\Sigma D/11 =$ .

Далее в графе 7 последовательно записываются дефициты по ранжиру от максимального до минимального, в графе 6 записывается дата соответствующего года. Далее из числа значений в графе 7 выбирается близкое по разности (она должна быть наименьшей) среднего дефицита из строки 12 графы 5. Это значение принимается в качестве среднего, то есть года 50% обеспеченности. Напротив этого значения в графе 8 ставится число 50%. Дата года из строки 50% в графе 6 будет средним годом 50% обеспеченности, обычно этот год располагается на 5 или 6 месте, реже на 4. Затем необходимо в графе 7 сложить данные и вычислить среднее значение дефицитов для

годов вышесреднего, включая средний если средний год не ниже 6 места. Далее из числа значений в графе 7 выше среднего года выбирается близкое по разности (она должна быть наименьшей) среднего дефицита для сухих годов. Выбранное значение будет соответствовать среднесухому году 25% обеспеченности (обычно год на 3 или 4 месте, реже на 2). Оставшиеся значения дефицитов ниже среднего складываются, вычисляется их среднее значение. Находится наиболее подходящее, которое будет соответствовать средневлажному году 75% обеспеченности. Выбранные даты характерных годов 25%, 50% и 75% обеспеченности записываются в графу Дата таблицы 1.12.

В таблице 1.11 приведён анализ метеоданных по дефициту водопотребления и определены годы характерной водообеспеченности 25%, 50%, 75%.

Таблица 1.11.

Определение расчётной обеспеченности для ряда наблюдений (по варианту)

№ п/п	Даты годов	Ео, мм.	Мо, мм.	$D = E_o - M_o$ , мм.	Годы по ранжиру	Дефицит по ранжиру от максимального до минимального $E_o - M_o$ , мм.	P, %
1	2	3	4	5	6	7	8
1	1983	422	221	201	1993	527	
2	1984	487	231	256	1988	469	
3	1985	508	207	301	1989	453	25
4	1986	401	211	190	1987	332	50
5	1987	478	146	332	1985	301	
6	1988	650	181	469	1991	286	
7	1989	611	158	453	1992	259	
8	1990	480	236	244	1984	256	
9	1991	491	205	286	1990	244	75
10	1992	474	215	259	1983	201	
11	1993	629	102	527	1986	190	
12	Ср. зн			319,82			

Для определения критического значения водопотребления для данной выборке лет необходимо определить максимальный дефицит водопотребления для лет характерной обеспеченности. Значения среднемесячных дефицитов для характерных лет приведено в табл.1.12. Для дат характерных годов 25%, 50% и 75% обеспеченности вычисляются дефициты по каждому месяцу вегетации. Данные берутся из таблицы 1.10.2., 1.10.3.

Таблица 1.12.  
Среднемесячные дефициты для характерных лет (по варианту)

№ п/п	Годы		Д = Eo - Mo, мм.					
	P, %	Дата	апр	май	июнь	июль	авг	сен
1	25	1989	70	55	77	78	92	32
2	50	1987	12	59	29	92	82	58
3	75	1990	36	55	33	49	62	9

Максимальный месячный дефицит для оросительного сезона характерных лет наблюдался в месяце август 1989 г. и составил 92 мм (по варианту), в это период осадков выпало 13 мм (по варианту).

Для критического периода характерных лет 25, 50, 75% обеспеченности определяются соответствующие максимальные ординаты графика гидромодуля по формуле:

$$q = \frac{M_1 * 10}{86,4 * t}, \quad \text{л/с*га}$$

Где  $M_1 = (E - Mo)_{\max}$ , мм

$M_1$  – максимальная водоподача в критический период оросительного сезона, для упрощения принимается равный максимальному дефициту для каждого года расчетной обеспеченности 25%, 50% и 75%.

$M_{1\ 25\%} = 92$  мм.;  $M_{1\ 50\%} = 92$  мм.;  $M_{1\ 75\%} = 62$  мм. (по варианту)

t – время периода (1 месяц = май, июль, август – 31 день; апрель, июнь, сентябрь – 30 дней), дни.

86,4 – переводной коэффициент, учитывающий количество секунд в 1 дне.

$$q_{25\%} = \frac{*}{*} = \frac{920}{86,4 * 31} = 0,34, \text{ л/с*га(по варианту)}$$

$$q_{50\%} = \frac{*}{*} = \frac{920}{86,4 * 31} = 0,34, \text{ л/с*га(по варианту)}$$

$$q_{75\%} = \frac{*}{*} = \frac{620}{86,4 * 31} = 0,23, \text{ л/с*га(по варианту)}$$

Для определения возможной площади полива в зависимости от пропускной способности оросительной системы определяем ординаты графиков гидромодуля, для максимального значения лет характерной обеспеченности исходя из данных таблицы 1.12.

Согласно исходным данным проектная пропускная способность оросительной системы рассчитана на проектную ординату гидромодуля  $q_{пр} = 0,4 \text{ л/сек*га}$  (по варианту).

Возможная площадь полива определяется в следующей последовательности:

КЗИ= 75%    Свал = 40 тыс.га ;  $q_{пр} = 0,4 \text{ л/с*га}$  (по варианту);

$S_{op} = \text{Свал} * \text{КЗИ}$  ;  $S_{op} = 40 \text{ т.га} * 0,75 = 30 \text{ тыс.га}$  (по варианту).

Коэффициент обеспеченности определяется по зависимости

$$S_{воз} = S_{op} * K_{\%}$$

$$K_{\%} = q_{пр} / q_{\%}$$

Значение коэффициента обеспеченности  $K_{\%}$  может быть  $\geq 1$ , если по расчету получено значение больше 1, то принимается равное 1. Так как КЗИ предполагает, что все площади входящие в 25% территории не пригодны для орошения по разным причинам.

$$K_{25\%} = \frac{0,4}{0,34} = 1,18 = 1$$

$$S_{\text{воз}25\%} = 30 \text{ тыс.га.} * 1 = 30 \text{ тыс.га (по варианту).}$$

$$K_{50\%} = \frac{0,4}{0,34} = 1,18$$

$$S_{\text{воз}50\%} = 30 \text{ тыс.га.} * 1 = 30 \text{ тыс.га (по варианту).}$$

$$K_{75\%} = \frac{0,4}{0,23} = 1,74 = 1$$

$$S_{\text{воз}75\%} = 30 \text{ тыс.га.} * 1 = 30 \text{ тыс.га (по варианту).}$$

По расчету в критический период *(по варианту)* года система *(не)* *(по варианту)* обеспечивает подачу воды на орошаемую площадь. В случае не обеспечения достаточными влагозапасами на оросительной системе необходимо вводить водооборот или сокращать посеы влаголюбивых культур. Оросительная способность (принимается равной возможной площади полива) составляет  $S_{\text{воз}} = \omega_c =$  *(по варианту)* тыс.га. В данном варианте критический период отсутствует.

### 1.5.2 Выбор расчётного года

Выбор расчётного года производится путем сравнения данных по температуре и осадкам для текущего года с данными по температуре и осадкам характерных лет для одинаковых сезонов. Год характерной обеспеченностью ближе, к которому будут совпадать метеофакторы текущего года, будет принят в качестве расчётного. Расчёт сводится в таблицу 1.13. В таблицу заносятся соответствующие метеоданные температуры (из таблицы 1.10.1) и осадков (из таблицы 1.10.2). Сначала для текущего года определяется как следующий по данному в варианте. *Например, для 1983-1993 дата текущего года 1994 г. Соответственно берутся данные для ноября и декабря 1993 года, а для 1994 года единственно возможные для этого периода прогнозира-*

ния – январь и февраль. Для лет 25%, 50% и 75% обеспеченности метеоданные берутся по такому же алгоритму.

Для принятия решения применяется следующий алгоритм: по значению средней температуры за сезон с ноября по февраль из трёх лет выбирается два близко расположенных к значению текущего года. Далее из выбранных двух лет по значениям осадков из двух выбирают один, который ближе к показателю текущего года. *В примере видно, что наиболее близким по сумме средних температур являются средний (50%) 1987 год и среднесухой (25%) 1989 год. Из них по сумме осадков ближе к текущему среднесухой (25%) 1990 год. Он и выбирается в качестве расчетного года. По данным принятого года будут производиться прогнозные расчеты водозабора в текущем году.*

По расчётным данным таблицы 1.13 за расчётный принят год 1990 г. 75% обеспеченности (по варианту) и предполагается, что повторится такое же распределение температур, осадков и испаряемости по месяцам, как и в выбранном расчётном году.

Планы водопользования составляются в начале марта ежегодно, поэтому за расчётный принимаются климатические данные с марта по декабрь месяцы, расчётные данные для января и февраля месяца берутся для текущего года.

Оросительная способность систем определена по году расчётной обеспеченности и составляет  $\omega_c = 30$  тыс.га (для расчётного года).

### **1.5.3. Определение параметров забор воды в систему**

План забора в систему и её распределение по точкам выдела составляется управлением оросительных систем (УОС) ежегодно. Потребные расходы воды принимаются по заявкам (по расчётам) хозяйств – водопользователей. Устанавливаются лимиты забора воды и подача к точке выдела хозяйств с учётом:

Таблица 1.13.

Сравнение температур и осадков характерных лет для выбора расчетного года *(по варианту)*

Ме- сяцы	Текущий год 1994 г.			Средний год 1987 г. 50%			Среднесухой год 1989 г. 25%			Средневлажный год 1990 г. 75%		
		t, °C	Осадки, мм		t, °C	Осадки, мм		t, °C	Осад- ки, мм		t, °C	Осад- ки, мм
Ноя	1993	-1,1	33	1987	-4,8	25	1989	0	17	1990	-4,1	18
Дек	1993	-4,8	37	1987	-5,2	21	1989	-6	15	1990	-7,2	16
Янв	1994	-4,5	16	1988	-4,8	14	1990	-4,2	3	1991	-5,2	8
Фев	1994	-0,9	0	1988	-2,3	29	1990	-0,5	5	1991	+1,4	4
<b>сум- ма</b>		-11,3	86		-17,1	89		-10,7	40		-15,1	46

• пропускной способности каналов и сооружений ( $q_{пр} = 0,4 \text{ л/с*га}$ )

• климатических условий года (таблица 1.14).

• мелиоративное состояние земель исходные данные.

Для установления лимитов забора воды в систему в расчётном году определяется средняя оросительная норма по месяцам за вегетацию по уравнению водного баланса:

$$M_1 = E_0 - (M_0 + M_г + M_з)$$

$M_1$  – расчётная оросительная норма за месяц, мм;

$E_0$  – испаряемость по метеоданным (мм), для данной климатической зоны, этот параметр приравнивается к суммарному водопотреблению к орошению, мм;

$M_з$  – запас влаги в почве, который используется растением, мм;

$M_0$  – осадки, мм;

$M_г$  – грунтовые пресные воды, которые используются растениями при глубине залегания выше 4 м.

Расчёт проводится в таблице 1.14.

Возможный запас влаги в почве определяется по формуле:

$$M_з = 10 * H * d * (P_{ППВ} - 0,7 * P_{ППВ}), \text{ мм}$$

$P_{ППВ}$  – предельно-полевая влагоёмкость, %, определяется по таблице исходных данных.

$H$  – глубина слоя почвы, из которой происходит забор влаги, принимается равный 1,5 м.

$d$  – объёмная масса почвы, т/м<sup>3</sup>, зависит от вида почв, по данным таблицы исходных данных.

Эти запасы возникают при значительных осадках с октября (10) по март (3) месяц, а при их отсутствии за счёт влагозарядковых поливов.

Средневзвешенные значения параметра  $M_з$  для системы определяется с учётом процентов площади данной почвенной разницы. Лёгкие почвы – 10%; Средние – 60%; Тяжёлые – 30%.

$$M_з \text{ ср} = 0,1M_{зл} + 0,6M_{зс} + 0,3M_{зт}$$

$M_{зл} = 10 * 1,5 * 1,4 * (20 - 0,7 * 20) = 126$  мм (по варианту)

$M_{зс} = 10 * 1,5 * 1,42 * (25 - 0,7 * 25) = 160$  мм (по варианту)

$M_{зт} = 10 * 1,5 * 1,45 * (30 - 0,7 * 30) = 196$  мм (по варианту)

$M_{з ср} = 0,1 * 126 + 0,6 * 160 + 0,3 * 196 = 168$  мм (по варианту).

Использование Мг будет походить на глубине до 4 м. значение Мг можно определить по формуле:

$$M_{Г} = \frac{E_0}{e^{my}}$$

$e^{my}$  – параметр по ГГИ, зависит от состава почв и глубины грунтовых вод.

Площадь, где высоко залегают грунтовые воды, составляет 20%. Для данной зоны, учитывая глубокое залегание УГВ, 20% где уровень выше 4 метров этот параметр можно оценить как 5% от испарения.

В таблице 1,14 значение Мг в виду малозначительности определяется как  $0,05 * E_0$ , где  $E_0$  – испаряемость, мм. Определяется по значениям таблицы 1.14.

Расчётная ордината гидромодуля в апреле и сентябре уточняется с учётом запасов влаги в почве за счёт осенне-зимних и весенних осадков за период с октября по март включительно. Расчёт проводится для текущего года. В текущем году выпало  $\sum Mo_{(10-3)} = 128$  мм (по варианту) осадков (по данным таблицы 1.14). Пополнение влагозапасов будет производиться за счет оставшихся после поверхностного стока 50% выпавших осадков.

Величина влагозарядкового полива Мвл определяется как:

$$M_{вл} = M_{з ср} - 0,5 * \sum Mo_{(10-3)}$$

$$M_{вл} = 168 - 0,5 * 128 = 40$$
 мм (по варианту).

Влагозарядковый полив в апреле месяце будет проводится на полях яровой пшеницы – 35%, кукурузы – 15% и будет равен 50% от площади посева.

$M_{\text{вл апр}} = M_{\text{вл}} * 0,5 = 40 * 0,5 = 20 \text{ мм}$  (по варианту).

Соответственно в сентябре будут проводиться влагозарядковые поливы для полей с озимой пшеницей – 10%, люцерной – 30%, овощами – 5% и садами – 5%. - всего 50% от площади посева.

$M_{\text{вл сен}} = M_{\text{вл}} * 0,5 = 40 * 0,5 = 20 \text{ мм}$  (по варианту).

Расчёты по определению лимитов водоподачи (план воопользования) проводятся в таблице 1.15.

При расчете следует учитывать, что при эксплуатации больших систем существует понятие минимальной пропускной способности, которая соответствует открытию на минимальном уровне затворов водозаборного сооружения или работы минимального количества насосов на насосной станции.

Минимальная пропускная способность для данной системы составляет  $q_{\text{min}} = 0,1 \text{ л/с*га}$  (меньше не может быть исходя из пропускной способности затворов на водозаборном сооружении). Максимальное значение  $q_{\text{max}} = q_{\text{пр}} = 0,4 \text{ л/с*га}$ . Таким образом  $0,1 \leq q \leq 0,4 \text{ л/с га}$  - это необходимо учитывать в таблице 1.14. стр.7.

Расчётные расходы в голове системы определяется по формуле:

$$Q_{\text{бр}} = \frac{q * \omega_c}{\eta_c}$$

$\omega_c$  - оросительная способность системы;

$\eta_c$  - КПД межхозяйственной сети,  $\eta_c = 0,80$ .

### **Вывод по главе 1.5.:**

*1. Водопользование в агропредприятиях проводят под контролем межхозяйственной службы эксплуатации. Ведут учет воды в точках выдела и выход поливаемых площадей, определяют коэффициенты использования воды при поливах (КИВ).*

Таблица 1.14.

## Климатические данные расчётного года

Показатели	янв	фев	мар	апр	май	июн	июл	авг	сен	окт	ноя	дек
Испаряемость Е <sub>о</sub>	-	-	-	52	96	89	90	94	59	-	-	-
Осадки в мм М <sub>о</sub>	31	6	36	16	41	56	41	32	50	21	18	16
Температура в град. t C	-4,2	0,5	1,4	4,8	16,2	17,8	17,6	18,6	12,1	2,4	-4,1	-7,2
Оросительная способность системы ω <sub>с</sub> , тыс.га	-	-	-	30	30	30	30	30	30	-	-	-

Таблица 1.15.

## Расчёты лимитов забора воды в систему

№ п/п	Показатели	Значение или формула рас- чёта	апр	май	июн	июл	авг	сен
1.	Испаряемость, мм	Е <sub>о</sub>	52	96	89	90	94	59

2.	Влагозарядковый полив, мм	Мвл	20	0	0	0	0	20
3.	Осадки, мм	Мо	16	41	56	41	32	50
4.	Использование запасов влаги из почвы (по расчету суммарно 168 мм), мм	Мз	30	28	30	30	20	30
5.	Использование грунтовых вод, мм ( $0,05 * E_o$ )	Мг	3	5	5	5	5	3
6.	Расчётная оросительная норма, мм ( $E_o + M_{вл} - M_o - M_z - M_g$ ) для каждого месяца	М1	26	22	2	15	38	42
7.	Расчётные ординаты гра- фика гидромодуля, л/сек*га	$q = \frac{M_1 * 10}{86,4 * t}$	0,1	0,1	0,1	0,1	0,14	0,18
8.	Расчётные расходы в голо- ве системы, м <sup>3</sup> /с	$Q_{бр} = \frac{q * \omega_c}{\eta_c}$	3,75	3,75	3,75	3,75	5,25	5,75

*2. Планы водопользования корректируют по декадам. Несоответствие между требуемой и фактически возможной водоподачей, хотя и редко, но встречается. Это несоответствие может иметь такие случаи:*

- *магистральные каналы и головное сооружение совместно или в отдельности не пропускают количества воды, требуемого графиком водоподачи;*

- *источник орошения не обеспечивает потребным по графику водоподачи количеством воды.*

*3. Основной и общей для этих случаев мерой ликвидации указанного несоответствия является применение дополнительных мероприятий по повышению КПД оросительной системы в целом и ее составных частей*

## **Глава 1.6. Реконструкция и модернизация внутрихозяйственной сети**

Повышение эффективности оросительной системы достигается за счёт:

- рационального использования водных и земельных ресурсов - сокращение непроизводительных потерь сбросов воды, улучшение водораспределения, улучшение и увеличение плодородия почв и т.д.

- оптимизация работы элементов оросительной сети и технологического оборудования – сокращение числа производственных процессов, повышение производительности труда, механизацию и автоматизацию процессов водораспределения.

Повышение эффективности водопроводящей сети связано с сокращением потерь и повышением КПД системы и рассмотрен в главе 1.4.1.

Другим аспектом повышения эффективности работы оросительной системы является внедрение автоматизированной дождевальной техники для полива сельскохозяйственных культур – дождевальная машина «Фрегат».

Машина состоит из центральной опоры, трубопровода с дождевателями, самоходных колес и защиты при нарушениях режимов работы (рис.1.11). Опоры (колеса) с 1 по 7 расположены через 24,7 м и с 7 по 16 через 29,6 м. На трубопроводе размещаются среднеструйные дождеватели (37-49 шт) и в конце дальнеструйный дождеватель с радиусом действия 35 м. Дождевальная машина "Фрегат" изготавливается по техническим условиям (ТУ 23.2 636-71) в пяти модификациях с числом тележек 12-16. "Фрегат" используется на двух позициях. В таблице 1.16. представлены технические характеристики модификаций.



Рисунок 1.11. – Орошение с использованием ДМ «Фрегат».

Таблица 1.16.  
Техническая характеристика машин "Фрегат"

Показатели	ДМ-335-58	ДМ-365-68	ДМ-394-80	ДМ-424-90	ДМ-454-100
Число опор, шт	12	13	14	15	16
Длина установки, м	335	365	394	424	454
Рабочее давление на входе, м	56	58	62	67	68
Расход воды, л/с	58	68	80	90	100
Интенсивность дождя, мм/мин	0,19	0,23	0,26	0,29	0,32

Площадь полива на одной позиции, га	42	49,5	57	65,5	72
Число дождевателей, шт.	38	41	44	48	50
Масса машины с водой, т.	22,8	23,7	24,6	25,5	27
Число суток одного оборота при: m= 20 мм m= 40 мм	1,6	1,8	1,9	2	2,2
	3,4	3,8	4,2	4,4	4,8
Время одного оборота, ч.	37	40	44	47	50
Норма полива, мм	18	20	22	23	24
Стоимость машины, т.руб.	144,2	153,2	161,1	172,1	187,1

План размещения трубопроводов и машин разрабатывается в отдельном проекте. При выборе модификации машин и схем размещения трубопроводов учитываются границы сельскохозяйственных массивов, трассы постоянно действующих каналов и коллекторов.

Расчетная схема размещения трубопроводов и машин на полевых севооборотах представлена на рис.1.12.

После размещения в сети дождевальных машин «Фрегат» границы полей изменяются. В проекте принята машина модификации: ДМФ394/80.

При этом принимается, что одна машина будет обслуживать два поля.

Оросительная сеть представляет собой закрытые на глубину 0,5 м полиэтиленовые трубопроводы диаметром 125 ... 200 мм.

Гидранты и напорная арматура располагаются в закрытых типовых колодцах. Общая протяжённость трубопроводной сети - 12,5 км.

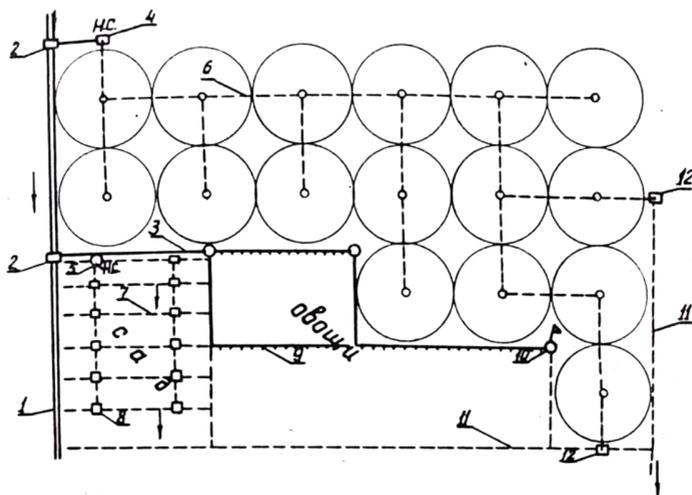


Рисунок 1.12 Схема размещения трубопроводов при автоматизации поливов: 1 - межхозяйственный распределитель, 2 - точки выдела воды, 3 - хозяйственный распределитель, 4 - насосная станция для Фрегатов, 5 - насосная станция для сада, 6 - трубопроводы для Фрегатов, 7 - трубопроводы для сада, 8 - колодцы на трубопроводах, 9 - участковые каналы и оросители для овощей, 10 - сброс из канала, 11- коллекторы, 12 - сброс из трубопроводов.

Полив секторов и орошаемых дождевальную машиной «Фрегат» будет проводиться машинами ДДН100 с подключением к гидранту.

Вода в трубопроводную сеть будет подаваться стационарную насосную станцией, устроенной на хозяйственном распределителе (ХР – 1) (по варианту).

По расчетной схеме одна насосная станция подает воду на два полевых севооборота, на восемь одновременно работающих машин. Полив углов, не поливаемых машиной

"Фрегат", будет проводиться машиной ДДН-70. Расчетный диаметр трубопроводов определяется по формуле:

$$d = K \cdot \sqrt{Q} \text{ м,}$$

где Q - расход, м<sup>3</sup>/с;

K -коэффициент для труб: полиэтиленовых - 0,86; стальных - 0,96; чугунных - 0,88.

Потери напора в трубах определены

$$h_w = A \cdot Q^2 \cdot l \text{ м,}$$

где A - удельное сопротивление на 1 м длины трубы; Q - расход м<sup>3</sup>/с; l - длина трубы, м.

Стальные трубы (ГОСТ 8732-58)			Полиэтиленовые трубы (ГОСТ 539-60)		
Диаметр труб d, мм	Площадь сечения ω, м <sup>2</sup>	Удельные сопротивления А	Диаметр труб d, мм	Площадь сечения ω, м <sup>2</sup>	Удельные сопротивления А
125	0,0123	106,2	100	0,0078	266,6
147	0,017	18,96	119	0,0097	105,4
173	0,0235	44,95	141	0,0156	42,7
198	0,0308	9,27	189	0,281	8,95
224	0,0394	4,82	235	0,0434	2,8
252	0,050	2,58	279	0,0611	1,12
305	0,074	0,94	322	0,814	0,52

Расчётный расход насосной станции определяется из расчёта одновременной работы всех дождевальных машин и КПД сети 98%.

$$Q_{nc} = \frac{n * Q_{фр}}{\eta} = 20 * 80 \text{ л/с} / 0,98 = 1632 \text{ л/с (по варианту)}$$

анту)

где n – число машин, при реконструкции n=20 шт.

$Q_{фр}$  – расход дождевальной машины «Фрегат».

Напор насосной станции:

$$H_{nc} = H_{дм} + \Sigma h_{дл} + h_{г} + h_{з} = 62 + 6,25 + 0 + 0,75 = 69 \text{ м (по варианту)}$$

где  $H_{дм}$  – напор дождевальной машины, равен 62 м;

$h_{г}$  – перепад геодезических отметок, принимается 0 м;

$h_{з}$  – глубина заложения, принимается 0,75 м.

$\Sigma h_{дл}$  – сумма потерь по длине. Суммарные потери воды зависят от расхода в трубопроводе, от удельного сопротивления на 1 м трубы трубопровода, от диаметра труб, от длины трубопровода.

$$\Sigma h_{дл} = 2,5 \div 6,5 \text{ м.}$$

1. Стоимость напорных трубопровод, руб/м

Диаметр труб d, мм	Асбестоцементные трубы			Стальные трубы	полиэтиленовые трубы
	ВТ-6	ВТ-9	ВТ-12		
100	1,47	2,2	-	3,72	3,26
150	2,1	4,18	4,45	4,66	4,38
200	3,0	4,87	5,46	7,8	7,43
250	3,7	6,44	7,0	9,31	9,11
300	4,73	8,34	9,03	10,9	10,4
350	6,0	10,0	11,0	12,0	11,7
400	7,71	12,56	13,56	15,86	15,11

500	11,1	18,71	20,61	20,91	20,4
600	-	-	-	27,4	-
800	-	-	-	38,74	-

Общие капитальные затраты при реконструкции оросительной сети включают:

Снс – стоимость насосной станции зависит от расхода и напора и, в данном случае для  $Q_{нс}=1632\text{л/с}$  и

$H_{нс}=70\text{ м}$ , составляет 880 т.руб.

1. Стоимость насосных станций, руб/га

л/с	руб/га
800	.....610
1000	.....690
1200	.....740
1400	.....820
1600	..... 880
1800	.....940
2000	.....1000

Стр – стоимость трубопроводной сети зависит от диаметра труб,  $d = 125 - 200\text{ м}$ , Стр = 690 т.руб.

Сдм – стоимость дождевальных машин.  
 $20 \cdot 191\text{ т.руб} = 2420\text{ т.руб}$

Ссет. – стоимость заравнивания старой сети. 185 т.руб

$\text{Срек} = \text{Снс} + \text{Стр} + \text{Сдм} + \text{Ссет} = (\text{по варианту т. руб})$

После внедрения дождевальных машин «Фрегат» предполагается достичь следующих результатов:

- Повышение КИЗ до 0,96 при поливах машинами ДДА – 100М и ДДН – 70 КИЗ = 0,88 – 0,9.
- Повышение КПД до 0,96. При земляных каналах и временных оросителях КПД составляет 0,65 – 0,73.
- Снижение потребных расходов воды на поливы брутто на 20 – 30%. Обеспечиваются круглосуточные поливы.
- Снижение затрат на поливы труда и средств.

При нормах поливов 20 – 120 мм за один полив затраты составляют 6... 35,2 руб./га, производительность труда – 1,3 – 7,4 чел./час. При поливах машиной ДДА – 100М затраты составляют 6,7 – 40 руб./га, производительность труда – 1,8 – 12 чел./час.

Срок окупаемости капитальных затрат на автоматизацию поливов машинами «Фрегат» оценивается пятью – шестью годами за счёт повышения урожайности культур, увеличения валовой продукции и снижения издержек производства.

Автоматизация поливов машинами «Фрегат» осуществляется при заданной норме полива, обеспечиваются круглосуточные поливы. Это вторая стадия автоматизации поливов.

Для высшей третьей стадии необходимы стационарные дождевальные установки, датчики, обеспечивающие передачу информации о влажности почвы по полям и исполнительные механизмы, осуществляющие эвристические программы поливов полей на массивах.

#### **Вывод по главе 1.6.:**

*1. Реконструкция - комплекс инженерных мероприятий, целью которых является приспособление существующего водохозяйственного объекта или агропредприятия к современным условиям хозяйствования и изменяющимся внешним условиям окружающей среды, в отдельных случаях с сохранением (воссозданием) отдельных исторических или мемориально ценных элементов.*

*2. Цель реконструкции - снижение себестоимости, улучшение условий и повышение производительности труда на основе внедрения ресурсосберегающих технологий и новых методов организации труда, повышение надежности и долговечности, как отдельных объектов, так и систем в целом.*



# Приложение Б

## Примерная форма задания

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Российский государственный аграрный университет – МСХА  
имени К.А. Тимирязева  
Институт мелиорации, водного хозяйства и строительства  
им. А.Н. Костякова  
Кафедра сельскохозяйственных мелиораций

### ЗАДАНИЕ НА КУРСОВУЮ РАБОТУ (КР)

Обучающийся \_\_\_\_\_

**Тема КР** Эксплуатация и мониторинг внутрихозяйственной части в агропредприятии (название хозяйства) и межхозяйственной части (название системы) гидромелиоративной системы по варианту № (1...30) природно-климатических факторов  
**Исходные данные к работе** 1. план внутрихозяйственной части системы в агропредприятии ..... масштаб плана 1:..... ; 2. план межхозяйственной части ..... гидромелиоративной системы; масштаб плана 1:....., количество обслуживаемых хозяйств ...; 3. вариант исходных данных к расчетам по климатическим параметрам региона по 11 годам наблюдения 19..... -20...;  
4. данные по гидрогеологическим и водно-физическим свойствам угодий, а также площади и состав культур севооборотов на них

**Перечень подлежащих разработке в работе вопросов:**

---

---

---

---

---

---

**Перечень дополнительного материала** \_\_\_\_\_

---

---

Дата выдачи задания \_\_\_\_\_

«\_\_» \_\_\_\_\_ 202\_\_ г.

Руководитель (подпись, ФИО) \_\_\_\_\_

Задание принял к исполнению (подпись обучающегося) \_\_\_\_\_

«\_\_» \_\_\_\_\_ 202\_\_ г.



Рис. 3 Образец плана земель Хозяйства №1.

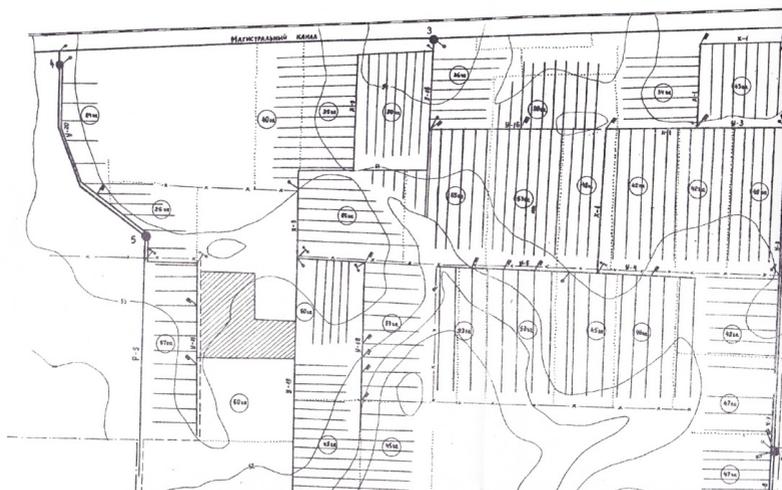


Рис. 4 Образец плана земель Хозяйства №2.

## Приложение В

### Примерная форма рецензии на курсовую работу РЕЦЕНЗИЯ

на курсовой проект обучающегося

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»

Обучающийся

Учебная дисциплина Эксплуатация и мониторинг систем и сооружений

Тема курсового проекта Эксплуатация и мониторинг внутрихозяйственной части в агропредприятии (название хозяйства) и межхозяйственной части (название системы) гидромелиоративной системы по варианту № (1...30) природно-климатических факторов

Полнота раскрытия темы:

---

---

---

Оформление:

---

---

Замечания:

---

---

---

Курсовая работа отвечает предъявляемым к ней требованиям и заслуживает \_\_\_\_\_ оценки.

(отличной, хорошей, удовлетворительной, не удовлетворительной)



Наименования спецификаций и других таблиц, а также текстовых указаний, относящихся к изображениям, в графе 4 не указывают (кроме случаев, когда спецификации или таблицы выполнены на отдельных листах).

- в графе 5 - условное обозначение вида документации: ДП - для дипломных проектов, КР - для курсовых работ, БР - бакалаврская работа, МД – для магистерских диссертаций.

- в графе 6 - порядковый номер листа документа;

- в графе 7 - общее количество листов документа;

- в графе 8 - наименование учебного заведения и его подразделения, разработавшей документ – ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, кафедра СХМ.

## Библиографический список

### Основная литература

1. Каблуков, О.В. Эксплуатация и мониторинг систем и сооружений. - М.: Спутник+, 2019, 285 с.-

Электронный учебник. Режим доступа <http://www.library.timacad.ru/files/elektronnaya-biblioteka/uchebno-metodicheskie-izdaniya/>

2. Каблуков, О.В. Эксплуатация природоохранных систем и сооружений: учебное пособие для студентов высших учебных заведений//. - Москва : МГУП, 2014.-398с. - ISBN 978-5-89231-460-2:.

Электронный учебник. Режим доступа <http://www.library.timacad.ru/files/elektronnaya-biblioteka/uchebno-metodicheskie-izdaniya/4089.pdf%20>.

3. Гидромелиорация земель: Учебник / Н.Н. Дубенок, О.В.Каблуков, В.В. Пчелкин, К.С. Семеновав.: под ред. В.В. Пчелкина. - М.: Проспект, 2024. – 336 с.

## Дополнительная литература

1. Мелиорация земель: Учебник для вузов / А.И. Голованов, И.П. Айдаров, М.С. Григоров и др.: под ред. А.И. Голованова. - М.: «КолосС», 2011. – 824 с.

2. Эксплуатация и мониторинг мелиоративных систем: учебник для вузов /В.И. Ольгаренко, Г.В. Ольгаренко, В.Н. Рыбкин: под. ред В.И. Ольгаренко - Коломна : Издательство МГУП, 2008. - стр. 546.

3. Мелиорация земель: Учебно пособие / В.В. Пчелкин, О.В.Каблуков: - М.: ВАШ ФОРМАТ, 2021. – 126

4. Каблуков, О.В. Учебно-методическое пособие по выполнению расчетно-графической работы «Эксплуатационные мероприятия на внутрихозяйственной части оросительной системы» /О.В. Каблуков. - М.: МГУП – 2013.-57 с. дар 15 экз.

5. Каблуков, О.В. Учебно-методическое пособие по выполнению расчетно-графической работы «Состав межхозяйственной оросительной системы. Определение затрат на её эксплуатацию» /О.В. Каблуков. - М.:МГУП– 2013.-83 с. дар 15 экз..

6. Эксплуатация гидромелиоративных систем: М.Ф Натальчук, В.И. Ольгаренко, В.А. Сурин – М.: Колос, 1995.- 320 с. – 150 экз.

7. Мякшин, Н. А. Цифровые технологии по управлению рыбозащитным сооружением на водозаборе комсомольской оросительной системы, Марксовский район, Саратовская область / Н. А. Мякшин // Сборник трудов, приуроченных к 77-й всероссийской студенческой научно-практической конференции, посвященной 150-летию со дня рождения Алексея Григорьевича Дояренко, Москва, 12–14 марта 2024 года. – Москва: Российский государственный аграрный университет, 2024. – С. 134-136. – EDN YOESIK.

8. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2023689124 Российская Федерация. Модель оценки состояния мелиоративной отрасли РФ, оптимизация и прогноз развития : заявл. 30.11.2023 : опубл.

26.12.2023 / Д. М. Бенин, Н. В. Гавриловская, Н. А. Мякшин [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева». – EDN PKUNMS.

9. Мякшин, Н. А. Гидромелиорация и адаптация к изменениям климата / Н. А. Мякшин // Вестник мелиоративной науки. – 2023. – № 3. – С. 41-47. – EDN NEZZPM.

10. Мякшин, Н. А. Обоснование использования сточных вод предприятий для орошения сельскохозяйственных угодий / Н. А. Мякшин, О. В. Каблуков // Вестник мелиоративной науки. – 2023. – № 3. – С. 24-29. – EDN H1PBZS.

### **Нормативные правовые акты**

1. Водный кодекс Российской Федерации от 16 ноября 1995 г. N 167-ФЗ (с изм. и доп. от 30 декабря 2001 г.).

2. Федеральный закон от 10 января 1996 г. N 4-ФЗ "О мелиорации земель" (с изменениями и дополнениями).

3. Федеральный закон от 10 января 2002 г. N 7-ФЗ "Об охране окружающей среды".

4. Зарегистрирован Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт). Пересмотр СП 81.13330.2012 «СНиП 3.07.03-85 Мелиоративные системы и сооружения».

5. Зарегистрирован Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт). Пересмотр СП 104.13330.2012 «СНиП 2.06.15-85 Инженерная защита территории от затопления и подтопления».

## Содержание

<b>ВВОДНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ</b> .....	3
Цели и задачи курсового проекта .....	3
Разработка основной части курсового проекта .....	6
Требования к разработке структурных компонентов курсового проекта .....	11
<b>ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТА</b>	13
Определение темы курсового проекта.....	13
Техническое задание .....	14
Методические указания по выполнению курсового проекта .....	15
Выполнение графической части работы .....	19
<b>РАЗРАБОТКА ВВЕДЕНИЯ</b> .....	23
Природно-хозяйственные условия засушливой зоны России.....	23
<b>СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА</b> .....	29
<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	29
Характеристика природно-хозяйственных условий объекта .....	29
<b>РАЗДЕЛ 1. ЭКСПЛУАТАЦИЯ ВНУТРИХОЗЯЙСТВЕННОЙ ЧАСТИ СИСТЕМЫ</b> .....	37
Глава 1.1. Состав внутрихозяйственной оросительной сети и её основные показатели .....	37
Глава 1.2. Организация эксплуатационных мероприятий и определение затрат на их проведение .....	51
Глава 1.3. Определение эффективности эксплуатационных мероприятий при орошении сельскохозяйственных культур в агропредприятии ....	63

<b>Глава 1.4. Мониторинг и производственные исследования эксплуатационных показателей внутривозвратной оросительной сети .....</b>	<b>71</b>
<b>1.4.1. Определение коэффициента полезного действия хозяйственной сети .....</b>	<b>71</b>
<b>1.4.2. Мероприятия по уменьшению потерь воды в хозяйственной сети каналов .....</b>	<b>78</b>
<b>Глава 1.5. Определение лимита забора воды в систему в расчётном году .....</b>	<b>82</b>
<b>1.5.1. Анализ климатических данных региона .....</b>	<b>84</b>
<b>1.5.2. Выбор расчётного года.....</b>	<b>92</b>
<b>1.5.3. Определение параметров забора воды в систему .....</b>	<b>93</b>
<b>Глава 1.6. Реконструкция и модернизация внутривозвратной сети .....</b>	<b>100</b>
<b>Приложение А.....</b>	<b>108</b>
<b>Приложение Б.....</b>	<b>109</b>
<b>Приложение Г .....</b>	<b>112</b>
<b>Библиографический список.....</b>	<b>113</b>
<b>Учебно-методическое и информационное обеспечение курсового проекта .....</b>	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
<b>Содержание.....</b>	<b>116</b>

**О.В. Каблуков, С.А. Максимов,  
В.В. Пчелкин, О.М. Кузина, Ю.А. Мырксина**

**Практикум по эксплуатации и мониторингу  
внутрихозяйственных оросительных  
систем в засушливой зоне**

**УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ**

Для студентов по направлению 35.03.11 – Гидромелиорация,

---

Подписано в печать --. --.2024 г. Формат 60x84/16.

Т.- 20 экз. Объем 3,5 уч.-изд.л.

Печать ротационно-трафаретная. Бумага офисная.

Цена договорная. Заказ №

---

-----  
-  
Отпечатано в -