

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО  
ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО И ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА  
РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**

---

**ИКРАМОВ Р.К., БАРАЕВ Ф. А., ЮСУПОВ Г. У., КАРИМОВА Н.М.**

# **МЕЛИОРАТИВНЫЙ МОНИТОРИНГ И КАДАСТР ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ**

**Рекомендовано объединенным научно- методическим координационным  
Советом Министерства Высшего и Среднего специального образования  
Республики Узбекистан в качестве учебного пособия.**

**ТАШКЕНТ- 2008**

**Рекомендовано к печати приказом Министерства Высшего и среднего специального образования Республики Узбекистан 28.02.2008 г. за №51**

**УДК 631.6**

В этой, впервые издаваемой книге, дана подробная информация о научных основах и практической реализации современных методов и способов мелиоративного мониторинга и кадастра на орошаемых землях.

Учебник предназначен для студентов обучающихся по направлению бакалавратуры «Мелиоративные системы на орошаемых землях» и «Мелиорация и водное хозяйство, специальностям магистратуры «Эксплуатация гидромелиоративных систем» и «Мелиорация и орошаемое земледелие», а также аспирантам, докторантам и широкому кругу специалистов в области мелиорации и водного хозяйства.

**Рецензенты:** Заведующий лабораторией института «Водных проблем» АН.Р.Уз., д.т.н., проф. **Якубов М.О.**

Заведующий лабораторией института «Водных проблем» АН.Р.Уз., д.т.н., проф. **Чембарисов Э.**

## **Аннотация**

Учебник предназначен для студентов высших учебных заведений обучающихся в бакалавратуре по направлениям 5650600-«Мелиоративные системы на орошаемых землях» и 5650200 - «Водное хозяйство и мелиорация» и магистратуры по специальностям 5А650204 - «Мелиорация и орошаемое земледелие» и 5А650208- «Эксплуатация гидромелиоративных систем», а также для широкого круга аспирантов, докторантов, ученых и специалистов сельского и водного хозяйства

Книга издается впервые и является результатом глубокого анализа и обобщения практического и исследовательского опыта, а также материалов различных производственных, научно-исследовательских и высших учебных заведений в области мелиоративного мониторинга и кадастра орошаемых земель аридной зоны.

## **СУҒОРИЛАДИГАН ЕРЛАР МЕЛИОРАТИВ МОНИТОРИНГИ ВА КАДАСТР**

### **Аннотация**

Мазкур дасрлик олий ўқув юртларида 5650600-«Суғориладиган ерларда мелиоратив тизим» ва 5650200 - «Сув хўжалиги ва мелиорация» бакалавр таълим йўналишлари ва бакалавр таълим йўналишлари ва 5А650204 - «Мелиорация ва суғорма деҳқончилик» ва 5А650208- «Гидромелиоратив тизимларидан фойдаланиш» магистратура мутахассисликлари талабалари, шунингдек аспирантлар, докторантлар ва кишлоқ ва сув хўжалиги мутахасислари учун мулжалланган.

Китоб илк бор чикмоқда, бунда турли ишлаб- чиқариш, илмий тадқиқод ва олий ўқув юртларининг арид худудлардаги суғориш ерларининг мелиоратив мониторинги ва кадастри бўйича материаллари натижаси ҳисобланади.

## **THE SUMMARY**

The textbook is intended for the students of the trainees on a direction bakalavrat « meliorations of system on irrigations grounds » and « Meliorations and water facilities(economy), specialities of magistrs « Operation of irrigation and meliorations of systems and irrigations agriculture », and also post-graduate students, doctors and to a circle of the experts in area meliorations and water facilities(economy).

**Бараев Ф.А., Икрамов Р.К., Юсупов Г.У., Каримова Н.М**

**Мелиоративный мониторинг и кадастр орошаемых земель. Т.:ТИИМ, 2008й., 208 стр.**

**© Ташкентский институт ирригации и мелиорации, 2008 й.**

## ВВЕДЕНИЕ

Учебник предназначен для студентов высших учебных заведений обучающихся в бакалавратуре и магистратуре, а также для широкого круга аспирантов, докторантов, ученых и специалистов сельского и водного хозяйства

Книга издается впервые и является результатом глубокого анализа и обобщения практического и исследовательского опыта, а также материалов различных производственных, научно-исследовательских и высших учебных заведений в области мелиоративного мониторинга и кадастра орошаемых земель аридной зоны.

Читатель прежде чем откроет последующие страницы книги должен четко уяснить, что подразумевается под терминами используемыми в этой работе - «Орошаемые земли», «Мелиоративный мониторинг» и «Мелиоративный кадастр».

По транскрипции Академика Костякова А.Н. - орошаемые земли это площади сельскохозяйственных земель, где обеспечение и регулирование нужного водного и связанного с ним теплового и питательного режимов почв в целях получения высоких и устойчивых урожаев, производится только благодаря искусственному орошению. К примеру, в Республике Узбекистан земель, где благодаря искусственному орошению получают более 90% всей сельскохозяйственной продукции, 4.25 млн гектаров.

В основе понятий «Мелиоративный мониторинг» и «Мелиоративный кадастр» лежит слово «мелиорация». Мелиорация в широком смысле означает улучшение .... неблагоприятных....природных условий ,....мелиорации являются одним из средств изменения природных условий и процессов, по сути мелиорация в широком смысле есть комплекс оросительных и мелиоративных действий..... Мелиоративные действия в последнем выражении означают мероприятия направленные на улучшение мелиоративного состояния земель- это обеспечение в активном слое почв благоприятный воздушный, солевой, питательный, кислородный и температурный режимы в активном слое почв.

Мониторинг- это есть наблюдение, сбор информации, анализ и выработка решений по улучшению (повышению эффективности, качества и т.п.) существующего положения.

Кадастр- это систематизированный количественный и качественный учет состояния объектов (фондов) во времени.

В связи с изложенным, мелиоративный кадастр означает систематическое ведение качественного и количественного учета мелиоративных фондов оросительных, обводнительных и осушительных систем. Водные и земельные ресурсы, каналы, гидротехнические сооружения, вспомогательные сооружения и устройства, оборудование, средства производства и транспорт, находящиеся в непосредственном ведении или под контролем органов водного хозяйства, должны иметь техническую и экономическую оценку их стоимости.

Мелиоративный кадастр производится для:

- правильного планирования мероприятий по наиболее полному и эффективному использованию земельно-водных ресурсов в орошаемом земледелии;

- оперативного руководства работой мелиоративных систем и местными органами их эксплуатации;

- организации и проведения планового водопользования;

- содержания в порядке мелиоративных систем, правильного планирования и проведения мероприятий по ремонту, улучшению и реконструкции каналов и сооружений;

- контроля за мелиоративным состоянием земель, правильного планирования и проведения мелиоративных мероприятий.

Мелиоративный кадастр может быть основным и текущим.

Основной кадастр проводится один раз в несколько лет (3-5 лет) и заключается в единовременном учете мелиоративного фонда и его денежной оценке;

Текущий кадастр ведется ежегодно и заключается в ежегодных записях текущих изменений в составленные при проведении основного кадастра документы.

Кадастру подлежат все находящиеся в непосредственном ведении или контролируемые органами водного хозяйства:

- оросительные, обводнительные и осушительные системы самотечного, машинного и других способов доставки воды, с каналами, коллекторами, дренами, гидротехническими сооружениями, вспомогательными устройствами, водными ресурсами и орошаемым земельным фондом;

- озера, водохранилища, пруды, кяризы, колодцы, ключи, используемые для орошения, обводнения и осушения;

- насосные и прочие водоподъемные устройства, применяемые при орошении, обводнении и осушении;

- берегоукрепительные, обваловательные, защитные, регулировочные сооружения на оросительных, обводнительных, осушительных системах и орошаемых землях;

- гидросиловые установки на каналах и источниках орошения или обводнения и осушения;

- подсобные сооружения, здания и прочие устройства и оборудование.

Работы по основному кадастру производятся единовременным ведением документов паспортизации сведений о системах и сооружениях, а также изменений в карты и планы ирригационных и мелиоративных систем.

При окончании строительства, реконструкции каждого объекта одновременно с документами, прилагаемым к акту по сдаче объекта в эксплуатацию составляются и передаются эксплуатирующей организации паспорта и сводные ведомости, учетные карточки водопользования и графические до-

кументы (карты и схемы) на сдаваемые в эксплуатацию объекты. Без этих материалов эксплуатация объектов запрещается.

Основными документами кадастра являются паспорта, паспортные ведомости, учетные карточки, схемы или карточки.

Паспорта составляются на каждое управление ирригационной системы, ассоциацию водопользования и фермерские хозяйства, гидротехнические сооружения и каналы с расходом более 1 куб.м/с, телефонные и другие линии связи, гражданские здания, насосные станции, водохранилища, гидросиловые установки; паспортные ведомости – на мелкие объекты, гидротехнические сооружения и каналы с расходом менее 1 куб.м/с, ключи, пруды, чигирные установки, водомерные устройства, наблюдательные колодцы и др.

По каждому фермерскому, дехканскому хозяйству составляются учетные карточки, характеризующие это хозяйство в мелиоративном отношении.

Итоговыми (сводными) документами при кадастре являются сводные ведомости, составляемые на основании первичных документов кадастров-паспортов, паспортных ведомостей и учетных карточек.

При проведении кадастра составляются следующие водохозяйственные карты:

- 1) планы ирригационной и мелиоративной сети отдельных фермерских и дехканских хозяйств;
- 2) планы или карты ассоциаций водопользователей;
- 3) планы или карты управлений ирригационных систем;
- 4) карты бассейновых управлений ирригационных систем;
- 5) карты БВО Сырдарьи и Амударьи.

Планы и схемы отдельных фермерских и дехканских хозяйств изготавливаются органами землеустройства, прочие карты органами водного хозяйства.

В качестве основы при составлении карт и схем водохозяйственных систем следует использовать близкие им по масштабу космические и аэро-съёмочные, плано-картографические материалы, а также имеющиеся ирригационные карты, исправленные и дополненные по кадастровым материалам.

Работы по основному кадастру ведутся за счет государственного финансирования. Текущий кадастр на уровне орошаемых земель и АВП ведется за счет отчислений фермерских и дехканских хозяйств, выше – за счет государственных средств.

Кадастровые документы предназначены исключительно для служебного пользования.

В процессе эксплуатации ирригационных и мелиоративных систем ведутся специальные исследования по мелиоративному мониторингу и кадастру.

Исследования ирригационных и мелиоративных систем, отдельных каналов, гидротехнических сооружений, их участков и частей ведутся с целью

выяснения и изучения условий их работы, установления мероприятий по улучшению работы, разработке новых, более совершенных конструкций сооружений, а также для проверки правильности и уточнения применяемых расчетных формул и коэффициентов.

На ирригационных и мелиоративных системах исследования проводятся специальными научно-исследовательскими институтами и органами эксплуатационной службы.

В этой, впервые издаваемой книге, дана подробная информация о научных основах и практической реализации современных методов и способов мелиоративного мониторинга и кадастра на орошаемых землях.

## ГЛАВА 1

### Мелиоративный мониторинг организации и управления водно-солевым режимом орошаемых земель

Мелиоративный мониторинг водно-солевого режима орошаемых земель аридной зоны является одним из главных факторов получения урожаев сельскохозяйственных культур, обеспечения экологического благополучия в регионе и формируется под влиянием сельскохозяйственной и мелиоративной деятельности человека. Урожай получается не через оросительную и дренажную системы, а через научно обоснованный и своевременно реализуемый на практике мелиоративный мониторинг технологии сельскохозяйственного производства на мелиорируемых землях. На рисунке 1. показан пример организации такого мониторинга в Узбекистане.

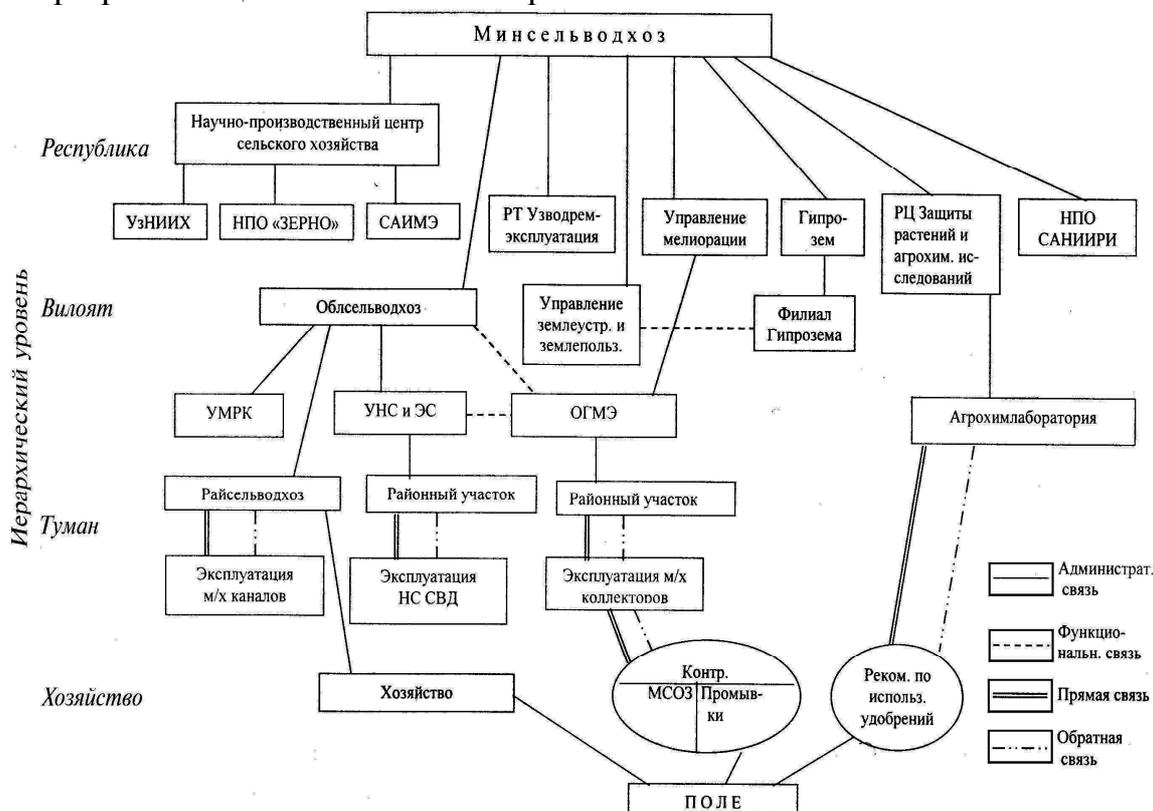


Рис.1. Структура организации мелиоративного мониторинга в современных условиях

Необходимо организовать все компоненты такой огромной системы.

Гидромелиоративные системы обеспечивают только водно-мелиоративные факторы формирования урожая сельхозкультур. В связи с тем, что существующие ирригационные системы обслуживают крупные орошаемые массивы площадью от 15-20 до 100-150 тыс.га с множеством хозяйств, им присуща большая инерционность при современной системе управления. Нельзя быстро провести мониторинг, осознать и оценить количественно происходящие на таких крупных и сложных территориях водно-мелиоративные процессы и, тем более изменить режимы их работы. Существующая система мониторинга (сбора информации и ее переработки) не позволяет обоснованно принимать управленческие решения как внутри ГМС, так и во всей системе сельскохозяйственного производства (табл.1; 2 и 3).

Таблица 1

**Современная технология мелиоративного мониторинга по улучшению водно-солевого режима орошаемых земель в фермерских хозяйствах**

Показатель мелиоративно-водохозяйственной деятельности	Анализ и оценка	Способ принятия решений
1	2	3
<b>Мелиоративное состояние земель</b>		
Влажность почвы	Не наблюдается, не анализируется	Не учитывается
Концентрация почвенного раствора	Не наблюдается, не учитывается	Не учитывается
Засоление почв	Ежегодно весной и осенью, но не всегда повсеместно, выполняется солевое опробование ОГМЭ. Периодически раз в 5 лет производится солевая съемка Гипроземами. Анализируется динамика площадей с различной степенью засоления	1.Экспертным путем назначаются текущие эксплуатационные мероприятия по рассолению отдельных площадей. 2.Выдается задание проектно-институту о состоянии проекта мелиоративного улучшения орошаемых земель.
Глубина грунтовых вод	ОГМЭ производятся наблюдения по сети наблюдательных скважин, подсчитываются средне декадные - месячные и сезонные глубины УГВ по хозяйствам и административным районам, составляются карты глубин УГВ хозяйствам, районам и областям на 1 апреля за вегетационный период и на 1 октября	В случае, если глубины УГВ выше допустимых, на основании визуальной оценки ситуации на местности экспертным способом принимает решение по усилению дренажности.
Минерализация грунтовых вод	Анализируется динамика глубин сопоставлением с идентичными периодами прошлого года. Глубина УГВ оценивается сопоставлением с допус-	Текущее управление мелиоративным состоянием земель практически не используется

	<p>тимым УГВ по кадастрам. ОГМЭ 3 раза в год (1 апреля, 1 июля, 1 октября) производит отбор проб грунтовых вод на минерализацию и составляет карты. Анализируется динамика площадей с различной минерализацией грунтовых вод во внутригодовом разрезе, а также за последние два-три года. Даты по минерализации грунтовых вод используются для определения допустимого уровня грунтовых вод по кадастру.</p>	<p>Используется для изучения закономерностей гидромелиоративных процессов при составлении проектов, главным образом, научно-исследовательскими организациями. При текущей эксплуатации гидромелиоративных систем практически не учитываются.</p>
<b>Водно-солевой режим орошаемых земель</b>		
В вегетационный период	Практически не анализируется	По визуальным оценкам и экспертным путем непосредственно дехканином
В невегетационный период	Практически не анализируется	По визуальным оценкам и экспертным путем непосредственно дехканином
Дренажность	Не производится	По визуальным оценкам и экспертным путем непосредственно дехканином
Спланированность	Не производится. Оценивается визуально	По визуальным оценкам и экспертным путем непосредственно дехканином
<b>Техническое состояние оросительной сети, техники технологии полива, коллекторно-дренажной сети</b>		
Оросительные каналы	Визуально, экспертным путем	Экспертным путем дехканином
Открытые КДС	Визуально, экспертным путем	- " -
Техника и технология полива	Визуально, экспертным путем	- " -
Закрытый горизонтальный дренаж	Визуальная и инструментальная оценка работниками ОГМЭ. Практически анализ влияния технического состояния (работоспособности) ЗГД на МСОЗ не производится.	На основании сопоставления фактических и допустимых уровней грунтовых вод. По существующим нормативам определяются сроки и виды восстановительных работ. Экспертным путем.
Вертикальный дренаж	Визуально раз в неделю обходчиком участка вертикального дренажа и периодически 2 раза в год изменения расхода и удельного дебита сопоставляются с первоначальными. Практически анализ влияния технического состояния (работоспособности) скважин на МСОЗ не произво-	

	дится.	
--	--------	--

Современная технология мелиоративного мониторинга по улучшению водно-солевого режима орошаемых земель в ассоциациях водопользователей (АВП)

Показатели мелиоративно-водо-хозяйственной деятельности	Анализ и оценка	Способ принятия решения
<b>Мелиоративное состояние земель</b>		
1. Данные кадастра, составленного ОГМЭ 2. Экспертные мнения землепользователей и специалистов хозяйства	Приближенные рекомендации ОГМЭ  Экспертная оценка дехкан и специалистов хозяйства	Экспертный
<b>Водно-солевой режим орошаемых земель</b>		
1. Водоподача из оросительных каналов в вегетационный и невегетационный периоды   Водоподача дренажно-сбросных вод на орошение	Систематически 3 раза в день гидротехником АВП измеряется расход воды выделяемый в АВП и фермерские хозяйства Анализ производится сопоставлением фактического водозабора в хозяйствах с планом водопользования и лимитами.  Использование внутри АВП не учитывается, не контролируется, не оценивается и не анализируется	План водопользования составляется гидротехником АВП, исходя из: 1) состава с/х культур, их площадей и действующего гидромодуля районирования. Практическая реализация плана не контролируется; 2) результатов солевых опробований ОГМЭ, карт механического состава почв и нормативных промывных норм  Экспертным путем

Дренажированность	Анализируется ОГМЭ по косвенным показателям сравнением фактической глубины УГВ с нормативной	По косвенным показателям и результатам визуальных оценок
Планировка земель	По визуальным оценкам дежкан и специалистов хозяйств	Экспертным путем
<b>Техническое состояние оросительной сети, техники и технологии полива, коллекторно-дренажной сети.</b>		
Оросительные каналы	По результатам визуальной оценки экспертным путем	Экспертным путем
Открытый КДС	Производит гидротехник АВП визуально, используя "Инструкции..." НПО САНИИРИ без увязки с мелиоративным состоянием земель	По результатам визуальной оценки экспертным путем
Закрытый горизонтальный дренаж	По результатам визуальных и инструментальных оценок ОГМЭ в каждом севооборотном поле специа листами х-ва и ОГМЭ делаются заключения о состоянии системы ЗГД в целом по хозяйству	Решение о сроках и месте первоочередных ремонтно-восстановительных работ принимает ся специалистами АВП экспертным путем
Вертикальный дренаж	Техническое состояние скважин оценивается визуально и инструментальными измерениями параметров. Влияние на водно-солевой режим почв оценивается косвенно по глубине УГВ	Экспертным путем

**Современная технология мелиоративного мониторинга по улучшению  
водно-солевого режима орошаемых земель на уровне управлений ирригационных систем**

ПОКАЗАТЕЛИ МЕЛИОРАТИВНО- ВОДОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	АНАЛИЗ И ОЦЕНКА	СПОСОБ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ
<i><b>Мелиоративное состояние земель</b></i>		
Информация кадастра МСОЗ	Ретроспективного анализа изменений мелиоративного состояния в увязке с воздействующими факторами и проведенными техническими на ГМС не производится	По современной "Инструкции..." ведения кадастра, направленной на улучшение показателей, без анализа процессов и причинно-следственных связей с факторами, влияющими на них
<i><b>Водно-солевой режим орошаемых земель</b></i>		
Водоподача из оросительных каналов в вегетационный период	Сопоставление фактического водозабора в ирригационную систему с планом водопользования и лимитами. Возросшая минерализация воды в современных условиях не учитывается	Экспертным путем
Водоподача из оросительных каналов в не вегетационный период	Сопоставление фактического водозабора в ирригационную систему с планом водопользования и лимитами.	Экспертным путем
Водоподача дренажно-сбросных вод на орошение и промывки	ОГМЭ из стационарных насосных станций на КДС производит отбор проб на хим.анализы, оценивает качество и выдает рекомендации по использованию. Ретроспективный анализ их влияния на урожайность и почву не выполняется	Экспертным путем
Дренарованность	Анализируется ОГМЭ по косвенным показателям сравнением фактической глубины УГВ с нормативной	Путем сопоставления фактической и допустимой глубиной УГВ
<b>Техническое состояние оросительной сети, техники и технологии полива коллекторно-дренажной сети.</b>		
Оросительные каналы	Анализом данных эксплуатационных гидрометрий и визуального обследования оценивается работоспособность	Сопоставлением фактической пропускной способности и потребной
Открытая коллекторно-сбросная сеть	Визуальным обследованием участков с подпорами воды в коллекторах и технического состояния сооружений	1. Экспертным путем 2. Согласно нормативным документам 1 раз в 3 года очистка без учета анализа мелиоративной обстановки
Система вертикального дренажа	Визуально и инструментальными измерениями параметров скважин. Влияние на водно-солевой режим почв оценивается косвенно глубине УГВ	1. Корректирование режима работы на основе на основе систематического комплексного анализа расчетом не производится. Не учитывается оснащенность эксплуатационных организаций материально-техническими ресурсами и фактические параметры отдельных скважин

В настоящее время на местах действуют бассейновые управления и подразделения ирригационных систем, обеспечивающие также транспортирование воды от источника орошения до водопотребителей (ассоциаций водопользователей, фермерских и дехканских хозяйств). Мониторинг за мелиоративным состоянием и дренажными системами осуществляют областные гидрогеолого-мелиоративные экспедиции (ГГМЭ). В функции ГГМЭ входят:

- инспекционные наблюдения и контроль за глубиной и минерализацией грунтовых вод, гидрометрические и гидротехнические наблюдения за стоком КДС, засолением почв, оценка, мелиоративного состояния орошаемых для кадастра;
- подготовка рекомендаций по нормам промывок засоленных почв, использование коллекторно-сбросных вод на поливы, режиму работы системы вертикального дренажа;
- производственные очистки межхозяйственных КДС, строительство наблюдательных скважин за режимом грунтовых вод, химические анализы воды и почвы.

Влияние мелиоративно-водохозяйственной деятельности на продуктивность орошаемых земель и оросительной воды изучаются научно-исследовательскими учреждениями САНИИРИ, Уз.НИИХ и др..

Проблемы, относящиеся к мелиоративному мониторингу в фермерских хозяйствах, в частности, по использованию лимитированных объёмов водоподдачи, техническому состоянию и работоспособности оросительной и дренажной сетей и других обеспечиваются службами Минсельводхоза Республики. Однако, необходима организация специальных частных служб мониторинга и консалтинга на местном уровне. Новое здесь понятие консалтинг означает научно-методические и информационно-советующие услуги выполняемые высококлассными специалистами учеными по заказам фермеров.

Агрохимслужбы МСВХ на местах отвечают только за организацию приближенного мониторинга по подвижным минеральным удобрениям и составлению по его результатам картограмм, по которым хозяйства определяют дефицит минерального питания в почве. Для обоснованных рекомендаций по повышению продуктивности земли и воды, а не только по улучшению технического состояния ГМС, необходим комплексный анализ влияния многочисленных, в том числе водно-мелиоративных факторов, на показатели сельскохозяйственного производства.

## **ГЛАВА 2. ПРИНЦИПЫ И МЕТОДЫ МОНИТОРИНГА ВОДНО-СОЛЕВОГО РЕЖИМА ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ**

Мелиоративная особенность Центрально-Азиатского региона - доминирующая роль водно-солевого режима в формировании теплового, питательного и микробиологического режимов почв, т.е. плодородия орошаемых земель.

Мелиоративный мониторинг современных водно-солевых режимов орошаемых земель на функционирующих ГМС и воздействующих на них факторов, как на региональном, так и на локальном уровнях основан на следующих принципиальных положениях:

- концептуально вода принимается как лимитирующий фактор, вследствие её дефицита и все методы мониторинга водно-солевым режимом орошаемых земель обосновываются через призму водосбережения (с учетом организационно-технологических, экономических и строительно-технических мер) и экономической целесообразности путем создания оптимальных мелиоративных режимов на конкретных природно-технических системах;
- проблему мониторинга водно-солевым режимом в целом необходимо рассматривать в единстве с системой сельскохозяйственного производства орошаемых земель и гидромелиоративной системой нацеленной на получение программированных урожаев с наименьшими отрицательными экологическими последствиями;
- необходимость учета закономерностей природно-хозяйственных условий, присущих рассматриваемой территории, требований управления, а также принимаемыми в расчеты внутригодовыми распределениями и сочетаниями изменяющихся элементов водного баланса;
- В качестве методологической основы мониторинговых исследований принимается системный подход. Модели мелиоративного мониторинга включающие разнообразные природно-технические элементы на ГМС описываются водно-химическими балансами;
- корректирование комплекса применяемых мелиоративных мероприятий для оптимизации водно-солевым режимом с учетом результатов мониторинга изменений природно-хозяйственных условий;
- оценка и учет эксплуатационной надежности систем и возможности проведения ремонтно-восстановительных работ на ГМС с позиции обеспечения и поддержания оптимального водно-солевого режима орошаемых земель.

Вместе с тем, важная роль должна отводиться мониторингу взаимосвязи формирования плодородия почв и урожая сельхозкультур в зависимости от динамики водно-солевого режима и водообеспеченности орошаемых земель.

Проблема мелиоративного мониторинга водно-солевого режима орошаемых земель охватывает следующие основные комплексы технологиче-

ских задач: оценка возможностей получения рациональных урожаев сельскохозяйственных культур при соответствующем использовании водных и земельных ресурсов, мелиоративных мероприятиях, техническом состоянии оросительных и дренажных систем; анализ причин мелиоративного неблагополучия земель; прогноз мелиоративной обстановки и экологических последствий мелиораций; выбор вариантов мероприятий для улучшения мелиоративной обстановки; выбор наилучшего прогнозного мелиоративного режима для каждого конкретного природно-мелиоративного объекта и др.

Завершающим звеном мелиоративного мониторинга является реализация разработанных инженерно-технических мероприятий по оптимизации водно-солевых режимов и эксплуатации гидромелиоративных систем, обеспечивающих в итоге высокую продуктивность земельных, водных и производственных ресурсов. В этом направлении важная роль отводится организации управления этими процессами, т.е. воздействие с помощью информационных команд для достижения цели, а также обратная связь (информационная), о выполнении команды. Получение обратной связи позволяет выбрать новую команду.

Цели реализации результатов мониторинга через надлежащее управление. В процессе мелиоративной деятельности цели мониторинга и управления реализацией его результатов носят комплексный характер. ГМС должна обеспечить:

- благоприятный водно-солевой режим почв и грунтовых вод, определяющий высокое плодородие орошаемых земель;
- необходимую водообеспеченность орошаемых земель в вегетационный и межвегетационный периоды, а также соответствующую дренированность земель;
- минимальные отрицательные экологические последствия;
- определенные социально-экономические условия при сельскохозяйственном производстве (СХП) на мелиорируемых землях.

Указанные цели функционирования ГМС являются объектами мониторинговых исследований.

#### Критерии эффективности мониторинга и управления его реализацией

Для такой сложной иерархически построенной системы, как ГМС с многообразием взаимодействующих факторов в соответствии с А.Г.Мамиконовым (1981) выделены два основных типа критериев эффективности.

Критерий эффективности первого рода - степень достижения отдельных целей. Если цель системы задана некоторой областью или точкой  $Y^*$ , то критерием эффективности первого рода является расстояние  $\rho'$ , определяемое в метрике пространства  $\bar{y}$ . Цель считается достигнутой, если

$$\rho'(Y(t), \bar{y}^*) = 0 \quad \text{или} \quad \rho'(Y(t), \bar{y}^*) < \varepsilon \quad (2.1)$$

где  $\varepsilon$  - заданная величина.

В каждом конкретном случае возможны модификации сказанного. В аспекте критериев эффективности первого рода ГМС можно отнести в соответствии с указанными целями функционирования к многокритериальным системам.

Критерий эффективности второго рода - оценка эффективности путей достижения цели. Он представляет собой некоторую функцию  $f(u, w, y) \rightarrow \text{extr}$  при определенных  $F'(W, Y) \rightarrow \Omega$ . Экстремальное значение  $f$  определяет наилучшую (в смысле  $t$ ) траекторию движения системы к цели / 77/.

Указанная функция  $F$  называется целевой и используется для принятия решения. Для управления функционированием ГМС направленным на достижение указанных целей.

Экономико-математическому моделированию эффективности мониторинга и управления водно-солевым режимом на ГМС посвящено много работ (Айдаров, 1974; Полинов, 1979, 1982; Воропаев, 1971; Духовный, 1983, 1984, 1987; Белоусов, 1983; Райнин, 1985 и др.). Наиболее правильным, на наш взгляд является критерий, отражающий в рассматриваемом экономическом процессе как деятельность в орошаемом земледелии (затраты, издержки), так и результат деятельности (эффект), при котором выполняются необходимые условия и ограничения. Указанное выражается целевой функцией в виде

$$\Delta \mathcal{E} = \Delta \text{СВП} - (\Delta U_{C/X} + \Delta U_{B/X} + \Delta U_{mn}) \rightarrow \max, \quad (2.2)$$

где  $\Delta \mathcal{E}$  - прирост экономического эффекта;  $\Delta \text{СВП}$  - прирост стоимости валовой продукции;  $\Delta U_{C/X}$ ,  $\Delta U_{B/X}$ ,  $\Delta U_{OP}$  - дополнительные издержки соответственно сельскохозяйственного производства, водного хозяйства и мелиорации, на охрану природы (опреснение или очистку воды, штрафные санкции и др.)

Функционал (2.2) должен выполняться при следующих условиях:

- солевого режима в мелиоративный и эксплуатационный периоды

$$\frac{S_n^i}{S_n^{i+1}} \rightarrow \max \quad \text{или} \quad \frac{\mu_{PP}^i}{\mu_{PP}^{i+1}} \rightarrow \max \quad (2.3)$$

$$S_i \leq [S] \quad \text{или} \quad \mu_{PP}^i \leq [\mu_{PP}] \quad (2.4)$$

- водного режима ( $\omega_i$ )

$$\alpha_1 \text{ НВ} < \omega_i < \alpha_2 \text{ НВ} \quad (2.5)$$

- водообеспеченности

$$O_p + N = B \rightarrow \min \quad (2.6)$$

здесь  $S_{П}^i, \mu_{PP}^i, S_{П}^{i+1}, \mu_{PP}^{i+1}$  - содержание солей в почве и концентрация почвенного раствора в начале  $i$ -го и  $(i+1)$ -го года мелиоративного периода;

$[S]$  - допустимое содержание солей в почве;  $\alpha_1, \alpha_2$  - некоторые постоянные;  $O_p, N$  - оросительная и промывная нормы.

Постановка задачи. Под мониторингом и управлением водно-солевыми режимами орошаемых земель понимается мониторинг и управление ими во времени и пространстве в почве, зоне аэрации и грунтовых водах взаимосогласованно с воздействующими на них факторами и условиями. Поэтому цель предлагаемой методологии - совершенствование через мониторинг водно-

солевого режима орошаемых земель технологических методов взаимосогла-сования водно-мелиоративной деятельности в системе сельскохозяйственного производства с урожайностью растений, режимом орошения и промы-вок, дренированностью, метеорологическими условиями, эксплуатацион-ной надежностью ГМС, а также с природоохранными требованиями при ог-раничении по воде, как лимитирующий фактор.

## **2.1. Концептуальный алгоритм мелиоративного мониторинга режимов орошаемых земель на ГМС**

Всякая система мониторинга имеет три основных блока: получения и хранения информации; анализа и принятия решения по повышению эффек-тивности работы объекта; исполнения решения.

Системы мониторинга решают четыре основные задачи: стабилизация объекта управления, выполнение заданной программы, слежение за процес-сом и его оптимизация.

Стабилизация объекта состоит в том, что значения некоторых его пара-метров поддерживаются на заданном уровне (разумеется в определенных пределах) независимо от внешних возмущающих действий. В нашем случае это поддержание требуемого влажностного и солевого режимов в корнеоби-таемом слое почвы.

Технологические процессы по регулированию водно-солевого режима должны протекать в соответствии с заданной программой для реализации принятого управленческого решения. В качестве таких программ выступают перспективные и ежегодные планы мероприятий по мелиоративному улуч-шению земель.

Следящая система управления объектом согласуется с определенными характеристиками какого-либо другого объекта. Система мониторинга и оптимального управления обеспечивает наилучшее (из множества вариан-тов) выполнение работы в сложившихся условиях. Критерии оптимизации могут быть различными, но зачастую в их качестве выступают экономиче-ские показатели.

В связи с изложенным управление выполняет три основные функции.

Планирование. Разработка планов включает несколько этапов, в том числе критический анализ положения дел, достигнутых результатов и про-гнозирование будущих изменений. При этом рассматривается каждый объ-ект исследования, выполняется оценка его состояния и функционирования, влияние на рассматриваемый объект других выделенных объектов управле-ния.

Критерием оценки в каждом случае служит степень достижения целей, поставленных перед данным объектом исследования, а также перед систе-мой в целом.

В зависимости от длительности периода, на который составляется план, различают текущие, среднесрочные и перспективные планы.

Оперативное управление. Как бы хорошо ни был составлен план, все в нем заранее и до мелочей не предусмотреть. Поэтому для выполнения планов необходима повседневная и оперативная координация всех составляющих процесса мелиорации.

Функции контроля. Сопоставление итогов с целями позволяет оценить достигнутое, выяснить: какие новые "команды" нужны для реализации плана, и следует ли пересмотреть план.

В качестве методологической основы исследований принят системный подход /6, 84, 185/. Системный анализ - это способ рассмотрения сложных систем, для которых характерно следующее:

- 1) при создании математических моделей изучаемый объект (гидромелиоративная система, орошаемые земли) разбивается на участки, для которых должны быть изучены гидрогеолого-почвенно-мелиоративные процессы и разработаны параметры математических моделей;
- 2) основные исследования проводятся не по физическим закономерностям отдельных мелиоративных явлений, а на основе математических моделей некоторых процессов, учитывающих их взаимосвязи.

Орошаемые земли, как часть гидромелиоративной системы на представляют собой сложнейший объект и включает разнообразные природные и технические элементы. В качестве единой основы для описания этой системы в целях управления мелиоративным режимом на орошаемых землях приняты водно-солевые балансы, которые свойственны всем материальным системам.

Остальные закономерности системы используются либо при определении членов баланса, либо выводятся из математической системы.

Природно-экологическая обстановка Центрально-азиатского региона определяет концепцию мониторинга управления мелиоративной деятельностью как составной части управления агроэкосистемой, так как мелиоративные системы связаны с природными процессами и биологическими объектами.

Мелиорация, частью которой является экология, в системе сельскохозяйственного производства представляет собой целостный комплекс взаимосвязанных специфических элементов, имеет определенную структуру, взаимодействующую с внешней средой и другими технологическими системами земледелия, но обособленную от них.

При стратегическом мониторинге и управлении мелиорацией закладывается долговременный фундамент повышения плодородия почвы.

Для земель, подлежащих мелиорации, определяется наиболее выгодная система земледелия, рассматривается необходимость и целесообразность мелиорации, определяются технологические параметры мелиоративных мероприятий (составляется проект мелиорации) (рис.2).



**Рис.2** Блок-схемы стратегического мониторинга и управления продуктивностью агроэкосистемы Земледелия (А), Мелиорации (В)

При тактическом, текущем управлении мелиорацией на основе прогнозных расчетов определяются объем водоподачи и режим работы дренажных систем во внутригодовом разрезе на предстоящий год, а также планируются для их реализации материально-технические ресурсы (рис. 3).



**Рис.3.** Блок-схема тактического и оперативного управления МСОЗ А – управление МСОЗ выработкой программы мероприятий на предстоящие годы. Б – текущее управление функционирования ГМС

При оперативном управлении с учетом реально складывающихся погодных условий и водности года периодически или непрерывно сравниваются фактические параметры мелиоративных режимов с намеченными плановыми и при необходимости вносятся коррективы в работу ГМС.

Модель управления мелиоративной деятельностью на орошаемых землях приведена на рис.4



Рис.4. Технологическая схема функционирования систем мониторинга и управления ГМС

Совокупность средств и методов принятия решения и осуществления управляющих воздействий на объект мониторинга для достижения заданной цели называется системой управления.

Взаимодействие управляющих воздействий и технического состояния ГМС с мелиоративными процессами и, в конечном итоге, с выращиванием сельскохозяйственных культур, а также со структурой управления при работе ГМС показано на рис. 5.

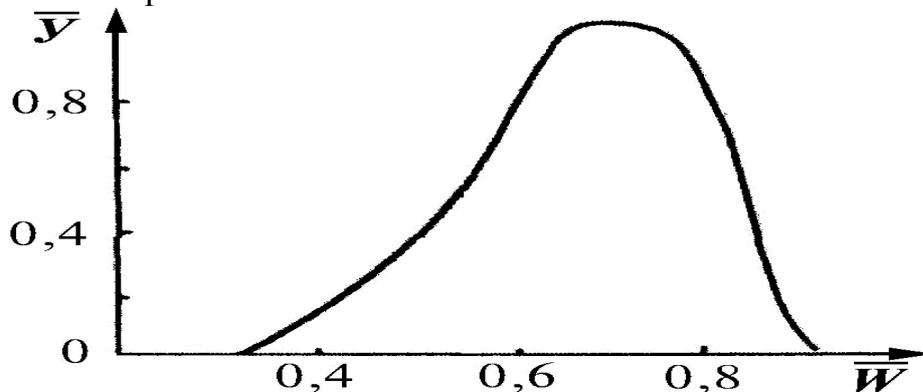


Рис.5. Характерная зависимость относительной урожайности от средней за вегетацию влажности почвы

Проблема мониторинга и управления мелиоративной системой в соответствии с требованиями кибернетики включает ряд аспектов, в том числе следующие два:

- 1) технологическое обоснование моделей основных элементов системы и алгоритмов их решения;
- 2) применение для расширения функциональных задач оперативного планирования мелиоративной деятельности комплекса моделей, для чего необходим сбор, хранение и обработка очень больших объемов нормативно-справочной, сезонной и оперативной информации.

## **2.2. Математические средства для мониторинга расчетов и прогнозов водно-солевого режима орошаемых земель**

### **2.2.1. Пределы мониторинга регулирования водно-солевого режима почв для получения максимально возможных урожаев сельхозкультур**

Для правильного проектирования и эксплуатации мелиорации необходимо знать, во-первых, режимы почвы (водный, воздушный и химико-биологический), с одной стороны, наличный, а с другой, потребный для сельскохозяйственных растений при данных условиях, и разницу между ними, а во-вторых, те технические методы, которыми можно количественно и прочно, т.е. длительно, изменять водный, воздушный и химико-биологический режимы почвы в нужном направлении и возможные пределы этих изменений... Таким образом, в области мелиорации приходится иметь дело или учитывать следующие элементы:

- 1) потребность растений;
- 2) свойства и качества (физические и химические) объекта мелиорации - почвы, и средства мелиорации - воды;
- 3) технические и преимущественно гидротехнические способы количественного изменения свойств почвы и возможные пределы этих изменений".

В условиях аридной зоны доминирующим в формировании теплового, питательного и микробиологического режимов почв является водно-солевой режим. Мелиорация сельхозугодий осуществляется с целью получения максимально возможных урожаев (МВУ) сельхозкультур. Вместе с тем оптимальные пределы регулирования водно-солевого режима почв (влажность, засоленность, концентрация почвенного раствора, глубина и минерализация грунтовых вод), соответствующие получению стабильных МВУ, изменяются в достаточно узких диапазонах.

Оптимальная влажность корнеобитаемой зоны почв практически для всех сельскохозяйственных культур находится в пределах 0,6-0,9 НВ (рис.5.). Мощность корнеобитаемого слоя почвы, для основных культур, в течение вегетационного периода может изменяться от 0,30 до 1,1м.

Для оценки допустимой глубины УГВ до середины 60-х г.г. использовалось понятие "критическая" глубина УГВ (Полынов, 1930; Ковда, 1946; Енгулатов, 1964; Кац, 1965; Рахимбаев, 1967 и др.). Однако глубина грунтовых вод неоднозначно определяет мелиоративные требования, поэтому

для обоснования оптимального водно-солевого режима необходимо рассматривать в комплексе режимы орошения, промывок, глубину грунтовых вод, параметры дренажа и др.

К настоящему времени установлено достаточно много экспериментальных зависимостей урожайности сельскохозяйственных культур от типа и степени засоления почв и концентрации почвенного раствора (Ковда, 1973; Строганов, 1962; Рабочев, 1976; Духовный, 1987; Рамазанов, Якубов, 1988; Усманов, 1988 и др.). Для ведущей сельскохозяйственной культуры хлопчатника такая зависимость показана на рис. 6.

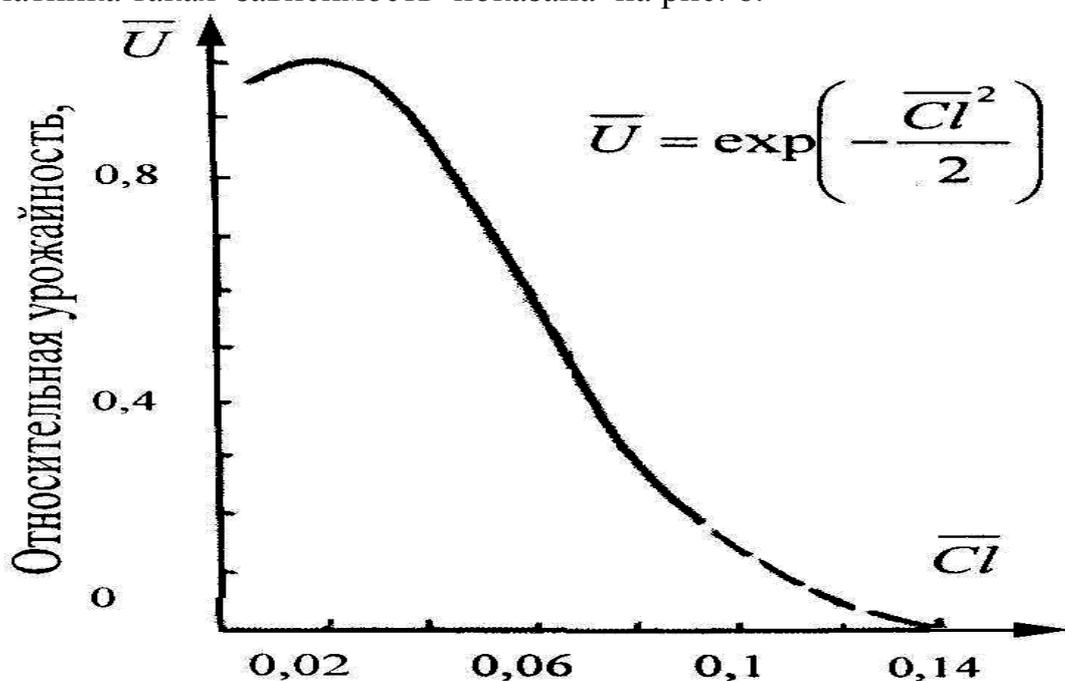


Рис.6. Зависимость урожайности хлопчатника от исходного засоления почвы по хлору (по обобщенным данным В.А.Духовного, 1993 г)

Экспериментальные зависимости относительной урожайности сельскохозяйственных культур от катионного состава ППК и доз вносимых удобрений приведены на рис.7.

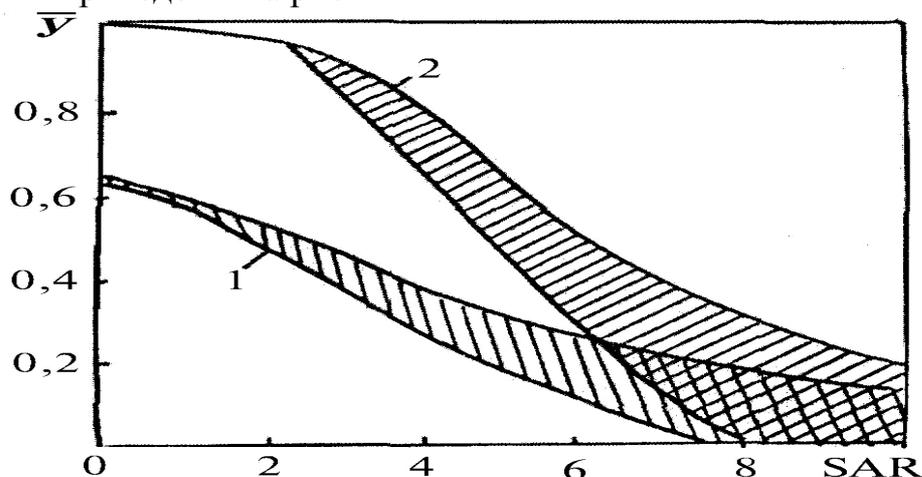


Рис.7. Изменение относительной урожайности  $\bar{Y}$  для различных культур в зависимости от катионного состава ППК-SAR и доз вносимых удобрений. 1 – одиночная доза РК (320 кг/га-год); 2 – двойная (Айдаров, 1985 г)

Пределы регулирования солевого режима сероземных орошаемых почв в слое 1 м для получения максимальных урожаев в условиях аридной зоны составили по И.П.Айдарову при ППК=10 мг.экв/100 г:

$$\frac{Na}{\sqrt{Ca}} = 0,6-3,0; \quad \frac{Na}{\sqrt{Mg}} = 0,6-4,0;$$

$Na$  в ППК - 5-10 %;  $Mg$  в ППК - 15-20 %;  $pH = 8,0-8,3$

Для большинства сельхозкультур пределы оптимальной концентрации почвенного раствора составляют 3-4 г/л по плотному остатку и 0.8-1 г/л по хлор-иону.

Несмотря на то, что современное сельское хозяйство и мелиорация достигли определенных успехов, резервы увеличения продуктивности сельхозкультур еще не исчерпаны. Подтверждением этому служат рекордные урожаи в условиях, когда полностью регулируются факторы жизни растений. С этой точки зрения цели и задачи управления водно-солевым режимом почв переплетаются с принципами программирования урожая сельхозкультур / 39, 42, 46 /.

### 2.2.2. Уточнение дискретных математических моделей водно-солевых балансов орошаемых земель.

В дифференциальных уравнениях гидродинамики, описывающих движение подземных вод в многослойных и многопластовых системах, кроме неоднородности геологического строения в пространстве учитываются также приближенно данные о площадном инфильтрационном питании. Дело в том, что в пределах оросительных систем поливы проводятся непрерывно: с окончанием полива на одном участке, он сразу же начинается на втором, затем на третьем и т.д. В связи с этим фактическая поверхность грунтовых вод может существенно отличаться от расчётной, полученной при  $\varepsilon(x, y, t)$ , но учесть в расчетах изменения инфильтрационного питания в пространстве в настоящее время не представляется возможным /13/. Поэтому основным методом расчетов обоснований изменения показателей мелиоративной деятельности на крупных орошаемых массивах, потребной мощности дренажа и режимов его работы используются балансовый метод / 13 /. Другие методы (гидродинамики, теории массопереноса и т.д.) могут применяться для решения отдельных аспектов в общей задаче. Балансовый метод позволяет учесть, с одной стороны, техническое состояние оросительной и дренажной систем, организацию землепользования, с другой, одновременно и в увязке рассмотреть формирование водно-солевого режима на орошаемом поле.

В научной литературе и действующих нормативных документах рекомендуется составлять водные балансы зоны аэрации, грунтовых вод и общий водный для массива орошения. Наибольшее распространение получили балансовые схемы и уравнения С.Ф.Аверьянова:

- общий водный баланс орошаемого массива

$$\Delta W = B + \overline{П} + \underline{П} + O_c - C - ET - \underline{Q} - D \quad (2.7)$$

где  $\Delta W$  - суммарные изменения запасов воды в границах орошаемого массива;  $B$  - водозабор;  $\bar{P}$  - приток поверхностных вод;  $\underline{P}$  - приток подземных вод;  $O_C$  - атмосферные осадки;  $C$  - суммарные сбросные воды;  $ET$  - суммарное испарение и транспирация;  $\underline{Q}$  - подземный отток за пределы массива;

- водный баланс зоны аэрации

$$\Delta W_a = O_C + O_p + (1 - \alpha)\phi_K - ET - \bar{C} \pm g \quad (2.8)$$

здесь  $O_p$  - количество воды, поданное на орошаемые поля;  $C_{II}$  - сбросы с поверхности полей;  $\pm g$  - вертикальный водообмен между грунтовыми водами и зоной аэрации;  $\alpha$  - доля от фильтрации из каналов, идущая на питание грунтовых вод;  $\phi_K$  - фильтрация из каналов;

- баланс грунтовых вод

$$\Delta W_r = \underline{P} - \underline{Q} + \alpha \phi_K - D \pm g \quad (2.9)$$

где  $D$  - дренажный сток)

При этом полагается, что сумма частных балансов (2.8) и (2.9) даст общий водный баланс орошаемого массива (2.7).

В расчетах водных балансов выражают

$$\Delta W = \Delta W_a + \Delta W_r \quad (2.10)$$

Изменение запасов влаги в зоне аэрации (С.Ф.Аверьянов, 1959), /5/

$$\Delta W_a = h_K \omega_K - h_H \omega_H \quad (2.11)$$

где  $h_K, h_H$  - уровни грунтовых вод в конечный и начальный моменты времени;  $\omega_K, \omega_H$  - конечная и начальная (средние) объемные влажности зоны аэрации.

- Изменение запасов грунтовых вод

$$\Delta W_r = (h_H - h_K) \delta 10^4 \quad (2.12)$$

где  $\delta$  - коэффициент водоотдачи при опускании поверхности грунтовых вод или коэффициент свободной порозности при их подъеме).

Однако в расчете по приведенным выше формулам алгебраическая сумма частных балансов не дает общий. Дело в том, что уравнение (2.11) неверно. В принципе правильно этот момент описал Л.В.Лебедев (1976,с.14) уточнив определение зоны аэрации: "... это зона между поверхностью и наивысшим за расчетное время положением подпертой капиллярной каймы" /73/. Так как на практике по наблюдательным колодцам замеряется глубина УГВ и отбор почвогрунтов производится также до УГВ, то в расчетах можно оперировать зоной от поверхности до УГВ. В научной литературе и нормативных документах нет разъяснений и формулы. Как методически правильно в данном случае поступать?

С учетом изложенного изменение запасов в зоне аэрации определится вместо (2.11) следующим образом:

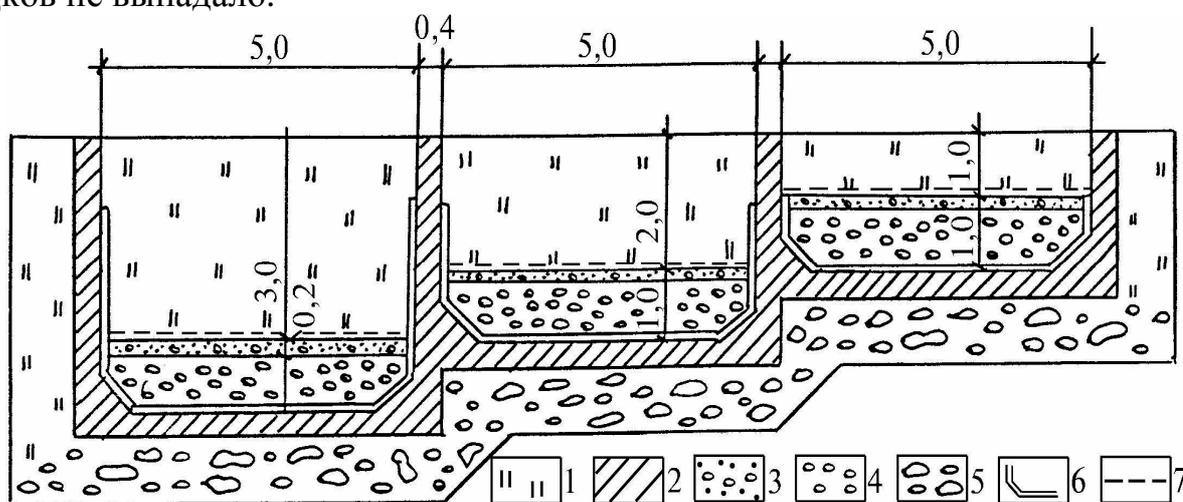
$$h_H < h_K \quad \Delta W_a = h_H (\omega_K - \omega_H) \quad (2.13)$$

$$h_H > h_K \quad \Delta W_a = h_K (\omega_K - \omega_H) \quad (2.14)$$

И только при использовании уравнений (2.13) и (2.14) совместно с (2.8) - (2.10) и (2.17) сумма частных балансов даст общий водный баланс.

Правомерность изложенного покажем на примере исследований Икрамова Р.К. на лизиметрах. Водные балансы изучались на территории научно-исследовательской станции по технике орошения (НИСТО ранее входила в состав НПО САНИИРИ). Почвы лизиметров - светлые сероземы, по механическому составу - средние суглинки. На водобалансовом участке построены шесть больших лизиметров по 25 м<sup>2</sup> каждый, позволяющих разместить в них по 250-300 кустов хлопчатника.

Лизиметры представляют собой железобетонные ящики с глухим дном, внутренние размеры 5 х 5 м (рис.8), глубина 2, 3 и 4 м. На рис.2.12 показаны профили влажности на 13.06.91 и 20.06.91. В этот период атмосферных осадков не выпадало.



**Рис.8. Схема конструкции лизиметров научно-исследовательской станции по технике орошения (НИСТО) в Ташкентской области.**

1 – почвогрунт; 2 – бетонная коробка; 3 – песчаная подстилка; 4 – гравий; 5 – гравийно-галечниковая подготовка; 6 – облицовка листовым железом; 7 – УГВ, м

Объём заливки  $V_3$  воды в лизиметр N3-1 составил 1878 м<sup>3</sup>/га, поливная норма 960 м<sup>3</sup>/га. Общий водный баланс и вычисленный размер эвапотранспирации

$$W_K^{об} - W_H^{об} = V_3 + B - ET \quad (2.15)$$

$$7722 - 5244 = 1878 + 960 - ET \text{ (м}^3\text{/га),}$$

$$+ 2488 = 1878 + 960 - 350$$

- Водный баланс зоны аэрации

$$\sum h_K \bar{\omega}_K - \sum h_H \bar{\omega}_H = V_3 + B - ET - g \quad (2.16)$$

$$6378 - 4026 = 1878 + 960 - 350 - g$$

$$2352 = 1878 + 960 - 350 - 136 \text{ (м}^3\text{/га)}$$

- Баланс грунтовых вод

$$(h_H - h_K) \cdot \delta \cdot 10^4 = \Delta W_r = +g \quad (2.17)$$

$$(2,0 - 1,2) \cdot 0,09 \cdot 10^4 = 136 \text{ м}^3\text{/га}$$

Величины водообмена зоны аэрации и грунтовых вод совпадают, и сумма частных балансов даёт общий водный баланс.

Расчет по формуле (2.16)

$$\sum h_k \omega_k - \sum h_n \omega_n = V_3 + B - ET - g \quad (2.18)$$

$$6378 - 5244 = 1878 + 960 - 350 - g$$

$$\Delta W_a = 1134 = 1878 + 960 - 350 - 1354 \text{ (м}^3\text{/га)} \quad (2.19)$$

$$\Delta W_r = 136 \text{ м}^3$$

Таким образом, сумма частных балансов в этом случае не даст общий водный баланс.

Ещё один аспект составления водно-солевых балансов, который не нашёл отражение в действующем нормативном документе (ВСН 33-2.2 033-16) и требует уточнения, следующий.

В литературе по водно-балансовым расчетам в мелиорации рассматриваются главным образом вопросы составления балансов за сезон, год или многолетие. При современном дефиците водных и других материальных ресурсов необходимо более детальное исследование вопросов регулирования водно-солевого баланса орошаемых земель с шагом времени, например, месяц. Это необходимо как при эксплуатации гидромелиоративных систем, так и составлении проектов для более полного учета природно-хозяйственных условий объекта и установления оптимальных технико-экономических параметров ГМС.

Балансовые расчеты рекомендуется выполнять в разрезе месяца, поскольку в качестве исходных зачастую используются данные эксплуатационных водохозяйственных организаций. Кроме того, имеющиеся эмпирические зависимости для определения эвапотранспирации установлены на основании среднемесячных значений входящих в них элементов.

Понимание методик составления общих и частных водно-солевых балансов облегчают введенные Л.М.Рексом понятия "большая" и "малая" гидромелиоративные системы. На большой ГМС забор и транспортирование воды из источников орошения осуществляются с помощью гидротехнических сооружений, вода подводится к границе орошаемого поля. "Малая" гидромелиоративная система, в нашем понимании, состоит из распределительно-оросительной сети и дренажных сооружений в пределах севооборотного поля. Здесь транспортированная вода превращается в почвенную влагу и рассоляющие нисходящие токи сквозь почву. Коллекторно-дренажная сеть отводит часть фильтрационных вод из оросительных каналов и с орошаемых полей, а также сбросные ирригационные воды с "большой" и "малой" ГМС.

На малой ГМС формируется водно-солевой режим зоны аэрации и корнеобитаемого слоя орошаемого поля, влияющий непосредственно на плодородие почв. Вместе с тем режим грунтовых вод и дренированность орошаемого поля связаны и с техническими параметрами "большой" ГМС (КПД внутрихозяйственных и межхозяйственных каналов, КЗИ, КЗО, КОЗ). Эти параметры влияют на боковое растекание фильтрационных потерь из

каналов, инфильтрационных вод с полей и тем самым на режим грунтовых вод и нагрузку на дренаж.

В современной практике фактические и прогнозные водно-солевые балансы составляются для территорий одного, нескольких хозяйств или административного района. В связи с тем, что в зоне влияния дренажных систем проходят дороги, каналы, располагаются поселки, общий водный баланс необходимо составлять на валовую площадь мелиорируемого контура. Это позволит учесть гидравлическую взаимосвязь "большой" и "малой" гидро-мелиоративных систем, более точно прогнозировать глубины УГВ и нагрузку на дренаж. В балансовых уравнениях используются удельные параметры ( $\text{м}^3/\text{га}$ ,  $\text{т}/\text{га}$ ). На орошаемых землях Центральной Азии в современных условиях уравнения общих водно-солевых балансов можно записать в виде:

$$\Delta W = W_H - W_K = O_C + B + \Phi_{MK} + B_{KDC} + B_{B/D} + \Pi - Q - ET_B - O_{II} - C - D_G - D_B \pm P \quad (2.20)$$

$$\Delta C = C_B + C_{\Phi_{MK}} + C_{II} - C_{B \text{ в } \partial} - C_Q - C_{Cn} - C_{C\text{э}} - C_{D_2} - C_{D_6} \pm C_P \quad (2.21)$$

где  $\Delta W$ ,  $\Delta C$  - общие изменения запасов влаги и солей в пределах балансового контура;  $W_H$ ,  $W_K$  - начальные и конечные запасы влаги;  $\Phi_{MK}$  - фильтрационные потери из магистральных каналов;  $B_{KDC}$  - водоподача из КДС;  $B_{B/D}$  - водоподача из скважин вертикального дренажа;  $ET_B$  - эвапотранспирация с балансового контура;  $C = C_{II} + C_{\text{э}}$  - суммарные сбросы ирригационных вод с орошаемых полей и технические потери из каналов при эксплуатации. Принимаются по соотношениям Н.Т.Лактаева, установленным на основании обобщения опытно-производственных исследований;  $D_G$  - выклинивание грунтовых вод в горизонтальный дренаж, рассчитывается по формуле А.П.Вавилова / 193 /;  $D_B$  - объем откачек системы вертикального дренажа, установлен на основании натуральных измерений эксплуатационных расходов скважин и материалов наблюдений УНС;  $C_B$ ,  $C_{\Phi_{MK}}$ ,  $C_{II}$ ,  $C_{B \text{ в } \partial}$ ,  $C_{KDC}$ ,  $C_Q$ ,  $C_{Cn}$ ,  $C_{C\text{э}}$ ,  $C_{D_2}$ ,  $C_{D_6}$ ,  $C_P$  - содержания солей в  $\text{т}/\text{га}$  соответствующих элементах водного баланса.

Запасы влаги в балансовом слое можно рассчитать по формуле, полученной с использованием эмпирической зависимости И.А.Енгулатова.

$$W = (4,5n - hA \sqrt[3]{h}) 10000, \quad \text{м}^3/\text{га} \quad (2.22)$$

где  $n$  - пористость;  $h$  - глубина грунтовых вод;  $A$  - параметр, характеризующий проницаемость почвогрунтов (для однородных суглинистых грунтов  $A = 0,11$  тяжелых -  $0,12$ ; слоистых -  $0,15$ );

$$ET_B = ET_X K_{CB} \quad (2.23)$$

здесь  $ET_X$  - эвапотранспирация хлопчатника;  $K_{CB} = \frac{k_1 f_1 + k_2 f_2 + \dots + k_i f_i}{\sum f_i}$  - сред-

невзвешенный коэффициент водопотребления сельскохозяйственных культур;  $k_1, k_2, \dots, k_i$  - коэффициенты водопотребления отдельных культур по отношению к хлопчатнику;  $f_1, f_2, \dots, f_i$  - площади под этими культурами.

Эвапотранспирацию хлопчатника в течение вегетационного периода можно рассчитать по эмпирической зависимости Х.А.Аманова.

$$ET_x = 11,64\beta \sqrt{\frac{\sum t^{\circ}Y}{h}} \quad (2.24)$$

где  $\beta$  - коэффициент, учитывающий водопотребление хлопчатника в отдельные месяцы, в апреле = 0,31, мае - 0,57, июне - 0,91, июле - 1,54, августе - 1,21, сентябре - 1,21, октябре - 0,57;  $\sum t^{\circ}$  - сумма среднесуточных температур воздуха;  $Y$  - урожай хлопка-сырца, ц/га

Для невегетационного периода  $ET_{нв}$  определяется по формуле Блейни и Кридла

$$ET_{нв} = 0,458 K_B P_{\delta} (t^{\circ} + 17,8) \quad (2.25)$$

здесь  $K_B$  - коэффициент, зависящий от вида растительного покрова (для не вегетационного периода можно принять  $K_B = 0,2$ , как для пустынных участков);  $P_{\delta}$  - доля продолжительности дневных часов в данном месяце от годовой суммы, % (для ноября  $P_{\delta} = 6,72$ ; декабря - 6,52; января - 6,76; марта - 8,33)

Горизонтальный дренаж

$$D_{\Gamma} = \frac{\pi K_{\phi} T l_{y\delta}}{\ln\left(\frac{10000}{l_{y\delta} d}\right)} (h_{\delta p} - h) \quad (2.26)$$

где  $K_{\phi}$  - коэффициент фильтрации покровного мелкозема, м/сут;  $T$  - число суток в месяце;  $l_{y\delta}$  - удельная протяженность КДС, м/га;  $d$  - смоченный периметр коллектора, м

С использованием формул (2.20) и (2.22) прогнозируются также и глубины грунтовых вод

$$W_{i+1} = O_C + B + \Phi_{МК} + B_{ВД} + B_{КДС} - C_{П} - C_{Э} - ET_B - D_{\Gamma} - D_B + W_i + \underline{П} - \underline{Q} \quad (2.27)$$

( $i$  - начало,  $i + 1$  - конец периода)

По полученным значениям  $W_{i+1}$  из зависимости (2.22) рассчитывается  $h_{i+1}$

Для прогноза минерализации поверхностного слоя грунтовых вод необходимо составить балансы грунтовых вод, водно-солевые для зоны аэрации мелиорируемой территории и поверхностного слоя грунтовых вод:

- баланс грунтовых вод

$$\Delta W_{\Gamma} = \Delta h \delta 10^4 = \Phi_{МК} + \Phi_{МХ} + \alpha \Phi_{ВХ} \pm g + \underline{П} - \underline{Q} \pm P - D_{\Gamma} - D_B \quad (2.28)$$

- водный и солевой балансы зоны аэрации

$$W_K^a - W_H^a = O_C + O_P + (1 - \alpha)\Phi_{ВХ} - ET_B - C \pm g \quad (2.29)$$

$$C_K^a - C_H^a = C O_P + C(1 - \alpha)\Phi_{ВХ} - C_C \pm C_g \quad (2.30)$$

- солевой баланс поверхностного слоя грунтовых вод

$$C_K^{\Gamma} - C_H^{\Gamma} = C \alpha \Phi_{ВХ} \pm C_g - C_B \pm C_{\Delta} \pm C_g \quad (2.31)$$

где  $\Phi_{ВХ}$  - фильтрационные потери из внутрихозяйственных каналов;  $W_H^a, W_K^a$  - запасы влаги в зоне аэрации в начале и конце расчетного периода;  $\xi$  - отток грунтовых вод из расчетного поверхностного слоя грунтовых вод в нижележащие;  $C_H^a, C_K^a$  - содержание солей в зоне аэрации в начале и конце рас-

четного периода;

$C(1-\alpha)\Phi_{BX}$ ,  $C_g$ ,  $C_B$  - содержание солей в соответствующих элементах водных балансов;  $C_D$ ,  $C_g$  - диффузионный и сорбционный солеобмены между расчетным и соседними слоями грунтовых вод.

Солевой баланс поверхностного слоя грунтовых вод составляется с использованием методического подхода, рекомендованного Н.И.Парфеновой и несколько видоизмененного нами применительно к условиям функционирования крупных гидромелиоративных систем. В прогнозе минерализации грунтовых вод принимается, что сосредоточенная фильтрация из постоянно действующих магистральных и межхозяйственных каналов, обуславливая повышение уровня грунтовых вод, не вызывает их разбавления

$$C_H^a = h_H^a \cdot P \cdot S_H^a \cdot \xi \cdot 100 \quad (2.32)$$

где  $S_H^a$  - содержание солей в почвогрунтах зоны аэрации, % от веса сухого грунта;  $P$  - объемная масса почвогрунтов зоны аэрации, т/м<sup>3</sup>;  $\xi$  - коэффициент перехода от водных вытяжек на исходные расчетные запасы солей, по данным П.С.Панина для хлоридных почв  $\xi = 1,17$ , хлоридно-сульфатных - 1,41.

Вынос солей из зоны аэрации инфильтрационными водами ( $\pm g$ ) определяется в нашей схеме по формуле П.С.Панина, видоизменной Н.Н.Ходжибаевым и В.Г.Самойленко.

$$C_g = C^a \left( 1 - \frac{1}{\exp \frac{Ka}{\gamma}} \right) \quad (2.33)$$

здесь  $\gamma$  - постоянная намывания солей, для хлоридных почв  $\gamma = 1,5$ , хлоридно-сульфатных - 4,25;  $Ka$  - кратность водообмена в почвогрунтах зоны аэрации

$$Ka = \frac{g}{hm_a \cdot 10^4} \quad (2.34)$$

( $m_a$  - активная пористость).

Для случая подпитывания зоны аэрации грунтовыми водами ( $\pm g$ )

$$C_g = 10^{-30} g_l \mu_{\Gamma}^{PB} \quad (2.35)$$

где  $\mu_{\Gamma}^{PB}$  - средняя минерализация грунтовых вод за расчетный период, г/л (определяется из водно-солевых балансов поверхностного слоя грунтовых вод).

В условиях близкого залегания грунтовых вод, роль  $C_D$  и  $C_{\xi}$  в их минерализации невелика. Гидрохимический режим при этом формируется в основном за счет расходования грунтовых вод на эвапотранспирацию и инфильтрации с орошаемых полей.

Содержание солей в зоне аэрации на конец расчетного интервала времени

$$C_K^a = C_H^a \pm C_g + C_{O_p} + C(1-\alpha)\Phi_{BX} + C_{B_{KDC}} - C_{\Pi} \quad (2.36)$$

В связи с тем, что во внутригодовом разрезе минерализация и глубина грунтовых вод подвержены значительным колебаниям, расчетная мощность  $h_0$  поверхностного слоя принимается равной 1,0 м.

Отток грунтовых вод из расчетного слоя ( $h_0$ ) в нижележащие:

- при подъеме и спаде уровня грунтовых вод соответственно

$$\zeta = (\alpha \Phi_{BX} \pm g) \left( 1 - \frac{\Delta W}{\alpha \Phi_{BX} + \Phi_{MX} \pm g} \right) \quad (2.37)$$

$$\zeta = \alpha \Phi_{BX} \pm g \quad (2.38)$$

- при  $\alpha \Phi_{BX} \ll -q_1$ ,  $\zeta = 0$  (2.39)

Элементы солевого баланса поверхностного слоя грунтовых вод определяются следующим образом:

$$C^{ПГВ} = h_0 S^{ПГВ} P \xi 100 \quad (2.40)$$

$$C_\zeta = C^{ПГВ} \left( 1 - \frac{1}{e^{\frac{K_0}{\gamma}}} \right) \quad (2.41)$$

$$K_0 = \frac{\zeta}{h_0 m_a 10^4} \quad (2.42)$$

$$C_K^{ПГВ} = C_H^{ПГВ} + C \alpha \Phi_{BX} \pm C_g - C \quad (2.43)$$

$$S_K^{ПГВ} = \frac{C_K^{ПГВ}}{h_0 P \xi 100} \quad (2.44)$$

$$\mu^{ПГВ} = \frac{S^{ПГВ}}{\Theta} \quad (2.45)$$

здесь  $S^{ПГВ}$  - содержание солей в почвогрунтах расчетного слоя грунтовых вод, % от веса сухого грунта;  $\Theta$  - пересчетный коэффициент от содержания солей в почвогрунтах (%) для выражения минерализации грунтовых вод, г/л.

Солевой баланс зоны аэрации орошаемого поля рассчитывается по формулам (2.32) и (2.36) с удельными значениями на площадь "нетто".

При определении водно-солевых балансов корнеобитаемого слоя приняты следующие допущения: мощность корнеобитаемого слоя в течение всего вегетационного периода принимается равной 0,8 м; изменение запасов влаги в корнеобитаемом слое  $\Delta W_{KC}$  - для месячных интервалов; минерализация восходящего тока из грунтовых вод, подпитывающего корнеобитаемую зону, равна средней минерализации слоя зоны аэрации между уровнем грунтовых вод и корнеобитаемой зоной; соли поступающие из грунтовых вод в зону аэрации при восходящем токе с их поверхности полностью откладываются в корнеобитаемой зоне.

Уравнения для составления балансов корнеобитаемого слоя

$$\Delta W^{KC} = O_C + \frac{1}{\phi} (O_P^H - C_{II}) - ET_{II} \pm g_2 \quad (2.46)$$

$$\Delta C^{KC} = C_K^{KC} - C_H^{KC} = C O_P - C c_{II} \pm C g_2 \quad (2.47)$$

где  $g_2, Cg_2$  - водно- и солеобмены корнеобитаемого слоя с нижележащими;  $C_H^{KC}, C_K^{KC}$  - начальное и конечное содержания солей в корнеобитаемом слое.

Для случая нисходящего тока влаги (-  $g_2$ ) вынос солей инфильтрационными водами из корнеобитаемой зоны в нижележащие

$$Cg_2 = C^{KC} \left( 1 - \frac{1}{\exp \frac{K_{KC}}{\gamma}} \right) \quad (2.48)$$

где  $K_{KC}$  - кратность водообмена в почвогрунтах корнеобитаемого слоя

$$K^{KC} = \frac{g_2}{h^{KC} m_o 10^4} \quad (2.49)$$

В случае подпитывания корнеобитаемого слоя восходящими токами

$$+ Cg_2 = 10^3 g_2 \mu_{BT} \quad (2.50)$$

где  $\mu_{BT}$  - минерализация восходящего тока

$$\mu_{BT} = \frac{(C^a - C^{KC})}{Q\varphi - \Theta_{MG}} \delta^* \quad (2.51)$$

где  $\delta^*$  - пересчетный коэффициент от содержания солей в почвогрунтах к минерализации почвенного раствора. По П.С.Панину для хлоридных почв  $\delta^* = 0,82$ , хлоридно-сульфатных и сульфатных - 0,535.

### 2.3. Принципы выбора мелиоративных режимов орошаемых земель

Понятие "мелиоративный режим" было введено и наиболее полно раскрыто Н.М.Решеткиной (1967), далее развито А.А.Рачинским (1970), И.П.Айдаровым (1974), А.И.Головановым (1975), В.А.Духовновым (1979), Л.М.Рексом (1981) и др.

Мелиоративные режимы создаются определенным комплексом гидро-мелиоративных, агротехнических, агрохимических и прочих мероприятий с целью формирования оптимального для рассматриваемых условий почвообразовательного процесса, обеспечивающего получение максимальных урожаев сельскохозяйственных культур при наименьших приведенных затратах.

Исходя из процессов, протекающих в почвах в зависимости от их водного режима, почвоведы выделяют следующие типы почвообразования: автоморфный, гидроморфный и полугидроморфный. Однако нельзя смешивать природный процесс почвообразования с тем, который протекает под воздействием мелиоративных и агротехнических мероприятий при выращивании сельскохозяйственных культур. В последнем случае различия почв разного происхождения сглаживаются, и формируются принципиально иные культурно-поливные почвы (Егоров 1959; Минашина 1968 г.; Ковда, 1975; и др.).

Мелиоративные мероприятия (орошение, промывка и дренаж) влияющие на почвообразовательные процессы, непосредственно воздействуют на водно-солевой режим почвогрунтов и грунтовых вод. Основные источники поступления воды в почву в условиях орошаемых земель аридной зоны - водоподача, атмосферные осадки и грунтовые воды. К основным статьям расхода воды из почвы относятся эвапотранспирация и отток инфильтрационных вод из почвенного слоя в нижележащие. Соотношение прихода и расхода воды определяют типы водного и связанного с ним солевого режимов почв (Ковда, 1978, 1981).

На орошаемых землях, согласно Н.М.Решеткиной, в принципе могут быть созданы четыре типа мелиоративных режимов: гидроморфный, полугидроморфный, полуавтоморфный и автоморфный, характеризующиеся различным режимом грунтовых вод, долей их участия в почвообразовательном процессе и питании сельскохозяйственных растений, специфической структурой общих и частных водно-солевых балансов. Выделение полугидро- и полуавтоморфных мелиоративных режимов почв, видимо, вызвано большими различиями в объеме и составе инженерных мероприятий, необходимых при создании типов водных режимов почв от гидроморфного до автоморфного.

Основой дифференциации мелиоративных режимов почв должны быть процессы, протекающие в почве. Как указывалось, мелиоративные мероприятия оказывают главным образом прямое воздействие на водно-солевые режимы почв и грунтовые воды. В связи с этим, чтобы определить какой из типов мелиоративных режимов формируется в каждом конкретном случае, следует установить долю участия грунтовых вод в общем водопотреблении сельскохозяйственных культур, которая в свою очередь зависит от водно-физических свойств почвогрунтов зоны аэрации (механический состав, высота и скорость капиллярного поднятия, водоудерживающая способность и др.), вида и фазы развития выращиваемых культур, размеров водоподачи, дренарованности и техники полива.

### **2.3.2. Рекомендуемые параметры мелиоративных режимов и критериальные условия мелиоративного благополучия**

Исходя из результатов исследований, формирования мелиоративных режимов на опытных участках, расположенных в различных природно-хозяйственных условиях, приводим параметры мелиоративных режимов и критерии мелиоративного благополучия, рекомендуемые для действующих гидромелиоративных систем аридной зоны. В табл.2.3 даны основные показатели мелиоративных режимов при различных типах почвенного профиля. Эти показатели применимы для эксплуатационного периода работы дренажа. В большинстве же случаев на засоленных землях следует поддерживать уровень грунтовых вод несколько глубже и проводить необходимый промывной режим орошения.

Все типы мелиоративных режимов в зависимости от мелиоративного состояния земель могут быть промывными, периодически промывными и периодически непромывными (один, два года при пресных грунтовых водах). Поэтому структура общих и частных водно-солевых балансов в каждом случае может быть разной  $\left( \frac{D}{B+\Phi}; \frac{O_p+O_c}{ET_{II}} \right)$

На засоленных землях при всех типах мелиоративных режимов водный режим должен быть промывным (рассоляющий режим). В зависимости от гидрогеологических условий территорий промывной режим можно создавать в вегетационный период или же в годовом разрезе (за счет промывных поливов в невегетационный период). В эксплуатационный период, когда земли рассолены, промывной режим может быть периодическим.

Следует отметить, что на определенной территории мелиоративные режимы в целом характеризуются однотипной закономерностью. Вместе с тем на орошаемых землях в зависимости от разнородности литологии почвенного профиля, микрорельефов, гидрогеологических условий, видов выращиваемых сельскохозяйственных культур, периода гидрологического года, технического состояния и работоспособности дренажной системы и др., формирование типов мелиоративных режимов может варьироваться с переходом одного в другой. Резкие различия отмечаются только между гидроморфным и автоморфным режимами почв.

Проведенными САНИИРИ опытно-производственными региональными исследованиями мелиоративной эффективности дренажных систем в различных природно-хозяйственных условиях Узбекистана и Южного Казахстана установлены рациональные параметры мелиоративных режимов для конкретных объектов мелиорации (Н.М.Решеткина, Х.И.Якубов, А.У.Усманов, Г.В.Еременко, А.У.Умаров, Х.А.Кадыров, Л.Л.Корелис, А.Р.Рамазанов, М.С. Мерешинский, Т.У.Бекмуратов, Л.А.Скоробогатова, Е.Курбанбаев, Р.К. Икрамов и др.). Обобщение результатов этих исследований показывает, что в условиях староорошаемых и вновь осваиваемых земель, расположенных в пределах предгорных равнин, межгорных котловин и долин, представленных пролювиально-аллювиальными и аллювиальными отложениями с близким залеганием высокоминерализованных (5-10 г/л и более) грунтовых вод и засоленными большей частью почвогрунтами, наиболее целесообразно создание при помощи вертикального дренажа полуавтоморфного мелиоративного режима. Формирование автоморфного мелиоративного режима приведет в данном случае к излишним затратам оросительной воды (ввиду трудностей регулирования в производственных условиях размеров инфильтрационного питания грунтовых вод при распространенной на современном этапе технике полива по бороздам -хозяйст). Параметры, соответствующие рациональным мелиоративным режимам (глубина грунтовых вод по периодам года, доля оттока от водозабора грунтовых вод из покровного мелкозема в подстилающий хорошо проницаемый пласт, превышение водоподачи на поле над эвапотранспирацией), созданным на опытно-производственных системах в различных природных условиях, обобщены в табл.2.4.



Низкие пустынные равнины, дельты рек сложенные одно- и многослой-аллювиальными отложениями	<p><b>Средние.</b> Солончаковатые верхний слой (1-1,5 м) слабозас. УГВ 4-4,5 м; <math>m = 4 - 10</math> м; <math>K_{\phi} = 0,32</math> м/сут (часть территорий сред.и нижнего течений рек Сырдарьи и Амударьи).</p> <p><b>Легкие.</b> и средне засоленные, слабо- сильнозасоленные почвы и гр.воды <math>m = 1,5 - 13</math> м; <math>K_{\phi} = 0,14 - 6,9</math> м/сут (нижнее течение рек Сырдарьи, Амударьи и нижние террасы мелких рек)</p>	Авто-морфный	более 4 м				10 - 15	10 - 15	
		Гидро-морфный	2,5 - 3,0	1 - 1,5	1,5 - 1,8	1,8 - 2,2	40 - 45	25 - 30	

В пределах указанных геоморфологических структур, в условиях, когда до орошения верхний (1-1,5 м) слой почвогрунтов незасолен, грунтовые воды залегают на глубине 5-10 м и имеют высокую минерализацию (10-25 г/л), а в нижних слоях содержатся большие запасы легкорастворимых солей, целесообразно сохранить с помощью вертикального дренажа автоморфный режим почвообразования.

В низменных равнинах, поймах, низких террасах и дельтах, сложенных двух- и многослойными аллювиальными отложениями с маломощным покровным мелкоземом (3-13 м), представленных высокопроницаемыми почвогрунтами ( $K_{\phi} = 0,5-1,5$  м/сут), создание полуавтоморфного режима нецелесообразно. Это связано с тем, что в данных условиях в процессе откачки из скважин вертикального дренажа формируется резко неравномерный по глубине залегания режим грунтовых вод (глубокое от поверхности земли вблизи скважин и высокое на междуренье), что обуславливает применение различной агротехники на орошаемых полях и затрудняет организацию работ по выращиванию сельскохозяйственных культур. Поэтому на указанных выше геоморфологических структурах при мелиорации земель с помощью вертикального дренажа приемлемы автоморфный или гидроморфный режим почв.

Вместе с тем как при автоморфном, так и гидроморфном режимах резко увеличиваются нормы водоподачи, отношение оттока из покровного мелкозема к водозабору. При автоморфном режиме водоподача повышается вследствие высокой проницаемости маломощных покровных отложений и быстрой сработки запасов подземных вод вертикальным дренажем, а при гидроморфном режиме близкое залегание грунтовых вод потребует проведения промывного орошения с большими нормами оросительной воды. Поэтому для этих регионов создание указанных мелиоративных режимов и применение вертикального дренажа необходимо обосновывать технико-экономическими расчетами.

Выбор того или иного проектного мелиоративного режима должен базироваться на глубоком и всестороннем анализе геоморфологических, почвенно-агрогеохимических и мелиоративных условий, позволяющих выявить направленность почвообразовательного процесса, и далее уже наметить комплекс технических и агротехнических решений для поддержания и регулирования выбранного режима.

#### **2.4. Новые технические средства регулирования водно-солевого режима почв. Требования к технике и технологии полива**

Чтобы привести ГМС к требуемому техническому уровню, необходимо установить цели и задачи, которым этот уровень должен соответствовать. Параметры оптимального мелиоративного режима должны способствовать получению максимальной прибыли от орошаемого земледелия. Такой подход позволяет рассматривать с единых позиций урожай сельхозкультур, водно-солевой режим почв, технический уровень оросительных и дренажных систем, технику и технологии полива, их эксплуатационно-

экономические показатели в конкретных природно-мелиоративных условиях.

В качестве основного сегодня и на перспективу в Узбекистане остается поверхностное орошение (Лактаев, 1978). Этому способу отдается предпочтение благодаря:

- простоте и надежности оросительной сети и водораспределительных устройств;
- низким энергозатратам;
- возможности подачи на поле больших объемов воды в сравнительно короткие сроки, что способствует промывке верхних почвенных горизонтов от вредных для растения солей;
- возможности совершенствовать поверхностные способы полива путем подбора оптимальных элементов техники полива, улучшать конструкции оросительной сети и поливных устройств, повышать точность раздачи воды в борозды и т.д.

На построенных оросительных системах новой зоны орошения и реконструированных староорошаемых землях создавался поливной участок длиной 400-500 м площадью 12-20 га с продолжительностью полива до 2 суток при условии достижения высокой производительности труда и максимальной механизации сельхозработ. Однако здесь не обеспечивалась равномерность увлажнения и рассоления почв из-за трудностей создания поверхности с требуемой спланированностью. На таких больших поливных участках практически невозможно управлять водно-солевыми процессами в почве, достигать высокоэффективного использования земли и воды внедрением водосберегающих технологий.

Высокие требования к поверхности поля в современных условиях могут быть удовлетворены выполнением планировочных работ с помощью комплекса машин: скреперов ДЗ-77 и планировщиков ПЛ-5 с лазерным управлением при определенной технологии. Ежегодно для поддержания проектной поверхности выполняются эксплуатационные планировки с помощью ППЛ-3.1 и один раз в севооборотный период ремонтной планировкой по съемке планировщиком ПЛ-5.

С целью оптимального выбора видов оросительной сети для поверхностного полива и поливных устройств НПО САНИИРИ разработана классификация орошаемых земель (табл. 2.5). Основным элементом в комплексе технических решений по организации и проведению поверхностных поливов - участковая оросительная сеть. В связи с этим капитальные вложения в участковую оросительную сеть должны рассматриваться как основной фактор повышения производительности труда и экономии оросительной воды при поливах. Экономическая эффективность поливной техники определяется в составе внутрихозяйственной части оросительной сети.

Размер поливного участка при малых уклонах должен составлять 3-8 га, при больших уменьшается до 0,2-1 га для обеспечения равномерности полива (табл.2.6).

Таблица 2.5

**Классификация орошаемых земель в зависимости от уклона  
поверхности разработанная НПО САНИИРИ (Г.Н.Павлов, М.Г.Хорст)**

Зона уклона	Оросительная сеть, оборудование для полива	Требов. к точности планировки
Предгорная зона, очень большие уклоны $i = 0,025 \dots 0,05$	Локальное орошение террасирование склонов	без планировки
Зона больших уклонов $i = 0,0075 \dots 0,025$	Закрытая малонапорная сеть, жесткие поливные трубопроводы, Закрытая оросительная сеть, жесткие поливные трубопроводы	Выравнивание планировщиками
Зона средних уклонов $i = 0,0025 \dots 0,0075$	Закрытая оросительная сеть, комбинация гибких и жестких трубопроводов. Закрытая оросительная сеть, гибкие поливные трубопроводы	$\pm 0,5$ см
Зона малых уклонов $i = 0,001 \dots 0,0025$	Лотковая оросительная сеть, гибкие поливные трубопроводы, од- нобортные оросители	$\pm 0,3$ см
Зона очень малых уклонов	Лотки автоматизированного полива, железобетонные лотки, бето- нированные оросители, однобортные оросители	не менее $\pm 3$ см (в перспективе $\pm 1,5 \dots \pm 2$ см)

Таблица 2.6

**Типы оросительных систем аридной зоны (по Г.Н.Павлову, М.Г.Хорсту)**

Геоморфоло- гическая структура	Почва	Уклоны	Потреб- ность в дренаже	Тип и протя- женность сети, пм/га	Размер поливно- го участ- ка, га	Техника полива	Тип дренажа	Культура
Высокие холмы	Хорошо проникае- мые темные гори- зонты	0,01	Нет	Трубчатая сеть, 40 - 80	0,8...0,2... 0,9 1 га	Капельное оро- шение полив из стаци-онарных трубопро-водов из ТГП, полу- трубы локальные	-	Сады, вино- градники, овощи
Адыры	Сложный почвен- ный покров, име-	0,00 0,6 - 0,1	В нижней зоне	Трубчатая сеть	0,85...0,5. ..	- " -	Горизонталь- ный закрытый,	- " -

	ются гипсы			30 - 80	0,9 2		глубиной 2,5 м	
Подгорная долина	Хорошо проникаемые маломощные почвы	0,003 - 0,5	Частично	Трубчатая 40 - 130	0,75....1... 0,85 4	Жесткие трубопроводы КАПО, ТТП стационарные трубопроводы	Вертикальный	Пропашные культуры
То же, изрезанный рельеф	- " -	- " -	Местами	- " -	0,78...0,6.. 0,86 4	Машины в движении	Комбинированный	- " -
Конус выноса	Сероземы, каштановые, орошаемые, местами загипсованные почвы	0,001 - 0,01	Горизонтальный комбинированные	Трубчатая 30 - 50 пм/га 0,003, лотки 20-40 пм/га при 0,003	0,78...2... 0,8 8	Гибкие трубопроводы, КП	В=30-200 м, глубиной до 3,2 м	Пропашные
Аллювиальная долина	Сероземы, каштановые, орошаемые местами загипсованные почвы	0.0005-0,004	Горизонтальный, комбинированный	Лотки 20 - 40	0,75...2... 0,78 8	Гибкие трубопроводы, КП, КАПО	В=30-200 м, глубиной до 3,2 м	Пропашные
Субэральная долина	- " -	0,0005	- " -	- " -	- " - 2 10	- " -	Горизонтальн. глубин. 2-3,2 м комбинированный В=100 м, = 250 м	
Проллювиальная долина	Лугово-болотные на галечниках	0,0001-0,0002		Открытая сеть, частично облицовочная	0,65...2... 0,75 10 га	Дождевание. поверхность. ПЗ гибких и др. трубопроводов	Открытый	- " -

На землях, склонных к засолению, в случае малоуклонного и относительно спокойного рельефа следует ориентироваться на полив с применением гибких капроновых и полиэтиленовых шлангов с механизмами для их уборки и раскладки (типа АДС,УН2), а также с использованием лотков автоматизированного полива (АПП), а на безуклонных землях подавать воду сосредоточенным током по постоянным поливным участкам (аналогично американскому "бассейновому" методу).

Один из резервов повышения продуктивности земли и воды - полив с переменным расходом: дискретный полив по длинным бороздам и высококачественное орошение по коротким бороздам (Хорст, 1989). Основными преимуществами импульсных технологий полива являются достижение высокой равномерности увлажнения по длине борозд, и сокращение, а в определенных условиях и исключение непроизводительных сбросов с поверхности поля. Этот эффект достигается подбором элементов техники полива. Полив переменной струей обеспечивает не только экономию воды за счет более равномерного распределения влагозапасов на площади поливного участка, но и некоторое повышение урожайности, так как отсутствие сброса одновременно предотвращает вынос внесенных удобрений из почвы за пределы поля. КПД техники полива при указанных технологиях около 0,74-0,90 против 0,60 при традиционном бороздковом. Коэффициент равномерности увлажнения по длине борозды при дискретном способе - 0,85-0,90, высокочастотном - 0,90. Для создания оптимальных мелиоративных режимов и регулирования ими, кроме водосберегающих техники и технологии полива, необходимо строительство современных высокоэффективных типов дренажа: закрытого горизонтального, комбинированного и вертикального. Теория и практика мелиорации засоленных земель показывает, что для большинства регионов Узбекистана оптимальным является полуавтоморфный мелиоративный режим почв с регулированием глубины УГВ в вегетационный период в пределах 2-2,4 м и 2-5 м, которую могут обеспечить только прогрессивные типы дренажа (табл.2.7).

Таблица 2.7

**Эффективность различных типов дренажа, рассчитанная для создания одинаковой дренированности территории (В.А.Духовный, Х.И.Якубов)**

	Тип дренажа			
	откры- тый	закры- тый	вер- тика- льный	комбини- ро- ванный
Коэффициент земельного использова- ния (КЗИ), %	87 - 90	95 - 96	98 - 99	96 - 97
Увеличение орошаемой площади за счет повышения КЗИ, %	-	до 8	до 12	до 8 - 9

Увеличение дренированности земель за счет обеспечения стабильной глубины дренажа (закрытого), предотвращения поверхностного сброса и увеличения скорости снижения грун. вод, %	-	15 – 25	25 - 35	20 - 30
Диапазон регулирования уровня грунтовых вод, м	1,5 - 2,5	2,0 - 2,4	2,0 - 5,0	2,0 - 2,5
Продолжительность рассолительного периода, лет	15 - 20	5 – 8	3 - 4	4 - 5
Ускорение темпов рассоления почвогрунтов за счет создания оптимального мелиоративного режима (увеличения свободной емкости почвогрунтов)	1,0	1,25 - 1,3	1,5 - 2,0	1,5 - 2,0
Экономия воды (%) за счет:				
• ликвидации поверхностного сброса	-	10	15 - 20	10 - 15
• создания лучшего мелиоративного режима и ускорения темпа рассоления	-	10 - 15	15 - 25	10 - 20
строительства совершенных видов дренажа	-	20 - 25	30 - 35	20 - 30

## 2.5. Природно-мелиоративное и инженерное районирование для прогноза управления водно-солевым режимом орошаемых земель

Анализируются факторы, влияющие на формирование водно-солевого режима почв и его изменение, можем выделить следующие природно-мелиоративные показатели орошаемой территории:

- глубина и минерализация грунтовых вод;
- тип и степень засоления почв;
- почвогрунты с относительно однородным механическим составом;
- площади с различными размерами притока и оттока подземных вод;
- площади с различными уклонами поверхности;
- геоморфологические структуры;
- орошаемые оазисы;
- бассейны рек;
- регион.

Кроме того, в аспекте прогноза водно-солевого режима почв при выделении таксономических единиц необходимо выделить площади с относительно близкими показателями организационно-хозяйственных условий и техническими параметрами ГМС: структура посевных площадей, КПД оросительных систем, коэффициент земляного использования, тип дренажа.

Все указанные природно-мелиоративные, организационно- хозяйственные и технические признаки находятся во взаимосвязи и взаимодействии с водно-солевым режимом почв.

При проектировании необходимо использовать математические модели прогноза водно-солевого режима применительно к различным иерархическим уровням организационно-хозяйственного деления территории:

- орошаемое поле (фермерское хозяйство);
- группа фермерских (дехканских) хозяйств, «подвешенных» к бывшему бригадному каналу (учасковому распределителю);
- ассоциация (объединение) водопользователей;
- зона командования каналов;
- площадь водосбора коллекторов;
- административный район.

При обобщении результатов прогнозов водно-солевых мелиоративных режимов для орошаемых земель на различных иерархических уровнях обязательно должны учитываться природно-хозяйственные признаки. Рассматриваемую проблему позволяет решить природно-мелиоративное инженерное районирование.

Показатели прогнозных водно-солевых и мелиоративных режимов почв в привязке к проектируемой площади можно получить путем агрегирования входящих в его контур меньших таксономических единиц природно-технического районирования.

Районирование в зависимости от целей и решаемых народно-хозяйственных задач может быть мелкомасштабным 1:1000000 - 1:500000, среднемасштабным 1:500000 - 100000, крупномасштабным 1:50000 и более крупно.

В развитие принципов районирования, исходя из отечественного и зарубежного опыта комплексного обоснования мелиоративных режимов орошаемых земель и охраны окружающей среды, необходимости дифференцированного применения тех или иных комплексов на конкретных ГМС предлагается следующий подход. На базе имеющихся данных по климатическому, гидрогеологическому, почвенному и инженерно-мелиоративному районированию, выделить площади с идентичными параметрами мелиоративных режимов, конкретными их количественными значениями. Это позволит учесть взаимодействие природно-хозяйственных комплексов и ГМС с определенным техническим уровнем.

Предметом природно-мелиоративного районирования для целей обоснования параметров мелиоративных режимов являются гидромелиоративные системы.

За основу мелкомасштабного районирования принято климатическое районирование Средней Азии, разработанное институтом "Средазгипроводхлопок", в нормативном документе "Расчетные значения орошаемых норм в бассейне рек Сырдарьи и Амударьи".

Согласно этому нормативному документу, территория Узбекистана разделена на три широтные зоны: северную (С), центральную (Ц) и южную (Ю). Каждая зона, в свою очередь, подразделяется на две подзоны - северную (1) и южную (II). В каждой широтной зоне выделяются следующие поясно-высотные зоны:

Наименование	Высотные зоны	Тип почвообразовательного процесса
Пустыни	А	Пустынный
	Д	Переход к поясу сероземов
Эфимерные степи	Б	Сероземный - светлые сероземы
	В	Сероземный - типичные сероземы
Разнотравные степи	Г	Сероземный - темные сероземы

На указанное агроклиматическое районирование, при обосновании мелиоративных режимов накладывается районирование факторов, определяющих водно-солевой режим почв, мелиоративный комплекс, его количественные размеры, технические параметры ГМС. Факторами районирования являются: геоморфологические и гидрогеологические условия, литологическое строение, гидрозасоленность почв, водопроницаемость почвогрунтов, параметры оросительной и дренажной сети и характеристики землепользования.

Районирование важно ввиду того что, как отмечают А.А.Рачинский (1969) и Х.И.Якубов (1985) отдельные районы с определенными проблемами и известной направленностью мелиоративного комплекса имеют глубокую дифференциацию мелиоративного режима, т.е. отдельные части мелиорируемой территории должны иметь индивидуальные параметры.

Следовательно, районирование для целей обоснования мелиоративных режимов должно основываться на моделях, отражающих водно-солевые процессы при функционировании ГМС на орошаемых землях. Нами используются математические модели, приведенные в разделах 2.1 и 2.2, которые, с одной стороны, отражают формирование водно-солевых режимов, в зоне аэрации орошаемого поля, с другой, функционирование ГМС с определенными параметрами на территории с конкретными характеристиками землепользования.

Основой природно-мелиоративного районирования для обоснования параметров мелиоративного режима служат геоморфологические типы рельефа, Геоморфологическим структурам присущи определенные уклоны поверхности, литологический состав, естественная дренированность, гидрогеологические закономерности, которые в совокупности определяют мелиоративные задачи, поэтому мелиоративные области выделяются по геоморфологическому признаку. А.А.Рачинский (1969) выделил следующие таксономические единицы выделения областей:

I - подгорные равнины волнистого, волнисто-холмистого рельефа, сопряженные с верхними речными террасами и конусами выноса. С поверхности представлены лессовидными суглинками, скелетно-мелкоземистыми проллювиальными образованиями, подстилаемые гравийно-галечниковыми отложениями;

II - подгорные пологие аллювиально-проллювиальные равнины со стыками концевых частей конусов выноса, центральные части межгорных депрессий с концевыми частями слившихся конусов выноса. Суглинки, лессовидные суглинки, подстилаемые песчано-гравийными отложениями;

III - субаэральные дельты в предгорной зоне. Представлены суглинками, супесями, переслаиваемыми гравийно-галечниковыми отложениями;

IV - межгорные и предгорные речные долины. С поверхности представлены супесями, суглинками, реже глинами подстилаемыми мощными песчано-гравийными и гравийно-галечниковыми отложениями;

V - равнинные формы рельефа на платформенной части: речные долины, субаэральные дельты, древнеаллювиальные равнины и т.п.

Внутри геоморфологических областей выделяются мелиоративные районы по признаку сложности мелиорации, которая определяется главным образом геофильтрационным строением территории (мощность и проницаемость дренируемых отложений). Выделяются пять категорий сложности (А.А.Рачинский, 1969), обуславливающие состав и количественные показатели мероприятий воздействия на водно-солевой режим почв (табл.2.8).

Таблица 2.8

**Мелиоративные критерии выделения мелиоративных областей в условиях аридной зоны (Рачинский,1969, Якубов и др.,1996)**

Характеристика сложности мелиорации	Естественная дренир, м <sup>3</sup> /га/год	Среднее значение коэффициента активного слоя водообмена, м/сут (при верт. дренаже мощность покрова мелкозема)	Цели и задачи мелиоративного кадастра
	Питание гр.водонапорными подземными водами		
А. Очень простая мелиорация. Дренаж не требуется. Меры по сокращению потерь на фильтрацию и ирригационной эрозии почв.	Весьма интенсивная с подземным стоком 5000	2 - 3	Учет и оценка эффективности системы орошения

Б. Простая мелиорация. Слабо выраженная опасность к худшению при неумеренном орошении. Дренаж не требуется. Меры по сокращению потерь на глубо-кую фильтрацию.	Интенсивная с подземным стоком 3000-5000	0,5 - 1,0	- " -
В. Мелиорация средней сложности. Борьба с засолением или заболачиванием на фоне дренажа	Слабая 1500-3500	0,1-0,3	Учет и оценка эффективности орошения и дренажа мелиоративного состояния земель
Сложная мелиорация, направленная на рассоление почвогрунтов и поддержание оптимального мелиоративного режима	Весьма слабая 1100-1500 0-50 до 1000	0,05-0,1 0,2-0,5 0,05-0,1 (M=25-35)	- " -
Д. Крайне сложная мелиорация. Комплекс мелиоративных мероприятий в большом объеме. Хим.мелиорации, рыхление почв, применение культур освоителей	П- 0 = 0-500 + P = до 3000	0,05-0,1 =35	Учет и оценка эффективности орошения и других мелиоративных мероприятий

Дальнейшая дифференциация мелиоративных районов выполняется, исходя из количественных размеров подземного притока и оттока. Выделяются подрайоны с разностью притока - оттока подземных вод до 1000 м<sup>3</sup>/га в год, 1000-2000 и более 3000 м<sup>3</sup>/га.

Основной признак выделения мелиоративного участка - водопроницаемость почвогрунтов зоны аэрации (механический состав).

Последней таксонометрической единицей принят подучасток с количественными характеристиками засоления почв, КПД оросительной сети (табл.2.9).

Таблица 2.9

**Таксонометрические единицы и показатели схемы мелиоративного районирования в аридной зоне (Рачинский,1969, Якубов и др.,1996)**

Таксонометрическая единица районирования	Отношение к природным комплексам	Районирующий фактор
1. Мелиоративная область	Соответствует геоморфологическим структурам высшего порядка, индивидуальным по структуре региональным балансам	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Специфическая структура водного солевого баланса в целом.</li> <li>2. Общая направленность мелиоративного комплекса</li> </ol>
1- Мелиоративный район	Соответствует интрозональным геоморфологическим структурам: резко выраженные литолого-геологические и гидрологические особенности	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Специфическая структура баланса грунтовых вод с особенностями соотношения притока и оттока подземных вод, питание грунтовых вод напорными водами, выраженные в количественных показателях</li> <li>2. Солевые профили почвогрунтов в пределах зоны активного солеобмена, химический состав и минерализация дренажных вод.</li> <li>3. Проницаемость почвогрунтов</li> <li>4. Характерные типы режима дренажных вод</li> </ol>
1-А-а Мелиоративный подрайон	Источники питания и расходования грунтовых вод, обусловленные техническим уровнем гидромелиоративных систем, составом сельхозкультур, минерализацией поливной воды, влияющих на формирование солевого режима почвогрунтов	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Технический уровень оросительной и дренажной сети, спланированность орошаемых полей.</li> <li>2. Коэффициент использования мелиорируемой площади.</li> <li>3. Уклоны местности</li> <li>4. Качество поливной воды</li> </ol>
1-А-а-1 Мелиоративный участок	Параметры мелиоративного режима на поливном участке во взаимосвязи с природными и ирригационно-хозяйственными условиями, обеспечивающими благоприятный водно-солевой режим почв	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Мехсостав почвогрунтов</li> <li>2. Глубина минерализации и химический состав грунтовых вод в среднем за вегетационный период.</li> <li>3. Техника полива</li> <li>4. Вид сельскохозяйственной культуры</li> </ol>

## ГЛАВА 3

### ***ПРИНЦИПЫ И МЕТОДИКА СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ КАДАСТРА МЕЛИОРАТИВНОГО СОСТОЯНИЯ ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ И ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ГИДРОМЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ***

Составляемый ежегодно с 1980 г. эксплуатационными водохозяйственными службами кадастр мелиоративного состояния орошаемых земель и технического состояния ГМС, содержащий сведения о результатах оценки мелиоративного состояния земель, воде и размерах проводимых на определенных территориях мелиорациях, функционировании и техническом состоянии гидромелиоративных систем, планируемых мероприятиях для обеспечения мелиоративного благополучия имеет большую практическую ценность.

Показателями мелиоративного состояния орошаемых земель (МСОЗ) являются глубины залегания уровня грунтовых вод, их минерализация и засоленность почв. Категории оценки МСОЗ ранжируются следующим образом: хорошее, удовлетворительное, неудовлетворительное по глубине залегания УГВ, по засоленности почв и глубине грунтовых вод одновременно.

Структура кадастра МСОЗ и технического состояния ГМС принципиально отличается от составляемых в настоящее время земельного и водного кадастров тем, что содержит информацию по составу и объемам мероприятий, необходимых для поддержания благоприятного мелиоративного состояния.

Ведение кадастровых работ - один из инструментов текущего управления в отрасли мелиорации и водного хозяйства на различных иерархических уровнях. Вместе с тем при сложившихся за последнее десятилетие и особенно последние годы остром дефиците водных и других материальных ресурсов, ухудшении качества поливной воды, невысокой урожайности сельскохозяйственных культур, экологической катастрофе в регионе, трудностях становления независимого государства с рыночной экономикой отмечаются следующие недостатки при ведении этих работ:

- МСОЗ оценивается путем сопоставления фактических средних глубин УГВ за вегетационный период и степени засоления почв и критерияльными допустимыми значениями. Мелиоративное же благополучие может быть достигнуто в широком диапазоне изменения глубин УГВ при соответствующих сочетаниях оросительных и промывных вод и дренированности (Духовный и др., 1984);
- Факторы, непосредственно воздействующие на мелиоративный процесс, оцениваются только через коэффициент водообеспеченности в целом за вегетационный период, не учитываются минерализация и качество поливной воды, МСОЗ;
- Техническое состояние оросительной сети оценивается только по отдельным показателям путем сравнения с нормативными, которые в на-

стоящее время не имеют научного обоснования и установлены экспертным путем;

- Важнейший показатель - дренированность земель - не определяется и не оценивается вообще. Техническое состояние дренажа определяется визуально;
- Необходимость в капитальных мероприятиях по улучшению технического состояния дренажных систем устанавливается только путем сопоставления фактической глубины с допустимой без анализа причинно-следственных связей;
- Площади орошаемых земель, на которых ГМС нуждаются в переустройстве и реконструкции, также определяются путем сопоставления отдельных показателей технического состояния оросительной и дренажной сети со слабо обоснованными нормативными величинами. Такой подход с фрагментарной оценкой отдельных показателей МСОЗ, технического состояния оросительной и дренажной систем не позволяет правильно оценивать функционирование ГМС в целом. Техническое состояние ГМС обусловлено не только и не столько характеристиками составляющих систему элементов, хотя и они, разумеется, весьма существенны, сколько характеристиками связей между ними;
- Современные методы обоснования эксплуатационных и капитальных мероприятий нацелены на изменение показателей МСОЗ (понижение грунтовых вод, изменение содержания солей в почве и т.д.). Такой подход является борьбой с помощью мелиоративных мероприятий со следствиями, а не причинами, поскольку процессы, вызывающие такие изменения показателей, и факторы в деятельности ГМС, влияющие на процессы, не анализируются (Гофман, 1988);
- Структура и показатели кадастра (рис.10)

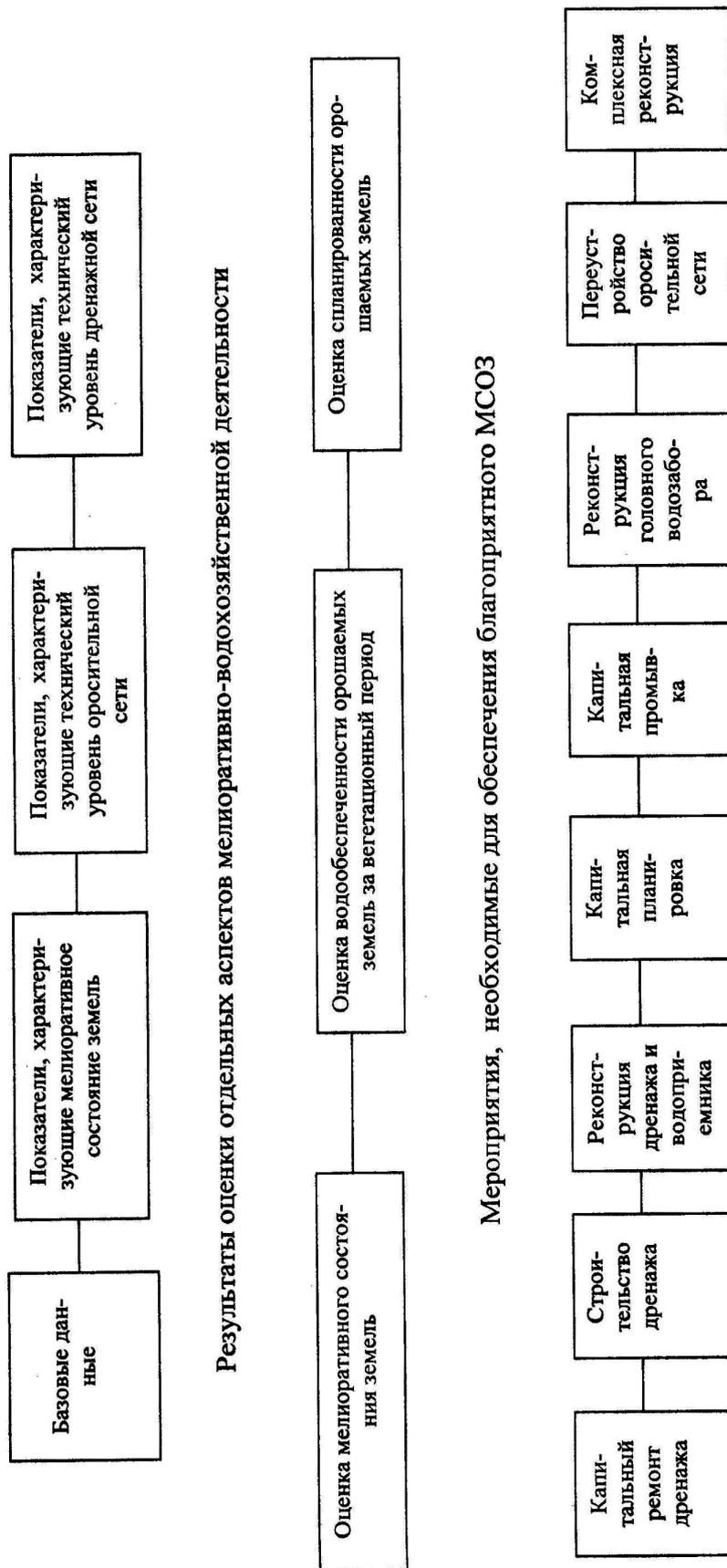


Рис.10. Структура современного кадастра мелиоративного состояния орошаемых земель и технического состояния ГМС

нацелены только на получение высоких урожаев сельскохозяйственных культур, не рассматриваются экономические и социально-экологические аспекты мелиоративной деятельности.

Кадастр – основа для текущего управления водно-солевым режимом на орошаемых землях и функционированием ГМС. Он должен способствовать решению следующих проблем:

- обеспечение благоприятного водно-солевого режима почв и грунтовых вод для получения планируемых высоких урожаев сельхозкультур;
- поддержание необходимой водообеспеченности в течение вегетационного и межвегетационного периодов и соответствующую дренированность земель;
- сведение к минимуму негативных экологических последствий мелиоративной деятельности;
- создание требуемых социально-экономических условий на ГМС при СХП на мелиорируемых землях.

Для решения указанных проблем необходимо проследить и изучать процессы, протекающие на ГМС и прилегающих к ней объектах (земли, водоприемники, источники орошения и приемники дренажных вод). Решая каждую из названных проблем, необходимо устанавливать критерии оценки мелиоративной деятельности, состав и оценочные значения показателей. При этом критериальные величины и состав показателей на ГМС в различных регионах будут отличаться и, кроме того, могут изменяться во времени.

Каждую указанную проблему, на решение которых должна быть нацелена методика ведения кадастра, следует рассматривать как отдельный объект исследования. Для каждого объекта исследования необходимо определить состав показателей, характеризующих его состояние, и выявить воздействие на него функционирования ГМС (водообеспеченности, дренированности, спланированности полей, технического состояния оросительной и дренажной сети, а также режима их работы).

Функционирование оросительно-дренажной системы следует проследить и оценивать с позиций выполнения целевого назначения при решении каждой из указанных проблем, технического состояния и работоспособности отдельных гидротехнических сооружений. При этом необходимо учитывать, что закономерности изменения мелиоративных показателей, мелиоративных воздействий и работоспособности отдельных гидротехнических сооружений различны.

Для того, чтобы иметь цельное представление о функционировании ГМС и роль её отдельных элементов в решении указанных проблем надо рассматривать в единстве природно-агротехническую систему и установить причинно-следственные связи мелиоративного состояния орошаемых земель и прилегающих к ней объектов (земли, водоприемники, источники орошения), с эффектом осуществляемых мелиоративных воздействий (планировки, орошение, промывки, дренированность и др.), функционированием и техническим состоянием ГМС.

### **3.1. Оценка мелиоративного состояния орошаемых земель с учетом направленности изменения показателей**

В качестве основных показателей мелиоративного состояния орошаемых земель предлагаются глубина и минерализация грунтовых вод, засоление почвы и урожайность сельскохозяйственных культур. Ранжировать категории оценок можно, как это принято в "Инструкции ..." / 62 /, на хорошую, удовлетворительную, неудовлетворительную, по глубине залегания грунтовых вод, по засоленности почв, одновременно по глубине грунтовых вод и засоленности почв.

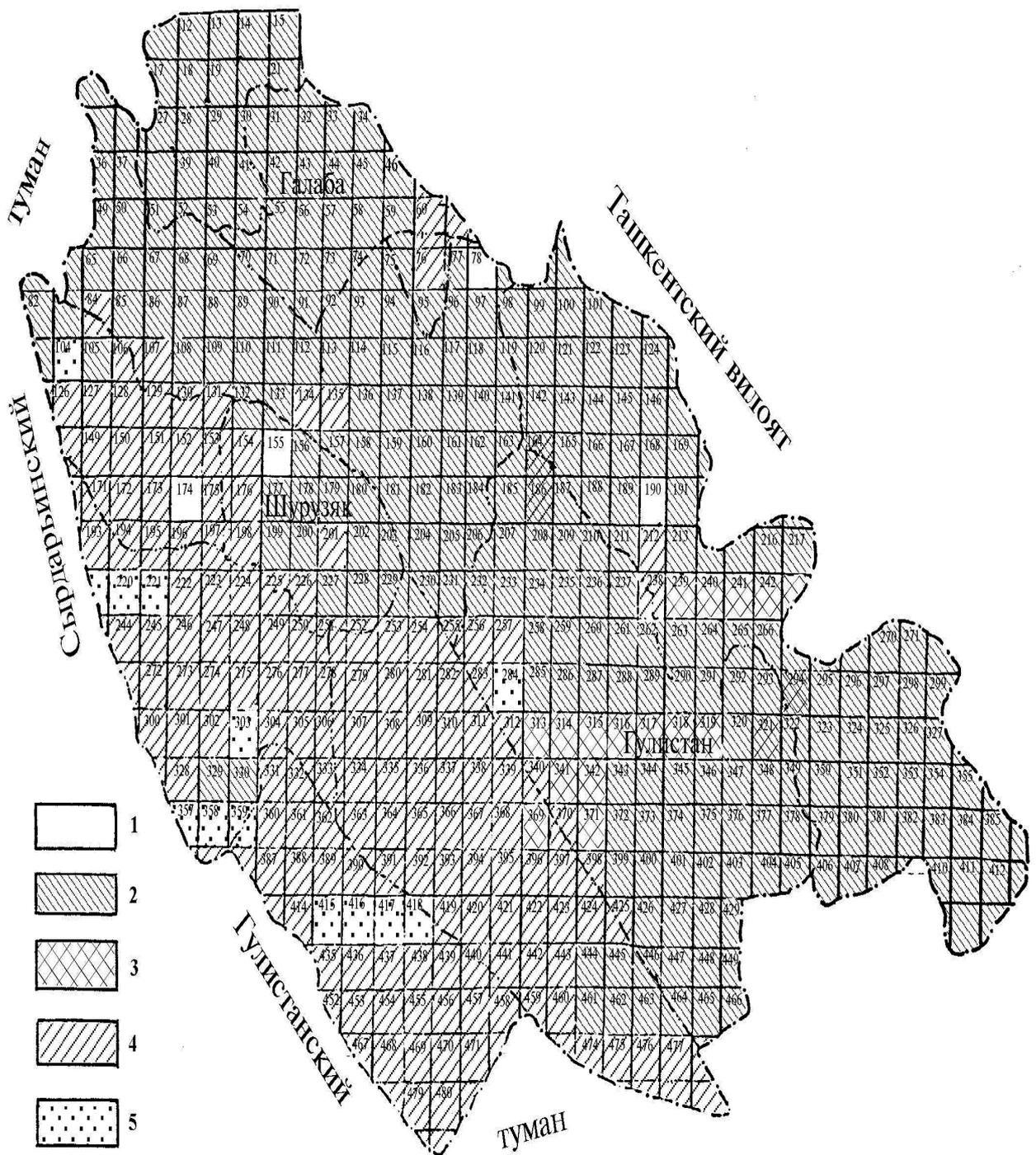
Для этого необходимо проанализировать динамику показателей за последние три-пять лет (Якубов, Икрамов.,1987). Стабильно относящимся к той или иной категории (хорошей, удовлетворительной, неудовлетворительной) следует считать мелиоративный процесс, который в течение рассматриваемого периода удовлетворял критериальным показателям указанных категорий. В случаях, когда мелиоративный процесс по каким-либо показателям не всегда удовлетворял критериям или варьировал, его следует относить к нестабильным.

Урожайность хлопчатника предлагается ранжировать как стабильно высокую (более 30 ц/га), нестабильно высокую 25-30 ц/га), стабильно невысокую (20-25 ц/га) и стабильно низкую (15-20 ц/га). Если земли по глубине УГВ и засолению почвы оцениваются как неустойчиво удовлетворительные, а урожайность как высокая, окончательная оценка МСОЗ принимается как удовлетворительная.

Оценку с анализом направленности изменений показателей МСОЗ можно производить путем разбивки их картограмм на квадраты с размером сторон 2x2 см при масштабе 1:50000. Тенденция изменения показателей в каждой квадратной ячейке устанавливается по их численным значениям за рассматриваемый период в направлении от прошлого к современному (Якубов и др., 1978). Для оценки МСОЗ с учетом направленности изменений показателей составлена программа расчета на ЭВМ.

На площадях со стабильно хорошим и удовлетворительным МСОЗ никаких дополнительных мелиоративных мероприятий можно не предусматривать. Там, где показатели МСОЗ неудовлетворительное, необходимо проведение эксплуатационных мероприятий на ГМС, а где стабильно неудовлетворительные - проведение капитальных мероприятий. На рис. 11. и в табл.3.1. приведены результаты оценки МСОЗ по изложенной методике.

На следующем этапе устанавливаются факторы, формирующие МСОЗ в каждой ячейке. Анализом основных факторов методом последовательного исключения определяются причина и вид мероприятия, которое необходимо выполнить для обеспечения мелиоративного благополучия земель (рис. 11.).



**Рис.10. Пример оценки мелиоративного состояния с учетом направленности и стабильности мелиоративных процессов (Сайханабадский р-н Сырдарьинская обл.).**  
 Мелиоративное состояние земель: 1 – хорошее; 2 – удовлетворительное;  
 Неудовлетворительное по: 3 – УГВ, 4 – засолению, 5 – УГВ и засолению

Таблица 3.1

**Результаты кадастровой оценки МСОЗ Сайхунабадского района с учетом направленности изменения показателей, приведенных на рис.10**

Хозяйство	Валовая площадь, (га)	КЗИ	Орош. площадь (га)	Хорошие	Удовлетворительные	В том числе									Всего
						Не допустим. по УГВ			Не допустим. по засол.			Недопуст.по УГВ и засол			
						Всего	Стабильные	Не стабильные	Всего	Стабильные	Не стабильные	Всего	Стабильные	Не стабильные	
Ш.Рахимова	2241	0,6	1786	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
К.Султанова	2828	0,67	1912	-	1577	-	-	-	268	268	-	67	67	-	335
Галаба	2032	0,8	1631	-	1511	-	-	-	120	60	60	-	-	-	120
А.Темура	3582	0,74	2665	74	2480	-	-	-	111	111	-	-	-	-	111
Бирлашган	1998	0,76	1538	-	1188	-	-	-	342	205	137	-	-	-	342
Г.Гуляма	2040	0,49	1559	-	201	-	-	-	1309	1025	284	49	49	-	7558
Гулистан	6492	0,66	4339	-	2821	594	594	-	858	858	-	66	66	-	518
Узбекистан	3278	0,76	2523	-	-	-	-	-	2177	1751	426	346	136	190	2523
Пахтакор	5573	0,76	4250	-	380	76	-	76	3794	2882	912	-	-	-	3870
Шурузяк	3924	0,71	2986	-	142	-	-	-	2509	1954	355	355	255	100	355
Янгибад	7891	0,63	4991	-	4360	442	316	126	189	157	32	-	-	-	631
МОБ	366	0,95	350	-	64	-	-	-	296	120	176	-	-	-	291
По району	42245	0,72	30342	74	18500	1112	910	202	11773	9391	2382	883	593	290	13768

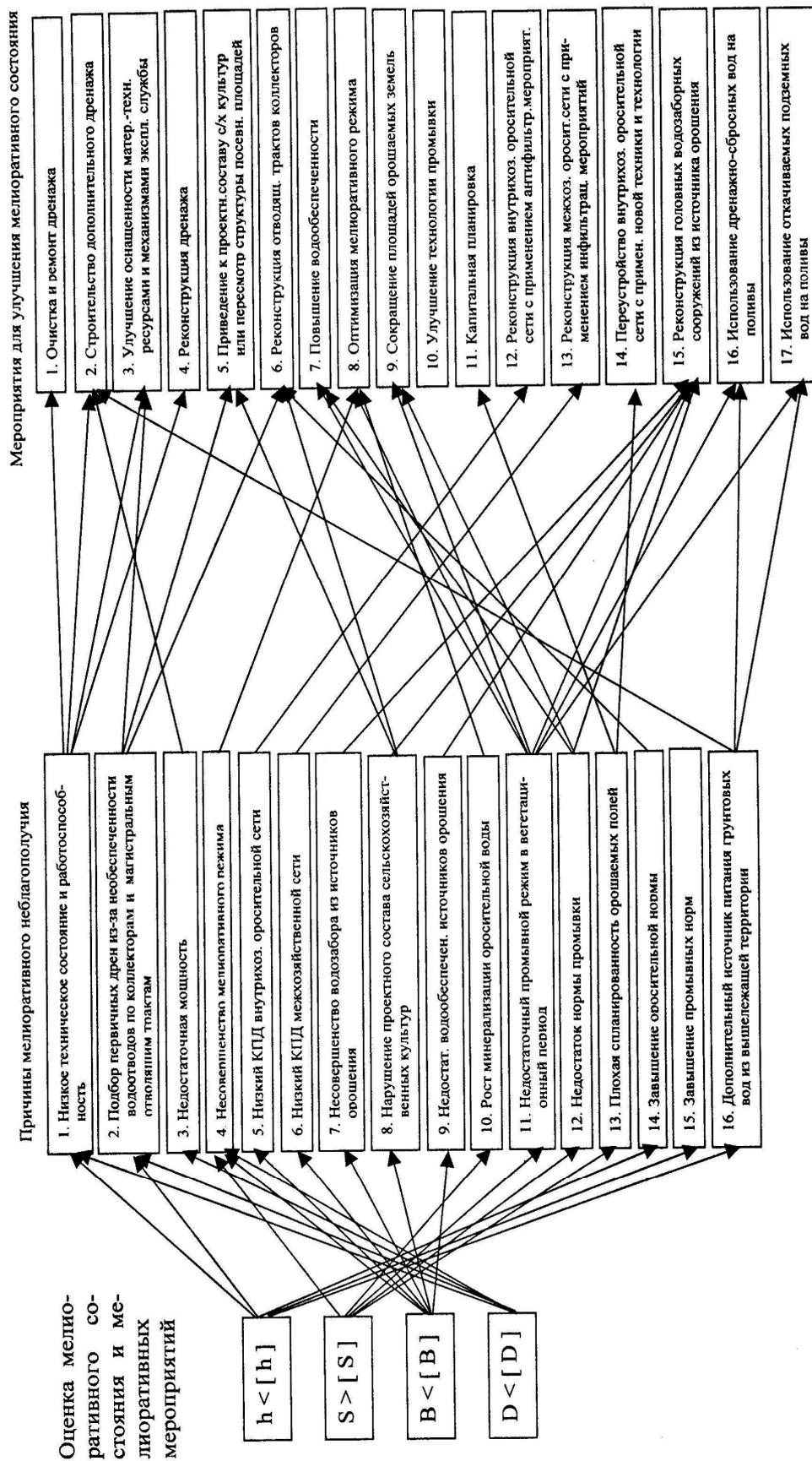


Рис.11. Схема анализа и выбора мероприятий при ведении мелиоративного кадастра

### 3.2. Совершенствование методики ведения кадастра на основе математического моделирования "критических" мелиоративных режимов

Как указывалось ранее, мелиоративное благополучие на конкретных территориях может быть достигнуто в широком диапазоне глубин УГВ при соответствующем сочетании оросительных и промывных норм, дренажности земель.

В качестве критериальной величины принимается существующая для аридной зоны концепция обеспечения незасоленности корнеобитаемого слоя сельскохозяйственных культур в период вегетации (Парфенова, 1984). При ведении кадастра следует оценивать МСОЗ, эффективность мелиорации и выбора мелиоративных мероприятий комплексно, с учетом природно-хозяйственных условий объектов, технического уровня ГМС, направленности и стабильности мелиоративных процессов.

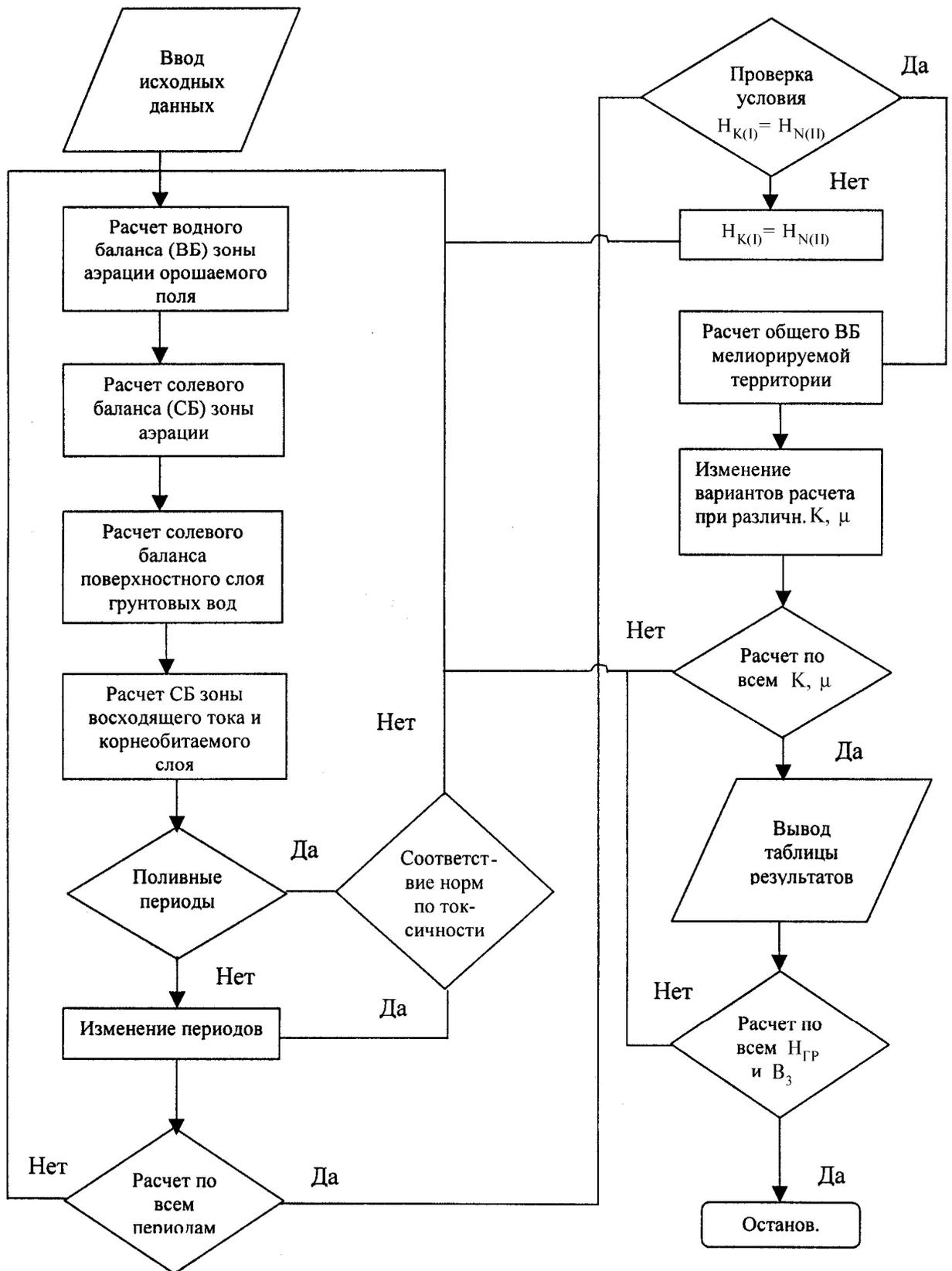
Для указанной комплексной оценки предлагается ввести понятие "критический" мелиоративный режим, параметры которого индивидуальны для конкретных объектов мелиорации. Под "критическим" мелиоративным режимом понимается совокупность воздействий на почву - орошения, промывок, агротехники, дренажа и прочих мероприятий, обеспечивающих высокое плодородие и получение максимальных урожаев при большом интервале глубин УГВ (разумеется ниже корнеобитаемого слоя) и изменении МГВ.

Параметры критического мелиоративного режима конкретных территорий считаются как бы "эталонами". Сопоставляя с ними фактические значения решаем указанные ранее вопросы ведения кадастра МСОЗ. Конечно, наиболее правильно было бы сопоставлять реальные показатели с параметрами оптимальных мелиоративных режимов. Вместе с тем, на практике мы имеем дело с мелиоративными системами самых разнообразных, зачастую неоптимальных параметров. Кроме того, существующие принципы планирования водопользования основаны на "дискретном" гидромодульном районировании: оросительные нормы назначаются для "жестких" интервалов глубин УГВ. В связи с этим решение проблемы в полном объеме в настоящее время не возможно.

Параметры "критических" мелиоративных режимов разрабатываются следующим образом. За основу принимается моделирование мелиоративных процессов и функционирования гидромелиоративных систем на определенной территории методом общих и частных водно-солевых балансов. С учетом динамики мелиоративных процессов и мелиоративных воздействий (нами составлен для Сырдарьинской, Хорезмской областей и Республики Каракалпакстан) разрабатывались и адаптировались балансовые модели, которые соответствовали основным чертам реальных процессов функционирования в характерных природно-хозяйственных условиях. Далее на основе прогнозных общих и частных водно-солевых балансов для сложившейся структуры посевных площадей рассчитывались пара-

метры "критических" мелиоративных режимов при различной минерализации грунтовых вод, КПД оросительной системы, коэффициентах орошения земель, значениях П - О и ирригационных сбросах.

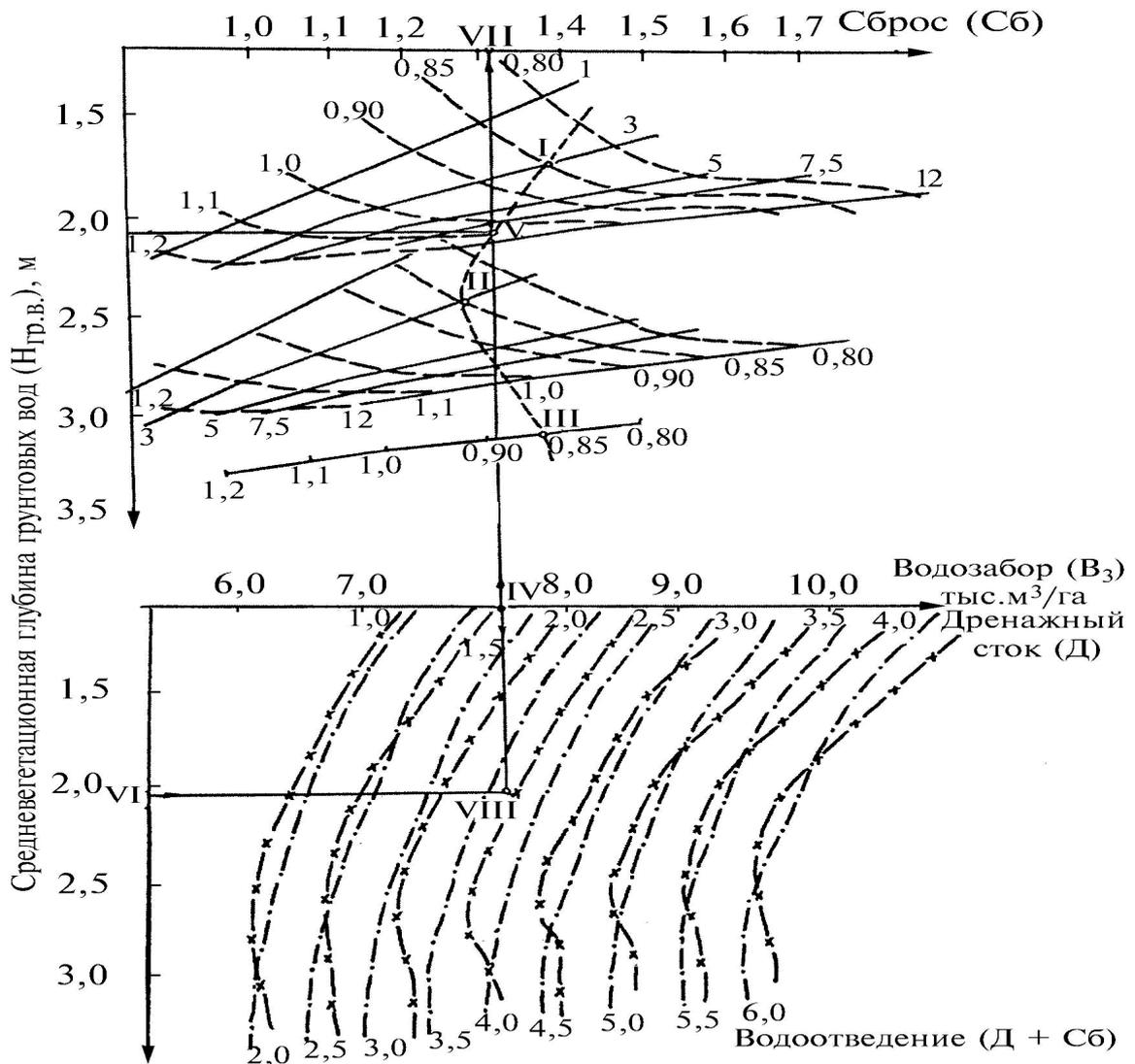
При прогнозировании рассчитываются общий водный баланс мелиорируемой территории, водно-солевой баланс зоны аэрации поливного участка орошаемого поля, солевые балансы зоны аэрации, поверхностного слоя грунтовых вод, зоны восходящего тока и корнеобитаемого слоя. Для выполнения этих сложных и громоздких вычислений разработаны алгоритмы и программы для ПЭВМ класса IBM Икрамовым Р.К. и А.А. Адыловым,(САНИИРИ). Укрупненная блок-схема алгоритма показана на рис.12.



**Рис.12. Укрупненная блок-схема расчета параметров «критических» мелиоративных режимов**

Полученные результаты (массивы значений параметров "критических" мелиоративных режимов на различные случаи) для удобства приме-

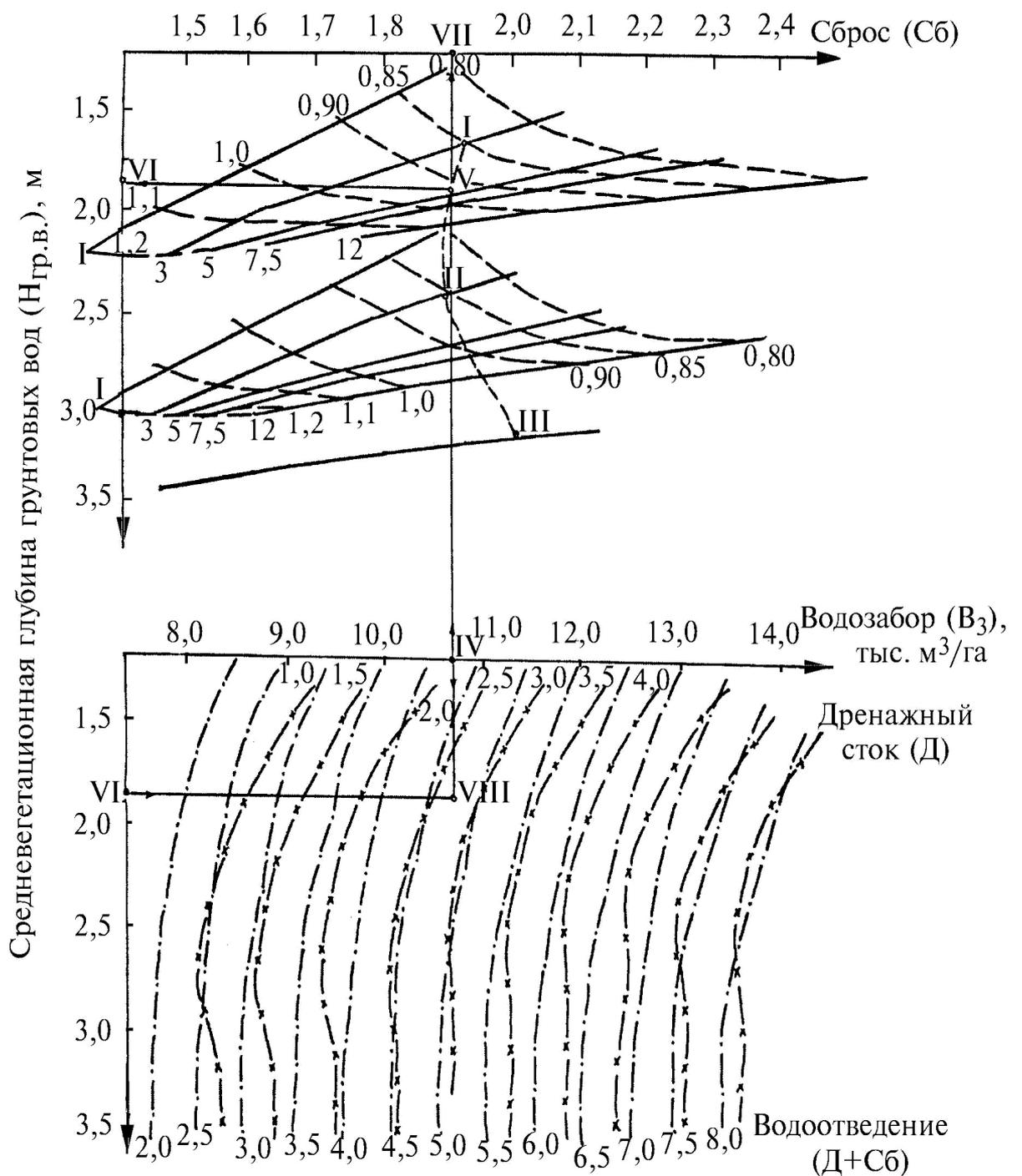
нения в практической работе эксплуатационных водохозяйственных организаций оформляются в виде номограмм (рис.13-16) (Икрамов и др., 1987).



**Рис.13.** Номограмма параметров «критических» мелиоративных режимов за вегетационный период для почвогрунтов легкого механического состава Хорезмской области при подземном притоке, равном нулю (современные условия). Минерализация оросительной воды 1,2 г/л.

1,2; 1,1; 1,0; 0,9; 0,85; 0,80 – линии отношения  $\frac{r}{\alpha_{ор}}$ ;

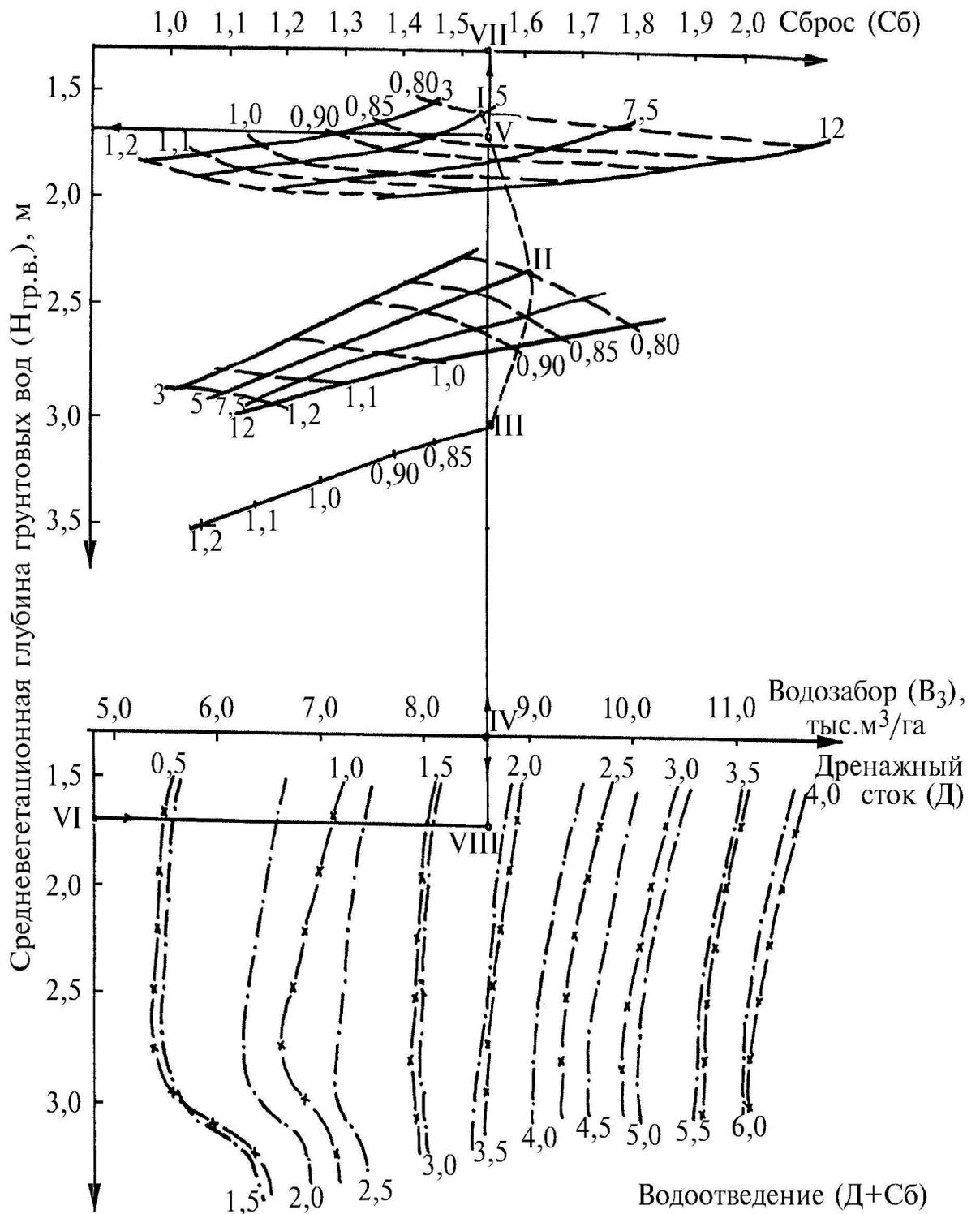
3; 5; 7,5; 12 – минерализации грунтовых вод  $M_{гр}$ , г/л



**Рис. 14.** Номограмма параметров «критических» мелиоративных режимов за год для почвогрунтов легкого механического состава Хорезмской области при подземном притоке, равном нулю (современные условия). Минерализация оросительной воды 1,2 г/л.

1,2; 1,1; 1,0; 0,9; 0,85; 0,80 – линии отношения  $\frac{r}{\alpha_{ор}}$ ;

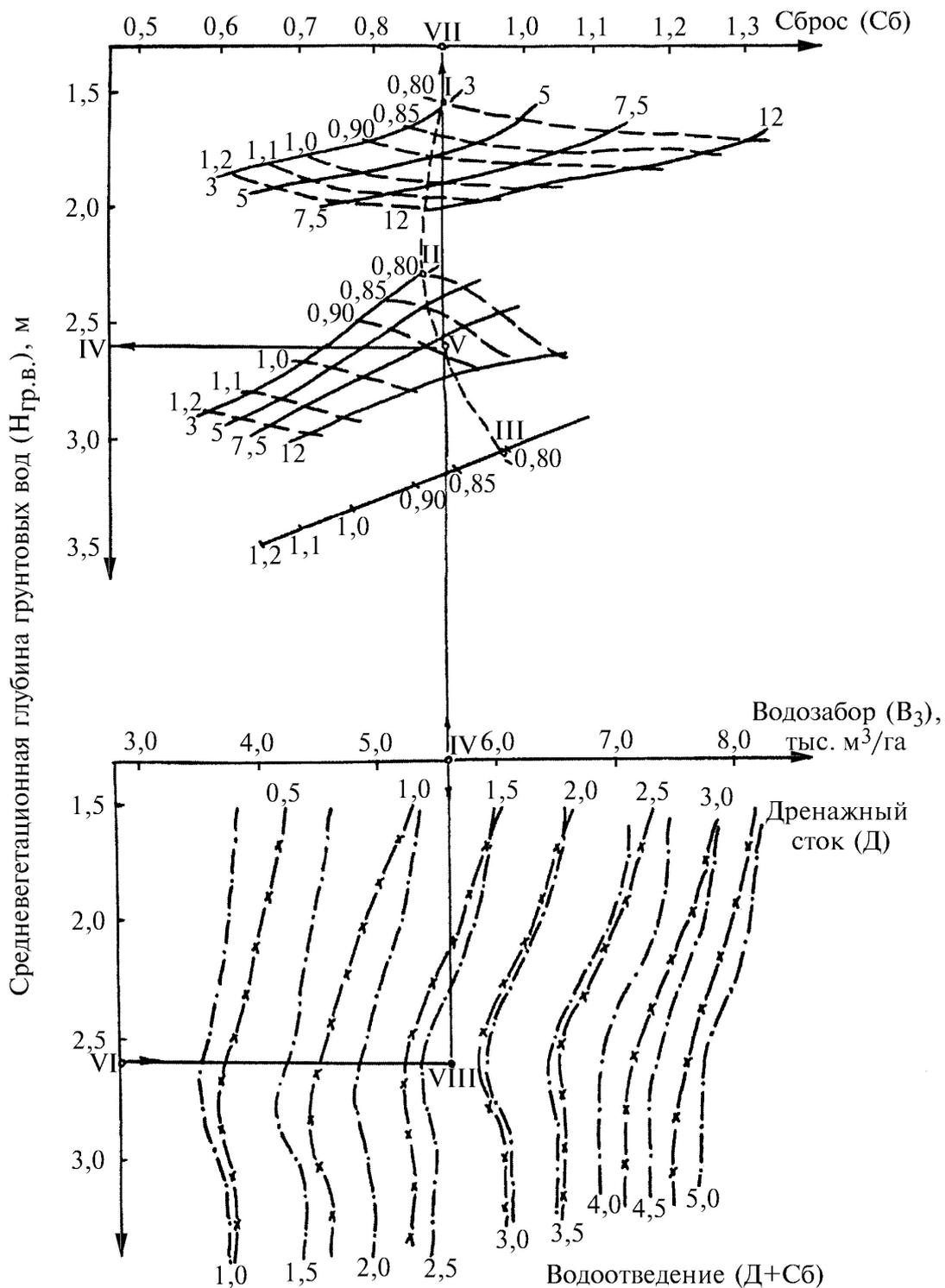
3; 5; 7,5; 12 – минерализации грунтовых вод  $M_{гр}$ , г/л



**Рис.15.** Номограмма параметров «критических» мелиоративных режимов за год для почвогрунтов легкого механического состава Каракалпакстана при подземном притоке, равном нулю (современные условия). Минерализация оросительной воды 1,2 г/л.

1,2; 1,1; 1,0; 0,9; 0,85; 0,80 – линии отношения  $\frac{r}{\alpha_{ор}}$ ;

3; 5; 7,5; 12 – минерализации грунтовых вод  $M_{гр}$ , г/л



**Рис.16.** Номограмма параметров «критических» мелиоративных режимов за вегетационный период для почвогрунтов легкого механического состава Каракалпакстана при подземном притоке, равном нулю (современные условия).

Минерализация оросительной воды 1,2 г/л.

1,2; 1,1; 1,0; 0,9; 0,85; 0,80 – линии отношения  $\frac{r}{\alpha_{op}}$ ;

3; 5; 7,5; 12 – минерализации грунтовых вод  $M_{гр}$ , г/л

При ведении мелиоративного кадастра параметры "критических" мелиоративных режимов используются следующим образом. Исходя из значения планового водозабора в вегетационный период или установленного лимита  $V_3$ , коэффициента полезного действия оросительной системы  $\eta_c$ , коэффициента использования орошаемой площади  $\alpha_{OP}$ , механического состава почвогрунтов, МГВ, минерализации оросительной воды, а также гидромодульного района, к которому относится данный объект, по номограмме определяют средневегетационную глубину  $h_B$ .

Из номограммы годовых значений параметров находят соответствующие значения водоотведения  $D_{КДС}$ , дренажного стока, суммарного сброса  $C$ , а также  $D_{КДС} / V_3$  и  $D / V_3$ .

При анализе динамики изменения показателей и оценке МСОЗ в качестве допустимых глубин УГВ принимаются величины, полученные из номограмм.

Для выявления причинно-следственных связей изменения показателей МСОЗ под влиянием мелиоративных мероприятий, технического состояния работоспособности ГМС, хозяйственных условий и далее выбора мероприятий, способных обеспечить мелиоративное благополучие. Оцениваются размеры этих изменений: фактическая водоподача в вегетационный  $V_3^B$  и невегетационный  $V_3^{III}$  периоды, дренированность земель за год определяются путем сопоставления их с соответствующими параметрами "критических" мелиоративных режимов.

Имея карты показателей МСОЗ с учетом направленности их изменений, а также параметров мелиоративных воздействий, технических характеристик оросительной и дренажной сетей, можем установить по предлагаемой схеме анализа и выбора мероприятий причины мелиоративного неблагополучия и наметить мероприятия по улучшению МСОЗ (см. рис.11). При выборе мероприятий сначала рассматриваются ремонтно-восстановительные работы. В случае, когда они не дают должного эффекта, предусматривается строительство дополнительного дренажа.

Вопрос о необходимости комплексной реконструкции при ведении мелиоративного кадастра может быть решен на основе технико-экономических расчетов с использованием номограмм (см.рис.13-16) и методического подхода, изложенного в работе (Икрамов и др. 1987).

### **3.3. Совершенствование методики оценки водообеспеченности орошаемых земель**

В процессе мелиоративного кадастра важное место занимает оценка водообеспеченности. В современных инструкциях водообеспеченность оценивается в целом за вегетационный период. Научной основой оценки водообеспеченности являются эмпирические зависимости урожайности сельхозкультур от водопотребления в различных природно-климатических районах. Этой проблемой занимались Б.Г.Коваленко, С.Лисогоров,

М.М.Кабаков, Г.И.Горбачева, Д.В.Циприс, Л.Догановская, Ф.А.Муминов, Т.А.Трунова, Г.М.Хасанханова и др.

В условиях дефицита водных ресурсов и низкой продуктивности воды и земли необходимо учитывать водообеспеченность не только за весь вегетационный период, но и его распределение внутри этого периода (т.е. режим орошения с/х культур). Это не делается при ведении кадастра в настоящее время. Правильное распределение воды внутри вегетационного периода (режим орошения) обеспечивает экономию оросительной воды на 15-20 % и повышение урожайности хлопка-сырца на 2-3 ц/га (Хорст, 1989).

Г.М.Хасанхановой получены эмпирические зависимости урожайности хлопчатника от водообеспеченности в период до наступления фазы массового цветения (Хасанханова, 1985).

$$\frac{Y}{Y_{max}} = -0,002 \left( \frac{O_p}{O_{pmax}} \right)^2 + 0,364 \frac{O_p}{O_{pmax}} + 43,6 \quad (3.1)$$

где  $\frac{Y}{Y_{max}}$  - отношение урожайности к ее максимальному значению, %;

$\frac{O_p}{O_{pmax}}$  - отношение оросительной нормы к ее значению при максимальной урожайности, % .

Зависимость для периода цветения - плодообразования описывается уравнением

$$\frac{Y}{Y_{max}} = -0,008 \left( \frac{O_p}{O_{pmax}} \right)^2 + 1,919 \frac{O_p}{O_{pmax}} - 11,77 \quad (3.2)$$

С целью оценки водообеспеченности фактическая водоподача для определенной сельскохозяйственной культуры или массива севооборота сопоставляется с потребной (нормативной) (Беспалов, 1986) соответствующей условиям выращивания максимальных урожаев. При современном дефиците оросительной воды, росте минерализации речной воды, распространении использования дренажно-сбросных вод на поливы площади орошаемых земель следует считать водообеспеченными при условии

$$B_3^{BП} \eta_c + B_{KDC} < K_B^{BП} [O_p]^{CB} \psi^{CB} \quad (3.3)$$

здесь  $B_3^{BП}$  - удельный водозабор за вегетационный период, м<sup>3</sup>/га;  $\eta_c$  - КПД оросительной системы;  $K_B^{BП}$  - коэффициент допустимого снижения средней оросительной нормы, при котором урожайность сельскохозяйственных культур снижается не более, чем на 10 % от максимальной / 62 /. Значение  $K_B^{BП}$  по "Инструкции ..." в среднем за вегетацию составляет 0,80, а по последним проработкам НПО САНИИРИ - 0,83;  $[O_p]^{CB}$  - средневзвешенная норма орошения для фактического состава сельскохозяйственных культур при минерализации оросительной воды до 1 г/л;  $\psi^C$  - средневзвешенное значение поправочного коэффициента увеличения

оросительной нормы, учитывающее рост минерализации поливной воды и МСЗ.

$$[O_p]^{CB} = \frac{O_p^1 f_1 + O_p^2 f_2 + \dots + O_p^n f_n}{\sum_{i=1}^n f_i} \quad (3.4)$$

где  $O_p^1, O_p^2, \dots$  - оросительные нормы конкретных сельскохозяйственных культур в соответствии с гидромодульными районами;  $f_1, f_2, f_3$  - площади под отдельными культурами.

Водообеспеченность внутри вегетационного периода при ведении кадастра МСОЗ предлагается оценивать по ведущей культуре – хлопчатнику. Выражение (3.3) для периода от сева до фазы цветения записываем в виде

$$B_3^U \cdot \eta_C + B_{КВД} < K_B^U [O_p]_C^{CB} \cdot \psi^{CB} \quad (3.5)$$

По исследованиям В.Еременко, фаза цветения хлопчатника 1-30 июля, поэтому в выражении (3.5) размер водоподачи принимается до 1 июля. При допустимом  $\frac{Y}{Y_{max}} = 0,9$  по уравнению (3.1)  $K_B^U = 0,86$

Водообеспеченность для второй половины вегетации (от цветения до плодообразования)

$$B_3^{UP} \eta_C + B_{КВД}^{UP} < K_B^{UP} [O_p]_{UP}^{CB} \psi^{CB} \quad (3.6)$$

Согласно В.Еременко, период от цветения до плодообразования с 1-15 августа / 156 /.

В условиях дефицита водных ресурсов и наличии больших площадей, склонных к засолению, необходимо определить водообеспеченность в межвегетационный период (с ноября по апрель)

$$B_3^{MB} \eta + B_{КДВ} < K_B^{MB} [B]_{MB}^{CC} \psi^{CC} \quad (3.7)$$

Водоподача необходимая в межвегетационный период

$$[B^{MB}] = \sum_{i=S_0}^S \sum_{j=0}^F N_{ij} f_{ij} + \sum_{i=1}^n m_j^{B3} f_j^{B3} \quad (3.8)$$

здесь  $N_{ij}, f_{ij}$  - промывная норма и площадь с  $i$  - й степенью засоленности;  $j$  - м мехсоставом;  $S, S_0$  - исходная и допустимая степени засоления почвы;  $m_j^{B3}$  - норма влагозарядковых поливов для почв с  $i$  - м мехсоставом;  $f_j^{B3}$  - площадь с  $i$  - м мехсоставом, требующая влагозарядкового полива;  $K_B^{MC}$  - коэффициент допустимого снижения водоподачи в межвегетационный период. Определение его является предметом самостоятельных исследований, в настоящее время экспертным путем предлагаем принимать  $K_B^{MB} = 0,90$ .

В табл.3.2. приведена динамика коэффициентов водообеспеченности орошаемых земель за год, вегетационный и невегетационный периоды по крупным массивам орошения Сырдарьинской области.

Таблица 3.2

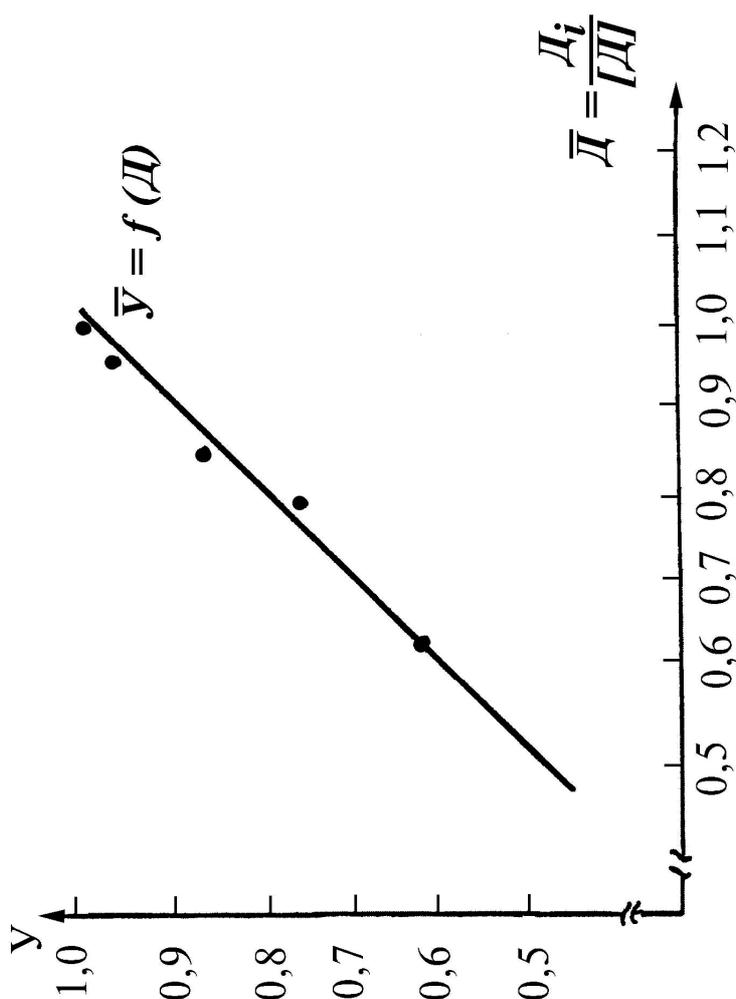
**Динамика коэффициентов водообеспеченности орошаемых  
земель по массивам Сырдарьинской области**

Период	Г о д						
	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992
<b>массив Шурузяк</b>							
Вегетация	0,59	0,89	1,19	1,0	1,0	1,0	1,0
Невегетац.		0,483	0,596	0,651	0,733	0,667	0,604
За год		0,73	0,85	0,85	0,89	0,87	0,85
<b>Пойменный массив</b>							
Вегетация	0,77	1,14	1,28	1,19	1,08	1,14	1,26
Невегетац.		0,45	0,39	0,31	0,19	0,19	0,14
За год		0,94	1,03	0,94	0,86	0,91	0,96
<b>Сардобинский массив</b>							
Вегетация	0,516	0,778	0,853	0,868	0,908	0,900	0,837
Невегетац.		0,302	0,361	0,275	0,499	0,414	0,405
За год		0,57	0,64	0,61	0,75	0,71	0,67
<b>Баяутский массив</b>							
Вегетация	0,930	0,956	1,112	0,952	0,880	0,910	1,032
Невегетац.		0,431	0,524	0,438	0,364	0,416	0,714
За год		0,77	0,91	0,77	0,72	0,75	0,93
<b>Фархадский массив</b>							
Вегетация	0,83	1,0	1,30		1,44	1,54	1,43
Невегетац.	0,18	0,28	0,44		0,77	0,49	0,77
За год	0,57	0,71	0,85		1,17	1,15	1,17
<b>Центральный массив</b>							
Вегетация	0,96	0,89	0,90			0,83	0,81
Невегетац.	0,37	0,50	0,51			0,59	0,35
За год	0,71	0,73	0,74			0,74	0,63
<b>Юго-Восточный первой очереди</b>							
Вегетация	1,0	0,79	0,79		0,82	1,13	0,89
Невегетац.	0,38	0,35	0,45		0,56	0,52	0,33
За год	0,73	0,59	0,63		0,69	0,79	0,68
<b>Юго-Восточный второй очереди</b>							
Вегетация	0,77	0,98			0,74	0,61	0,75
Невегетац.	0,24	0,27	0,36		0,39	0,15	0,22

За год	0,51	0,53			0,56	0,39	0,50
--------	------	------	--	--	------	------	------

### 3.4. Оценка дренированности орошаемых земель

Дренированность земель в аридной зоне - одно из важнейших условий мелиорации. Влияние ее на МСОЗ и урожайность сельскохозяйственных культур изучалось и доказано многими исследователями (Легостаев, 1961; Решеткина, 1960; Аверьянов, 1965; Якубов, 1972; Духовный, 1974; Айдаров, 1974; Голованов, 1975 и др.). Вместе с тем строго выявить влияние только фактора дренированности на урожай, выдержав при этом условия исключения воздействия всех других факторов, за многолетие практически невозможно. Это выполнимо только математическим моделированием. Такую зависимость на основе балансовых математических моделей мелиоративных процессов и эмпирических связей урожая хлопчатника от засоленности почв (Лысогоров, Сухоруков, 1973; Мамиконов, 1981; Духовный, Якубов, 1983; Горбачева, 1986) получили расчетным способом для условий Махтааральского района Голодной степи (рис. 17).



**Рис.17 . Зависимость относительной урожайности от снижения дренированности относительно «критического» значения (на примере Пахтааральского района)**

Практически для оценки искусственной дренированности земель, необходимо прежде всего расчленить фактический сток КДС на составляющие: сбросы ирригационных вод и дренажные грунтовые воды, т.е.

$$D_{\text{КДС}} = D_{\text{Г}} + C_{\text{П}} + C_{\text{Э}} \quad (3.9)$$

В настоящее время при ведении кадастровых работ фактический сток КДС расчленяется на составляющие тремя способами.

Первый основывается на использовании долевых соотношений различных потерь на оросительной системе от головной водоподачи, установленных НПО САНИИРИ (Н.Т.Лактаев). Технологические сбросы с полей при бороздковом поливе определены в зависимости от параметров борозд, уклона местности, проницаемости почв.

Второй способ - гидрохимический. Для территорий, где имеется только горизонтальная коллекторно-дренажная сеть, можно использовать формулу И.А.Енгулатова (1964)

$$C = \frac{D_{\text{КДС}}}{\beta + 1}; \quad \beta = \frac{\mu_{\text{КДС}} - \mu_{\text{ОР}}}{\mu_{\text{Г}} - \mu_{\text{КДС}}}; \quad (3.10)$$

здесь  $\mu_{\text{КДС}}$ ,  $\mu_{\text{ОР}}$ ,  $\mu_{\text{Г}}$  - минерализация соответственно стока КДС (устья), сбросной и грунтовых вод;  $D_{\text{КДС}}$  - сток дренажно-сбросных вод (водоотведение).

Для территорий, где совместно работают горизонтальные и вертикальные дренажи, объем сбросных вод можно определить из следующих уравнений

$$D_{\text{КДС}} = D_{\text{В}} + D_{\text{Г}} + C \quad (3.11)$$

$$\mu_{\text{КДС}} D_{\text{КДС}} = \mu_{\text{В/Д}} D_{\text{В}} + \mu_{\text{Г}} D_{\text{Г}} + \mu_{\text{ОР}} C \quad (3.12)$$

Решая систему уравнений (3.11) и (3.12), получаем

$$C = \frac{D_{\text{КДС}}(\mu_{\text{Г}} - \mu_{\text{КДС}}) - D_{\text{Г}}(\mu_{\text{Г}} - \mu_{\text{КДС}})}{\mu_{\text{Г}} - \mu_{\text{КДС}}} \quad (3.13)$$

Третий способ разработан Куделиным / 60 /. Он базируется на анализе графика колебания уровня грунтовых вод по наблюдательным скважинам и на том, что в октябре-ноябре, в период прекращения водоподачи и незначительных атмосферных осадков, водоотведение по КДС полностью формируется за счет выклинивания грунтовых и подземных вод.

Коэффициент  $K_i$ , определяющий составную часть дренажно-сбросных вод за счет выклинивания в них грунтовых вод в каждом месяце в зависимости от глубины залегания грунтовых вод в октябре-ноябре

$$D_{\text{Г}} = K_i D_{\text{КДС}} \quad (3.14)$$

$$C = D_{\text{КДС}} - D_{\text{Г}} \quad (3.15)$$

Для территорий с вертикальным и открытым горизонтальным дренажом

$$D_{\text{Г}} = (D_{\text{КДС}} - D_{\text{В}}) K_i \quad (3.16)$$

$$C = D_{\text{КДС}} - D_{\text{В}} - D_{\text{Г}} \quad (3.17)$$

здесь  $D_{\text{В}}$  - объем откачек системы вертикального дренажа

$$D_B = \frac{n Q_{CP} t 86,4 КПРС}{F} \quad (3.18)$$

где  $n$  - число скважин в системе;  $q_{CP}$  - средний расход одной скважины, л/с;  $F$  - мелиорируемая площадь;  $КПРС$  - коэффициент полезной

работы СВД

$$КПРС = \frac{T_{\phi}}{T_{эс}} = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_j^T t_{ij}}{T_i * n}$$

(3.19)

где  $t_{ji}$  - время работы "j" i-й скважины.

В табл. 3.3 - 3.4, 3.5 приведены результаты расчетов по расчленению водоотведения на составляющие в соответствии с изложенной методикой (методами Б.И.Куделина, Н.Т.Лактаева, Енгулатова гидрохимическим способом) для условий Гулистанского района Сырдарьинской области.

Таблица

3.3

Расчленение водоотведения Гулистанского района по методу Б.И.Куделина, м<sup>3</sup>/га / %

З о н а	Г о д	Водоотведе- ние	в т о м ч и с л е		
			грунтовая вода	откачиваемые из СВД воды	суммарные сбросы ирригационных вод
Вертикальный дренаж	1986	<u>4182</u> 100	<u>983</u> 23,5	<u>2507</u> 59,0	<u>692</u> 16,5
	1987	<u>5592</u> 100	<u>1090</u> 19,5	<u>2346</u> 42,0	<u>2156</u> 38,5
	1988	<u>665</u> 100	<u>143</u> 31,8	<u>104</u> 66,0	<u>8</u> 2,2
Горизонталь- ный дренаж	1986	<u>3059</u> 100	<u>2518</u> 82,3		<u>541</u> 17,7
	1987	<u>3498</u> 100	<u>3226</u> 92,2		<u>272</u> 7,8
	1988	<u>2445</u> 100	<u>2194</u> 89,7		<u>251</u> 10,3
По району	1986	<u>3719</u> 100	<u>1597</u> 42,9	<u>1477</u> 39,7	<u>645</u> 17,4
	1987	<u>4697</u> 100	<u>1944</u> 41,4	<u>1372</u> 29,2	<u>1381</u> 29,4
	1988	<u>3755</u> 100	<u>1767</u> 47,1	<u>1832</u> 48,8	<u>156</u> 4,1

Таблица 3.4

Расчленение водоотведения Гулистанского района по соотношению районированных величин сбросов по Н.Т.Лактаеву, м<sup>3</sup>/га / %

З о н а	Г о д	Водоотведе- ние	в т о м ч и с л е		
			грунтовая вода	откачиваемые из СВД воды	суммарные сбросы иррига- ционных вод
Вертикальный дренаж	1986	<u>4192</u> 100	<u>1278</u> 30,6	<u>2507</u> 59,0	<u>397</u> 9,5
	1987	<u>5592</u> 100	<u>2479</u> 44,3	<u>2346</u> 42,0	<u>767</u> 13,7
	1988	<u>4665</u> 100	<u>606</u> 13,0	<u>3104</u> 66,5	<u>955</u> 20,5

Горизонтальный дренаж	1986	$\frac{3059}{100}$	$\frac{1752}{57,3}$		$\frac{1307}{42,7}$
	1987	$\frac{3498}{100}$	$\frac{2405}{70,0}$		$\frac{1033}{30,0}$
	1988	$\frac{2445}{100}$	$\frac{1260}{51,0}$		$\frac{1185}{48,5}$
По району	1986	$\frac{3779}{100}$	$\frac{1472}{39,6}$	$\frac{1477}{39,7}$	$\frac{770}{20,7}$
	1987	$\frac{4696}{100}$	$\frac{2449}{52,1}$	$\frac{1372}{20,2}$	$\frac{876}{18,7}$
	1988	$\frac{3755}{100}$	$\frac{874}{23,3}$	$\frac{1832}{48,8}$	$\frac{1049}{27,9}$

Результаты показывают, что количественные соотношения структурных составляющих водоотведения, рассчитанные по методу В.И.Куделина (см.табл. 3.3) заметно отличаются от данных, полученных другими способами. Значения составляющих водоотведения, полученные Н.Т.Лактаевым и гидрохимическим методом близки друг к другу. Это подтверждается материалами полевых исследований "Узгипроводхоза" в хозяйстве Х.Алимджана Гулистанского района (Твердохлебов, Скляр, 1980-81), где поверхностный сброс составил 12,9% от водоподачи или 20 % от отведенной воды.

Дренированность оценивается следующим образом. Базируясь на том, что размер искусственной дренированности зависит, с одной стороны, от нагрузки на дренаж (главным образом от водоподачи сверху), с другой, от технического состояния дренажных сооружений, выделяем два случая.

Первый: водообеспеченность орошаемых земель нормальная, т.е.

$$B_{\phi} = [B] \quad (3.20)$$

Территория считается достаточно дренированной, если

$$D_{\phi} \geq K_d [D] \quad (3.21)$$

где  $K_d$  - коэффициент допустимого снижения дренированности. Его также по аналогии с  $K_B$  можно принять из условия снижения урожайности не более 10 % от максимальной. В соответствии с рис.3.9  $K_d = 0,9$ .

Таблица 3.5

Расчленение водоотведения по Гулистанскому району  
(гидрохимический способ), м<sup>3</sup>/га / %

З о н а	Г о д	Водоотведение	в т о м ч и с л е		
			грунтовая вода	откачиваемые из СВД воды	суммарные воды ирригационных вод
Вертикальный	1986	$\frac{4182}{100}$	$\frac{1430}{34,2}$	$\frac{2507}{59,0}$	$\frac{245}{6,8}$
	1987	$\frac{5592}{100}$	$\frac{2484}{43,7}$	$\frac{2346}{42}$	$\frac{138}{2,5}$

	1988	$\frac{4665}{100}$	$\frac{1425}{30,5}$	$\frac{3104}{66,5}$	$\frac{136}{3,0}$
Горизонтальный дренаж	1986	$\frac{3059}{100}$	$\frac{1389}{45,4}$	-	$\frac{1670}{54,6}$
	1987	$\frac{3498}{100}$	$\frac{1910}{54,6}$	-	$\frac{1588}{45,4}$
	1988	$\frac{2445}{100}$	$\frac{1122}{46,0}$	-	$\frac{1323}{54,0}$
По району	1986	$\frac{3719}{100}$	$\frac{1414}{38,0}$	$\frac{1477}{39,7}$	$\frac{829}{22,3}$
	1987	$\frac{4697}{100}$	$\frac{2254}{48,0}$	$\frac{1372}{29,2}$	$\frac{1071}{22,8}$
	1988	$\frac{3755}{100}$	$\frac{1304}{34,7}$	$\frac{1832}{48,8}$	$\frac{619}{16,5}$

Второй: когда водообеспеченность территории недостаточная

$$B_{\phi} < K_B [B] \quad (3.22)$$

Территория считается дренированной, если

$$K^{\phi} > 0,8 [K] \quad (3.23)$$

здесь 
$$K_d = \frac{D_{CP}}{[D]} \quad (3.24)$$

Итак, составляемый ежегодно как инструмент текущего управления кадастр МСОЗ и технического состояния ГМС имеет следующие принципиальные недостатки:

- показатели МСОЗ и техническое состояние ГМС оценивается не в полном объеме, самое главное, фрагментарно, без взаимной увязки;
- эксплуатационные и капитальные мероприятия по улучшению МСОЗ и технического состояния ГМС нацелены на изменение показателей. Такой подход является борьбой со следствиями, а не причинами поскольку процессы, вызывающие изменения показателей, и факторы в деятельности ГМС, влияющие на процессы, не анализируются.

В условиях современного дефицита водных ресурсов, экологической катастрофы бассейна Аральского моря кадастр должен обеспечивать информацию для создания условий:

- благоприятного для выращивания высоких урожаев сельхозкультур водно-солевой режим почв и грунтовых вод;
- необходимой водоподачи в течение вегетационного и невегетационного периодов и соответствующей дренированности для получения стабильных урожаев и поддержания благоприятного МСОЗ;
- высокого технического уровня и работоспособности оросительных и дренажных систем, отвечающие требуемому мелиоративному режиму;
- минимальных отрицательных экологических последствий от мелиоративной деятельности;
- требуемых социально-экономических условий на ГМС при сельхозпроизводстве на мелиорируемых землях.

Каждую из указанных проблем, на решение которых должна быть нацелена методика ведения кадастра, следует рассматривать как отдельный объект исследования. Для каждого объекта должны быть установлены состав показателей, характеризующих его состояние, критерии их оценки и потребные мероприятия на ГМС (водообеспеченность, дренированность, спланированность полей, техническое состояние оросительной и дренажной сетей, режим их работы).

Для более точной характеристики состояния объекта исследования следует оценивать стабильность или нестабильность изменения его показателей.

При ведении кадастра для учета природно-мелиоративных и ирригационно-хозяйственных условий территории можно использовать параметры "критических" мелиоративных режимов, которые соответствуют условиям получения рациональных урожаев сельхозкультур при каждом конкретном сочетании мелиоративно-водохозяйственных факторов.

Для более обоснованного управления водно-солевыми режимами орошаемых земель следует оценивать водообеспеченность во внутривегетационный и меж- вегетационный периоды, а также учитывать качество оросительной воды. Оценка водообеспеченности в вегетационный период производится по характерным фазам развития ведущей сельскохозяйственной культуры. Так для хлопчатника: первая - до наступления фазы массового цветения; вторая - цветение - плодообразование. Нами приведены выше расчетные зависимости для оценки водообеспеченности, и установлены коэффициенты допустимого снижения оросительной нормы.

Для оценки дренированности орошаемых земель необходимо рассчитать сток коллекторно-дренажных вод на составляющие. Получены расчетные уравнения для оценки дренированности для случаев достаточной и недостаточной водообеспеченности орошаемых земель.

## ГЛАВА 4

### МЕТОДИКА ОБОСНОВАНИЯ РЕМОНТНО-ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ НА ДРЕНАЖНЫХ СИСТЕМАХ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИХ УПРАВЛЕНИЕ ВОДНО-СОЛЕВЫМ РЕЖИМОМ ПОЧВ В ОПТИМАЛЬНЫХ ПРЕДЕЛАХ

Сроки и объемы ремонтно-эксплуатационных мероприятий в современных условиях назначаются в соответствии с результатами мелиоративного мониторинга и существующими нормативными документами устанавливающими допустимую мощность и объем (на единицу длины) заиления открытых дрен. Для вертикального дренажа установлены сроки межремонтных периодов, причем эти нормативы разработаны для европейской части СНГ. Данные нормативы не удовлетворяют требованиям

практики. Отсутствует эффективная методика прогноза снижения работоспособности дренажных систем. Последние не позволяют эффективно планировать ремонтно-восстановительные работы и оптимально использовать с этой целью имеющиеся машины и механизмы.

Принципиальные положения предлагаемого подхода обоснования ремонтно-эксплуатационных работ на мелиоративных системах основываются на недопущении ухудшения МСОЗ и ущерба урожая с учетом:

- закономерностей отказов и снижения работоспособности дренажных систем в период их эксплуатации;
- влияния снижения работоспособности дренажа на МСОЗ и урожайность сельскохозяйственных культур;
- природно-хозяйственных особенностей объекта;
- технико-экономической целесообразности.

Надежная работа дренажных систем в процессе эксплуатации обеспечивается за счет проведения профилактических ремонтов с учетом характера снижения их работоспособности и усиливающих их факторов.

По ГОСТу 27.02.83 работоспособность - состояние объекта, при котором значения всех параметров, характеризующих способность выполнять заданные функции, соответствуют требованиям нормативно-технической и конструктивной документации / 31 /.

Одним из главных условий обеспечения требуемого водно-солевого режима почвогрунтов является надежная работа дренажных систем.

Создание надежных систем, сооружений, оборудования служит предметом рассмотрения теории надежности. В её основе лежат теоретико-вероятностные соображения. Так как внешнее условие эксплуатации и внутренние параметры системы носят случайный характер, отказ обычно трактуется как случайное событие, а надежность - как вероятностная характеристика системы. Поэтому надежность дренажных систем может быть правильно описана и рассчитана с помощью методов теории вероятностей и теории случайных процессов.

Эксплуатационная надежность - это свойство объекта выполнять заданные функции, сохраняя во времени значения установленных эксплуатационных показателей в заданных пределах в любой момент эксплуатации.

В настоящее время выполнены работы, освещающие вопросы надежности каналов, закрытого горизонтального и вертикального дренажа. Надежность работы открытого горизонтального дренажа изучена недостаточно.

Под эксплуатационной надежностью дренажных систем следует понимать поддержание таких технических и эксплуатационных параметров, сохранение которых во времени обеспечивает оптимальный мелиоративный режим на функционирующих ГМС. Эксплуатационную надежность дренажных систем нельзя рассматривать в отрыве от водообеспеченности и качества поливной воды. В современных условиях (девяностые годы)

Центральной Азии, в связи с острым дефицитом оросительной воды, установленными лимитами на нее целевая функция дренажа (дренирование необходимых объемов фильтрационных и инфильтрационных вод) может осуществляться при других его основных параметрах, отличающихся от проектных или расчетных соответствующих оптимальному мелиоративному режиму. Поэтому под эксплуатационной надежностью дренажных систем в процессе эксплуатации понимается поддержание такого технического уровня системы (значений основных технических параметров) при котором при определенной водообеспеченности создается наибольший мелиоративный эффект дренажных систем. Указанные обстоятельства обуславливают иной подход и решения рассматриваемой задачи на основе анализа фактических мелиоративных процессов, технического состояния ГМС и отказов дренажных систем.

Отказы являются одним из основных понятий теории надежности. Отказом называется явление, после которого наступает одно из недопустимых предельных состояний - это событие, при котором система полностью или частично утрачивает работоспособность.

Отказы бывают постепенные и внезапные. Постепенные отказы дренажа - результат медленного воздействия различных факторов, по истечении какого-либо отрезка времени медленно снижается дренированность и через определенный период происходит ущерб урожаю.

При внезапных отказах - в результате поломки погружного электронасоса, трансформатора и др. на скважинах вертикального дренажа, установки перемычек, обрушения откосов на открытой КДС прекращается дренирование определенной части орошаемой территории.

Отказы в различных гидрогеолого-почвенно-мелиоративных условиях происходит по разному.

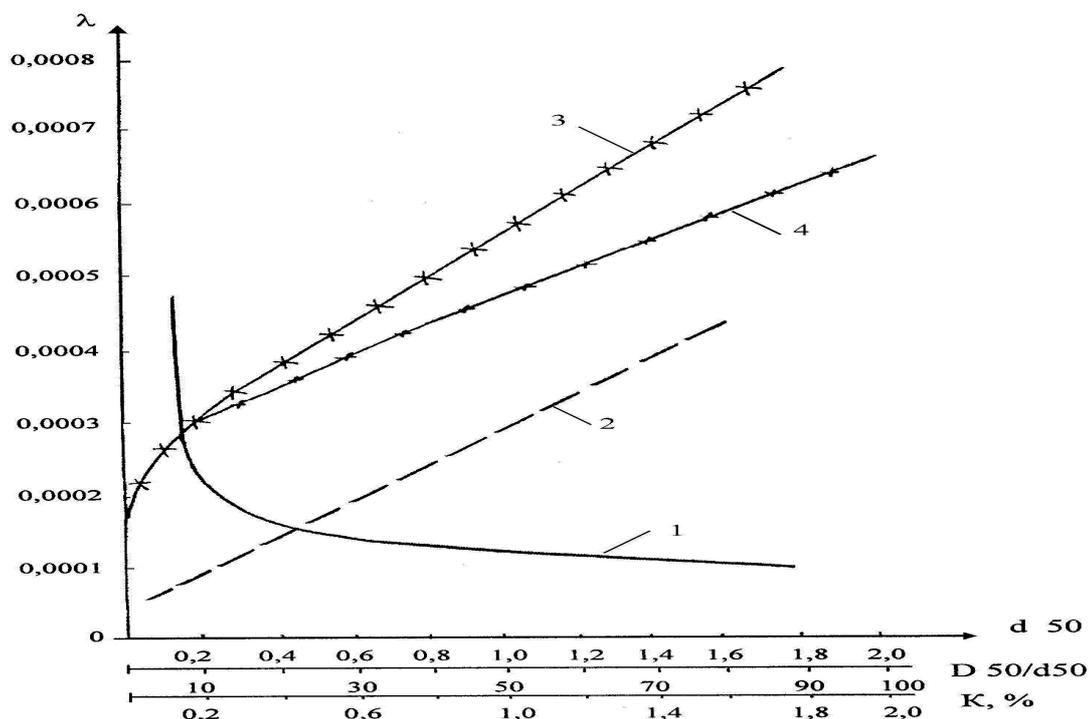
#### 4.1 Закономерность снижения работоспособности вертикального и открытого горизонтального дренажа

В Средней Азии и Южном Казахстане построены и эксплуатируются крупные системы вертикального дренажа, в каждую из которых входит от 200 - 250 до 800 скважин. Всего в регионе эксплуатируются более 7 тыс. скважин. Площадь, охваченная ими составляет более 700-760 тыс.га. В результате действия вертикального дренажа на этих землях наблюдается устойчивый процесс рассоления почвогрунтов и грунтовых вод при минимальных затратах оросительной воды. В связи с этим урожай хлопчатника составил 26-40 ц/га.

Однако в последние годы отмечается низкий уровень эксплуатации большинства скважин СВД.

Технология строительства скважин вертикального дренажа часто нарушается (главным образом за счет применения неконденционного фракционного состава гравийной обсыпки), что вызывает их пескование. В результате этого наблюдаются большое количество отказов насосно-

силового оборудования, заилиение ствола скважин, осложняется эксплуатация систем и, в конечном счете, снижается дренированность территории. На основании обобщения многолетних исследований САНИИРИ в различных природно-хозяйственных условиях Центральной Азии получены эмпирические зависимости интенсивности отказов элементов скважин вертикального дренажа. Зависимость интенсивности отказов электронасосов в различных грунтах каптируемого горизонта приведена на рис. 18.



**Рис.18 . Зависимость интенсивности отказов электронасосов от литологии, состава гравийной обсыпки и пескования скважин в момент пуска: 1 – d 50; 2 – D 50 /d 50; 3 – d 50 < 0,2; 4 – d 50 > 0,2; K – пескование (Якубов, Зайнутдинова, 1987).**

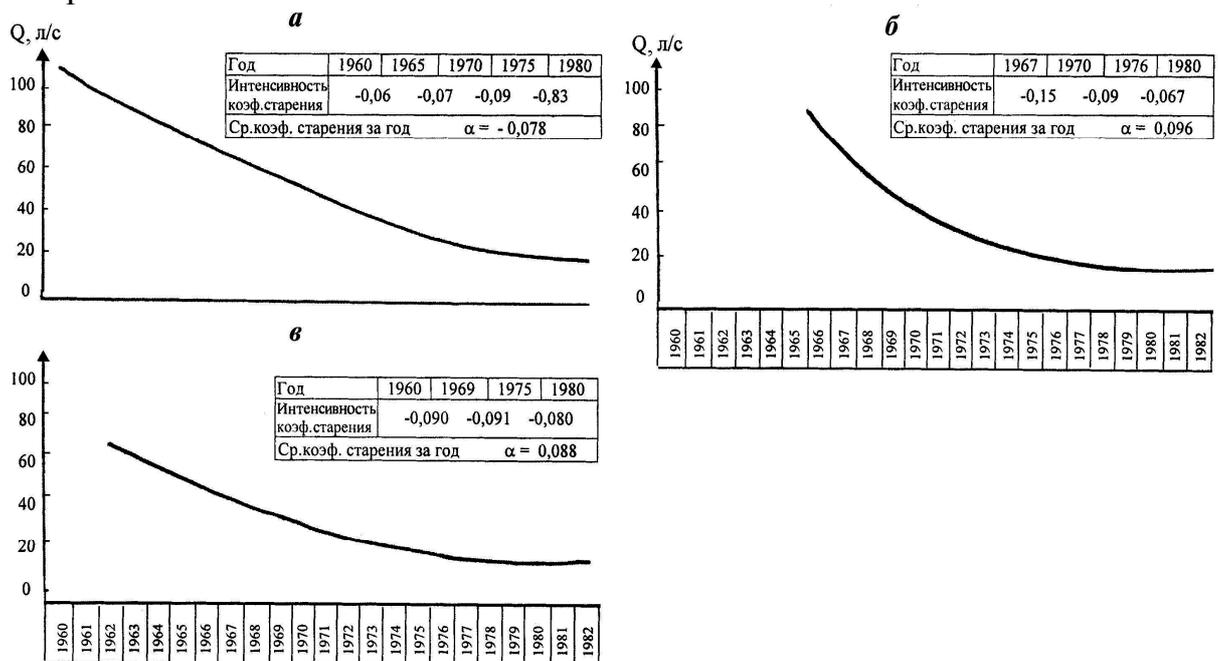
Интенсивность отказов станций управления, согласно исследованиям САНИИРИ, составляет 0,00015 /час. Интенсивность отказов отводящей сети обусловленные заилиением ее песчано-глинистыми отложениями, содержащимися в откачиваемой воде определяется по методике В.А.Скрыльникова.

Опыт эксплуатации показывает закономерность снижения дебита также и на непескующихся скважинах. Это объясняется физико-химической коагуляцией фильтров, выполненных из металлических труб. Снижение дебита, как показали исследования Х.И.Якубова и Т.Джалиловой, происходит по экспоненциальному закону, установленному ранее для гумидной зоны.

$$q_t = q_0 e^{-\bar{\beta} t} \quad (4.1)$$

здесь  $q_t$  - фактический удельный дебит скважины в данный момент времени, л/с м;  $q_0$  - удельный дебит скважины в начальный период эксплуатации, л/с м;  $\bar{\beta}$  - коэффициент "старения" скважины;  $t$  - продолжительность работы скважины, лет.

В зависимости от степени минерализации подземных вод процессы кольматации фильтра и прифильтровой зоны скважин проходят по-разному. В районах, где минерализация подземных вод меньше 2-3 г/л, отмечается карбонатизация фильтра (отложение карбоната кальция), больше 5 г/л - коррозионное разрушение. Как свидетельствуют данные мелиоративного мониторинга на скважинах с минерализацией откачиваемых вод 2-5 г/л в прифильтровых зонах наблюдаются смешанные процессы - карбонатизации и коррозионного разрушения. Самая высокая интенсивность снижения дебита на скважинах, где смешанные процессы кольматации в прифильтровой зоне, самая меньшая - при коррозионных явлениях. Как видно из рис.19, за 10-15 лет скважины практически выходят из строя.



**Рис.19. Изменение дебита скважин в процессе физико-химического кольматажа в зависимости от продолжительности их работы при: а – карбонатизации; б – коррозионных явлениях; в – смешанных процессах (Якубов, Джалилова, 1983)**

Ухудшение работоспособности скважин с увеличением срока их службы приводит к снижению дренированности территории и, как следствие, к подъему уровня грунтовых вод, реставрации засоления почв. Для предотвращения ухудшения мелиоративного состояния земель необходим комплекс восстановительных мероприятий, разработанных на основе ме-

лиоративного мониторинга, кадастра и прогноза водно-солевого режима почв с учетом снижения дебита скважин.

В настоящее время в Узбекистане из 4150 тыс.га орошаемых земель обеспечено дренажем 67 %, из них 1771 тыс.га дренируется открытым дренажем, что составляет 63,6 % искусственно дренированных земель. Общая протяженность коллекторно-дренажной сети 1248550 км. из них открытого дренажа - 891674 км, или 72 %.

Поддержание коллекторно-дренажной сети в рабочем состоянии - основные условия обеспечения дренированности как на землях, где применяется горизонтальный дренаж, так и при совместной работе этого вида дренажа с другими. Анализ технического состояния коллекторно-дренажной сети и показателей МСОЗ в хозяйствах Сырдарьинской области показал, что по мере ухудшения их технического состояния увеличиваются площади средне- и сильнозасоленных земель, а также земель с недопустимо высоким уровнем грунтовых вод, что в итоге влияет на урожайность сельскохозяйственных культур (табл.4.2).

Таблица 4.2

Влияние технического состояния КДС на показатели МСОЗ и урожайность хлопчатника в хозяйствах Сырдарьинской области (Гаипназаров, 1985 г)

Группа хоз-в с удовлетворит. техн. состоянием КДС, % к общей протяжен.	Количество хозяйств	Площади средне и сильнозасоленных земель, % к общей орошаемой площади	Площади с недопустимым УГВ, % к общей площади орошаемых земель	Средняя урожайность хлопчатника, ц/га
80 - 100	5	10	20	25
60 - 80	25	18	21	19,5 *
50 - 60	8	18	28	25 *
50	4	35	49	23,8 *

Примечание: \* - хозяйства с высокой урожайностью при близких пресных грунтовых водах

Вместе с тем работоспособность открытой КДС зависит также от многих природно-хозяйственных и организационно-технических факторов (рис.20).

Г.З.Чахвадзе (1957, 1960), В.С.Истомина (1975), Л.Н.Джигоев, Э.И.Балахишвили (1984) отмечали, что устойчивость каналов ороситель-

ной и дренажной сети зависит от строения почвогрунтовых профилей, механического состава и содержания в них гипса.

Результаты инструментальных наблюдений за изменением работоспособности (уменьшение глубины и площади поперечного сечения) дрен, собирателей, коллекторов, проложенных в различных типах почвогрунтов, показали, что заиливание их во всех грунтовых профилях интенсивнее в первые год после очистки.

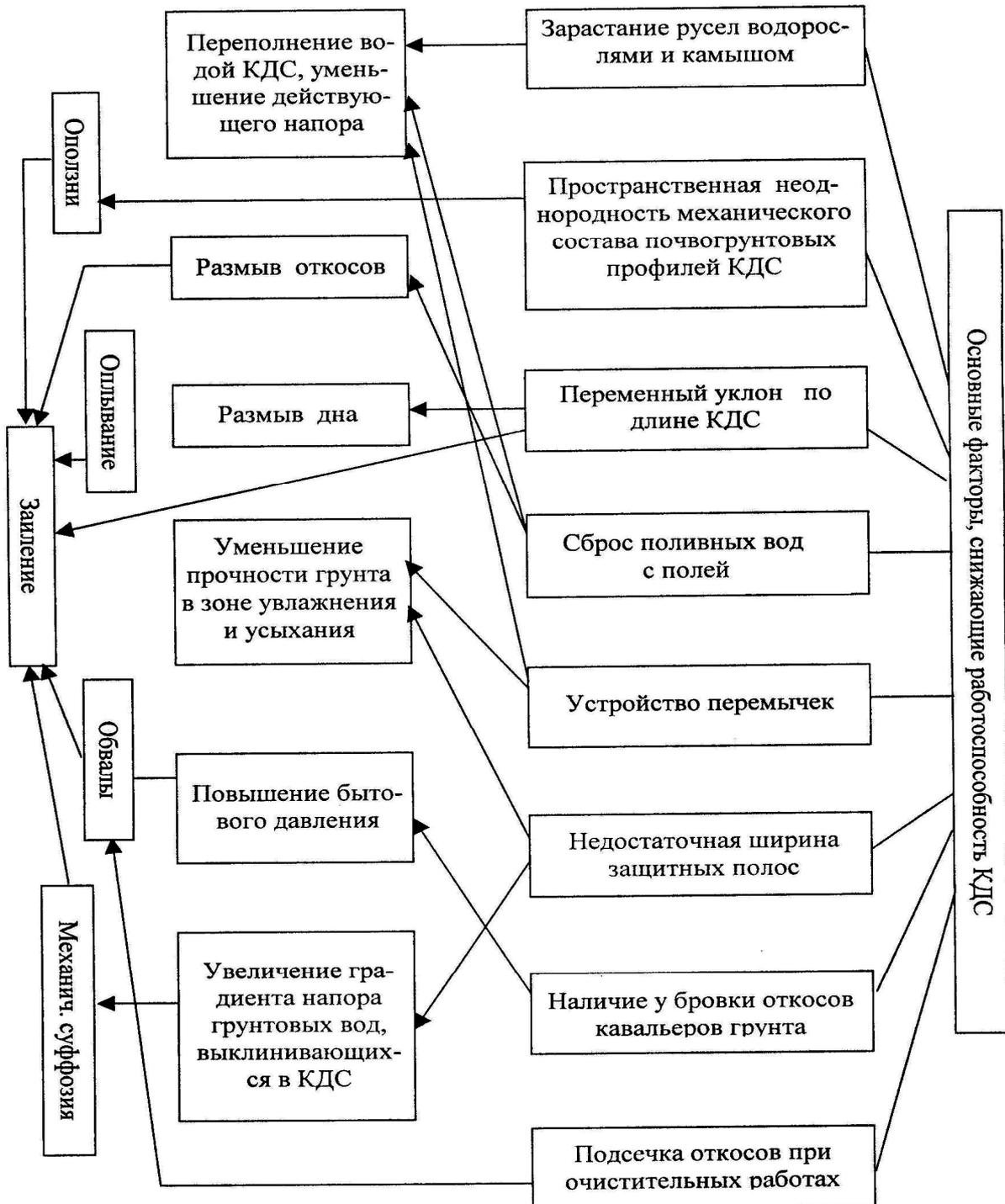


Рис.20. Схема взаимосвязи факторов, снижающих работоспособность КДС.

Количественно в коллекторах больше, чем в дренах и легких грунтах больше, чем в тяжелых (рис.21-26). В последующие годы интенсивность заиления замедляется.

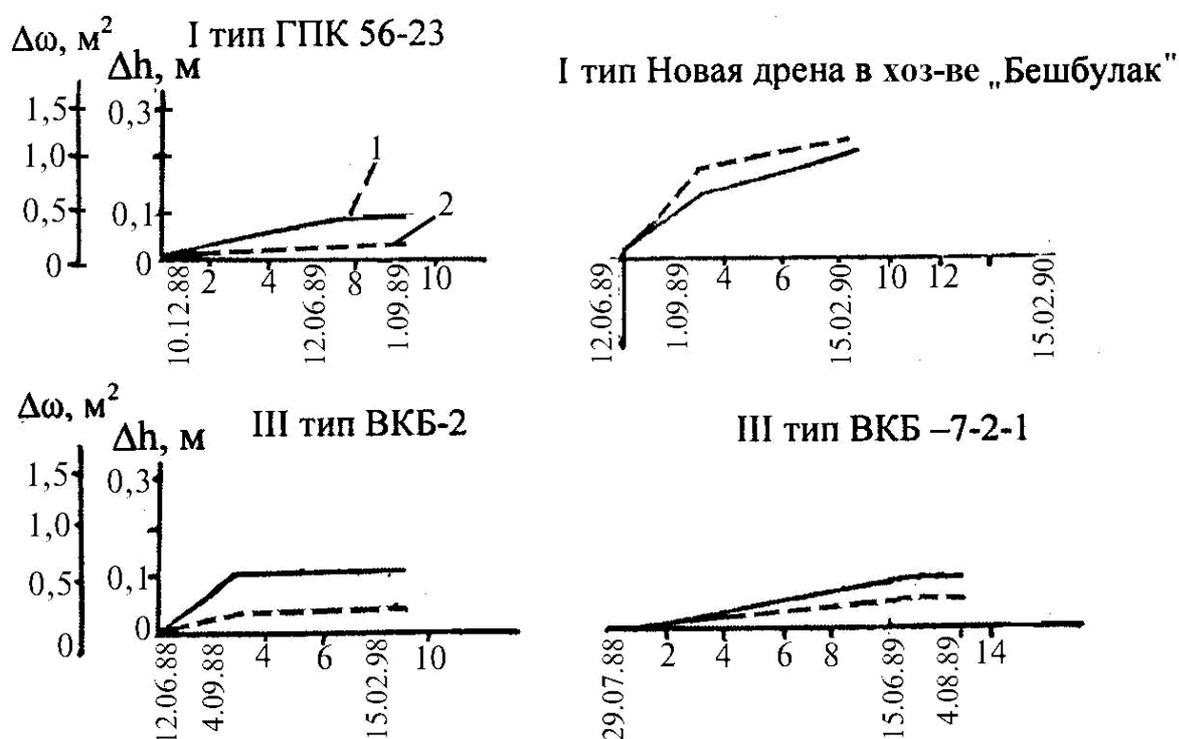


Рис.21. Интенсивность заиления дрена (Гаипназаров, 1987 г). 1 – толщина  $h$ , м; 2 – площадь  $\Delta\omega$ ,  $m^2$ .

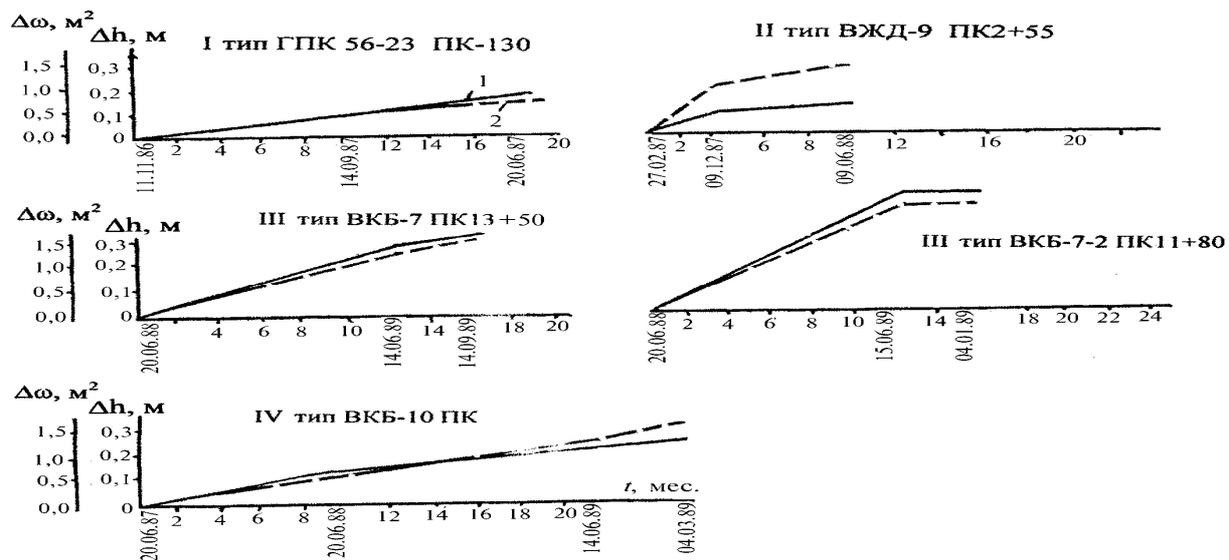
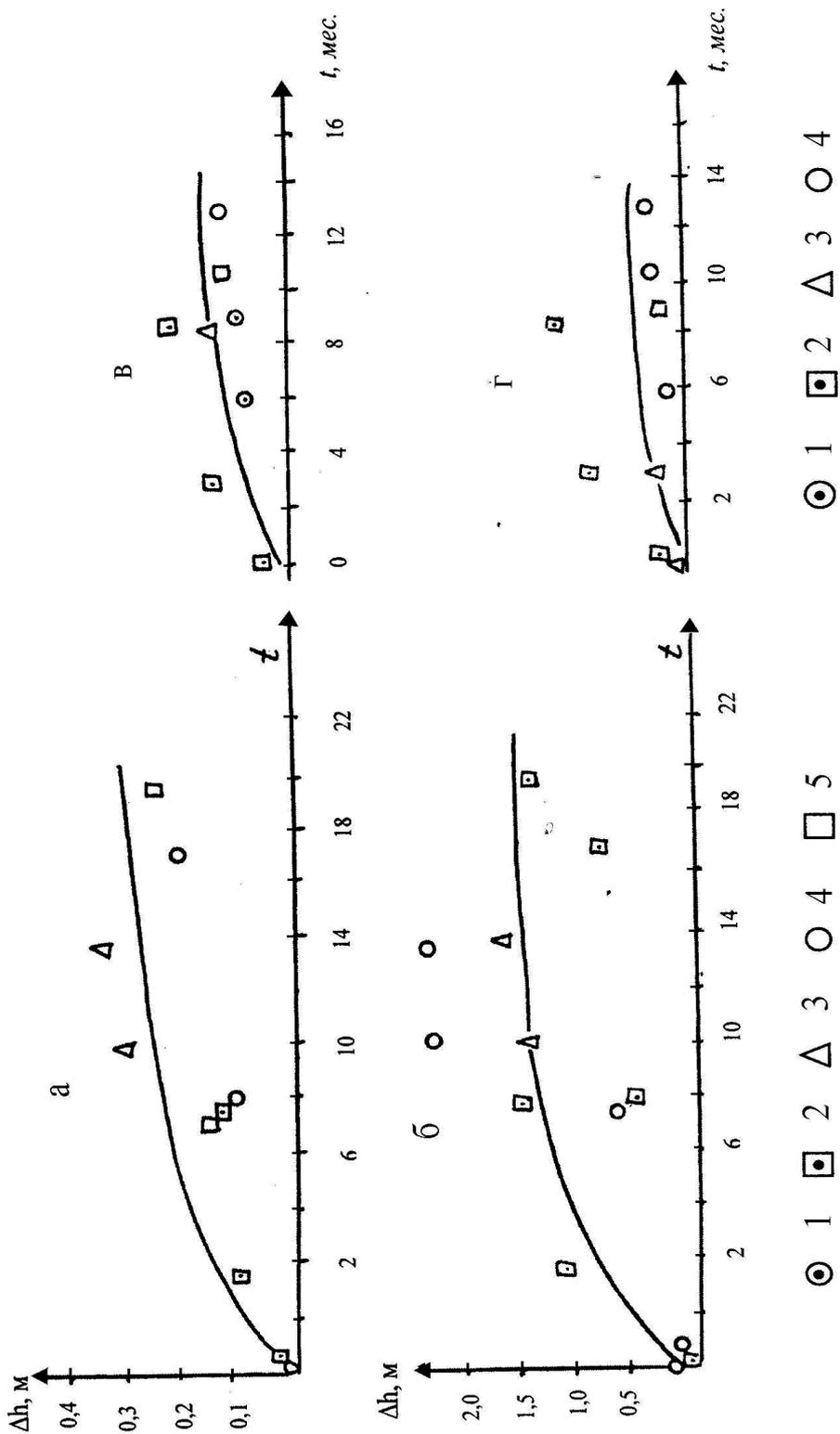


Рис.22. Интенсивность заиления коллекторов (Гаипназаров, 1987 г).

1 – толщина  $h$ , м;  
 2 – площадь  $\Delta\omega$ ,  $m^2$ .



**Рис.23. Интенсивность заиления коллекторов и дрен (Гаипназаров, 1987г.)** а,б – коллекторов: 1 – ГПК-56, 2 – ВЖД-9, 3 – ВКБ-7, 4 – ВКБ-7-2, 5 – ВКБ-10; в, г – дрен: 1 – ГПК-56-23, 2 – Новая дрена, 3 – ВКБ-21; 4 – ВКБ-7-21

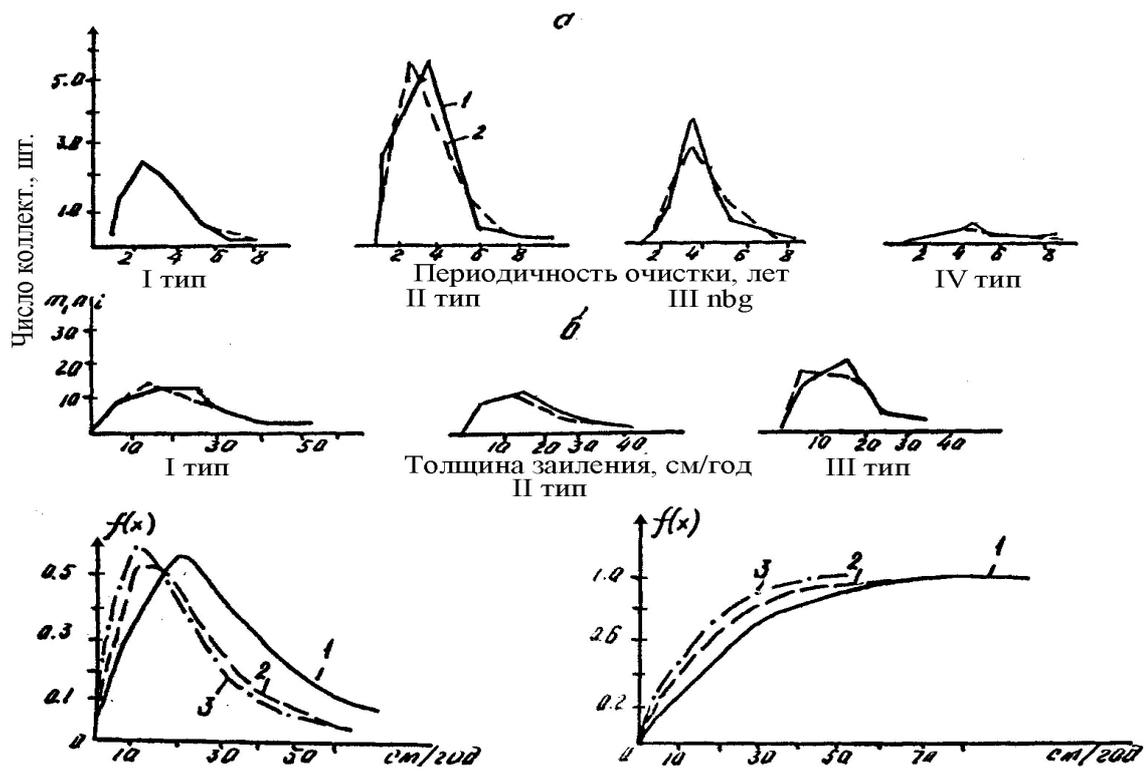


Рис.24. Фактическое (1) и логнормальное (2) распределение частоты очистки (а) и интенсивности заиления (б) КДС в разных типах почвогрунтовых профилей (Гаипназаров, Икрамов, 1987 г.).

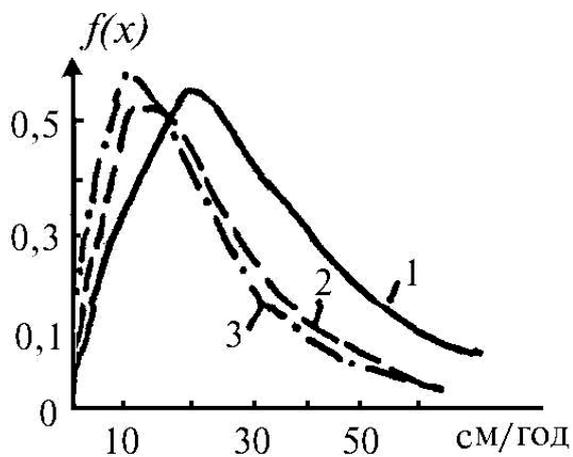


Рис.25. График плотности распределения интенсивности заиления КДС в различных типах почвогрунтовых профилей (Гаипназаров, Икрамов, 1987 г). 1 – I тип; 2 – II; 3 – III.

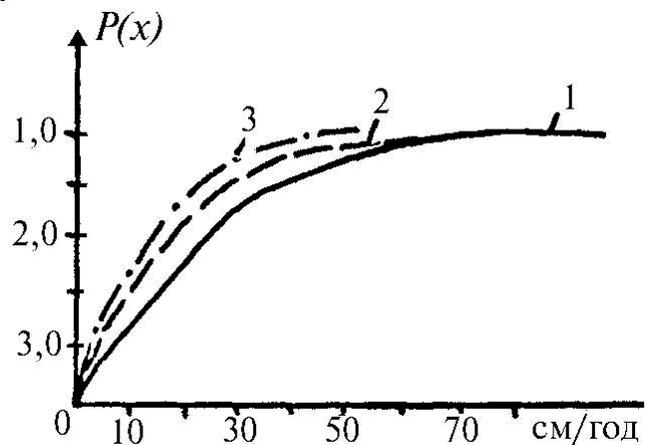


Рис.26. График вероятности распределения интенсивности заиления КДС в различных типах почвогрунтовых профилей (Гаипназаров, Икрамов, 1987 г). 1 – I тип; 2 – II; 3 – III.

Результаты натуральных исследований, аналитической группировки и корреляционно-регрессивных анализов проведенных в САНИИРИ показали, что интенсивность заиления зависит, главным образом, от эффективного диаметра частиц грунтов (табл.4.3).

Таблица 4.3

Зависимость интенсивности заиления КДС от природно-хозяйственных факторов (Якубов, Гаипназаров)

Тип почво-грунтов проф.	Интенсивность заилен. КДС, см/год	Содержание глинистых частиц от массы	Содержание гипса, % от массы грунта	Эффективный диаметр по Козени, мм	Сила сцеплен. по Истоминной кг/см <sup>2</sup>	Сухой вес водорослей, г на м <sup>2</sup>	Кол-во размыв. откоса на 1 км	Мутность кол-лект-дренаж. вод, г/м <sup>3</sup>
I	23,5	1	0,5	0,00063	0,025	381	2,3	149
II	16,0	17	1,1	0,0044	0,027	371	2,7	133
III	14,5	29	2,1	0,0033	0,039	271	3,2	85
IV	12,5	21	6,3	0,0041	0,020		1,4	

В результате статистической обработки данных по механической очистке и заилению КДС в Сырдарьинской области установлено, что распределение времени на отказ и интенсивность заиления КДС по всем типам почвогрунтовых профилей соответствует логарифмически нормальному закону. Расчеты теоретических логонормальных распределений и проверка согласия опытного распределения с теоретическим по критериям Джири и критерию осуществления приближенного равенства логарифмов медианы фактического распределения средней арифметической из логарифмов вариантов в разных типах почвогрунтовых профилей показали, что отклонения составляют 0,2-8 % (рис.24).

Корреляционное отношение связи интенсивности заиления от коэффициента эффективного диаметра составляет  $r = 0,73$

Путем обобщения материалов изысканий институтом "Узгипроводхоз", а также другими организациями выполнена типизация почвенно-грунтовых профилей по устойчивости откосов (табл.4.4).

Таблица 4.4

Типизация почвогрунтовых профилей по интенсивности заиления КДС  
(устойчивости откосов) (Якубов, Икрамов, Гаипназаров)

Тип почвогрунтового профиля	Характеристика почвогрунтового профиля
I	Слоистое строение, облегчающееся книзу
II	Суглинки легкие и средние негипсированные, с эффективным диаметром $d_w > 0,004$ мм
III	Суглинки легкие и средние гипсированные ( $>5\%$ ), суглинки тяжелые и глины негипсированные, $d_w < 0,004$ мм
IV	Тяжелые суглинки и глины гипсированные ( $> 5\%$ ), $d_w < 0,004$ мм

Путем использования параметров логарифмически нормального распределения значений толщины заиления получены формулы плотности их распределения в разных типах почвогрунтовых профилей:

1. Почвогрунтовые профили слоистого строения, облегчающиеся книзу

$$f(x) = 0,563 \cdot e^{-\frac{1}{2} \left( \frac{\ln x - 2,915}{0,709} \right)^2} \quad (4.2)$$

2. Для негипсированных легких и средних суглинков с  $0,004$  мм (тип II)

$$f(x) = 0,568 \cdot e^{-\frac{1}{2} \left( \frac{\ln x - 2,572}{0,702} \right)^2} \quad (4.3)$$

3. Гипсированные (  $5\%$  ) легкие и средние суглинки, негипсированные тяжелые суглинки и глины с  $0,004$  мм (тип III)

$$f(x) = 0,598 \cdot e^{-\frac{1}{2} \left( \frac{\ln x - 2,475}{0,667} \right)^2} \quad (4.4)$$

С использованием указанных формул построен график плотности распределения интенсивности заиления (рис. 5.8), который может применяться при прогнозе возможных размеров толщины заиления КДС.

На основании теоретического распределения интенсивности заиления КДС получены графики вероятности распределения заиления КДС (рис. 26), по которым определяется толщина заиления при любой заданной вероятности для прогноза снижения работоспособности дренажа во времени.

С учетом тенденций отказа КДС во времени снижение работоспособности в первый год эксплуатации рассчитывается по формуле

$$h_{(t)} = h_H - a (1 - e^{-\lambda t}) \quad (4.5)$$

где  $h_H$  - начальная глубина КДС, м;  $a$  - значение высоты заиления при заданной вероятности его, м/год;  $t$  - время эксплуатации КДС после очистки, мес.;  $\lambda$  - коэффициент заиления для различных грунтов (определяется методом наименьших квадратов),

$$\lambda = \frac{\sum_{t=1}^n y_{ti}}{\sum t^2} \quad (4.6)$$

здесь  $y = \ln \left( 1 - \frac{\Delta h}{a} \right)$  (4.7)

На второй год и в последующий период изменение глубины открытой КДС оценивается следующей зависимостью:

$$h_{(t > 1)} = h_H - a + a(1 - e^{-\lambda t}) \quad (4.8)$$

где  $t_I$  - продолжительность эксплуатации, год.

По рекомендации Е.И.Мирццулавы, С.Ш.Зюбенко (1979), В.В.Иванова (1983), надежность работы объектов гидромелиоративных систем для первой группы должна быть не ниже 0,95; для второй - 0,75, для третьей - 0,50.

С учетом специфики работы открытой коллекторно-дренажной сети по методике, изложенной И.Г.Венецким, В.И.Венецкой, определена толщина заиления КДС в разных типах почвогрунтовых профилей с вероятностью 0,75;

- для грунтов слоистого строения, облегчающегося к низу - 0,31 м/год;
- для легких и средних негипсированных грунтов  $d_w > 0,004$  мм - 0,22 м/год;
- для гипсированных ( 5 % ) легких и средних суглинков и глин  $d_w < 0,004$  мм - 0,20 м/год.

При вероятности заиления 0,75 коэффициент заиления для грунтов слоистого строения, облегчающегося к низу  $\lambda = - 0,058$  (тип I), негипсованных, представляющих легкие средние суглинки,  $d_w > 0,004$  мм - 0,2306 (тип II); гипсованных легких и средних суглинков, негипсованных тяжелых суглинков и глин  $d_w < 0,004$  мм,  $\lambda = - 0,227$  (тип IV).

Другим, наиболее весомым фактором, снижающим работоспособность КДС, является зарастание русл водорослями. Влияние водорослей на пропускную способность оросительных каналов рассмотрено в работах И.А.Долгушева (1975), Г.П.Жука, Я.И. Морусенко, В.С.Шабатина (1984), А.И.Кузнецова, А.А.Запорожца (1967), А.П.Черных (1972); каналов коллекторно-дренажной сети - в работе А.Э.Эргашева (1968).

В современных условиях при проектировании каналов коллекторно-дренажной сети коэффициент шероховатости принимается постоянным и не учитывается влияние водорослей на наполнение водой и рабочей глубины дрены.

Изменение шероховатости русл коллекторов Шурузяк и Железнодорожный по сезонам года, определенное по физическим замерам гидравли-

ческих элементов потока и подсчитанное по формуле Г.В.Железнякова, аппроксимируется с сезонной динамикой распределения водорослей.

Изменения от 0,04 в зимний период до 0,13 в летний в коллекторе Железнодорожный и определенное А.Э.Эргашевым распределение водорослей в этих коллекторах отражены на рис. 27.

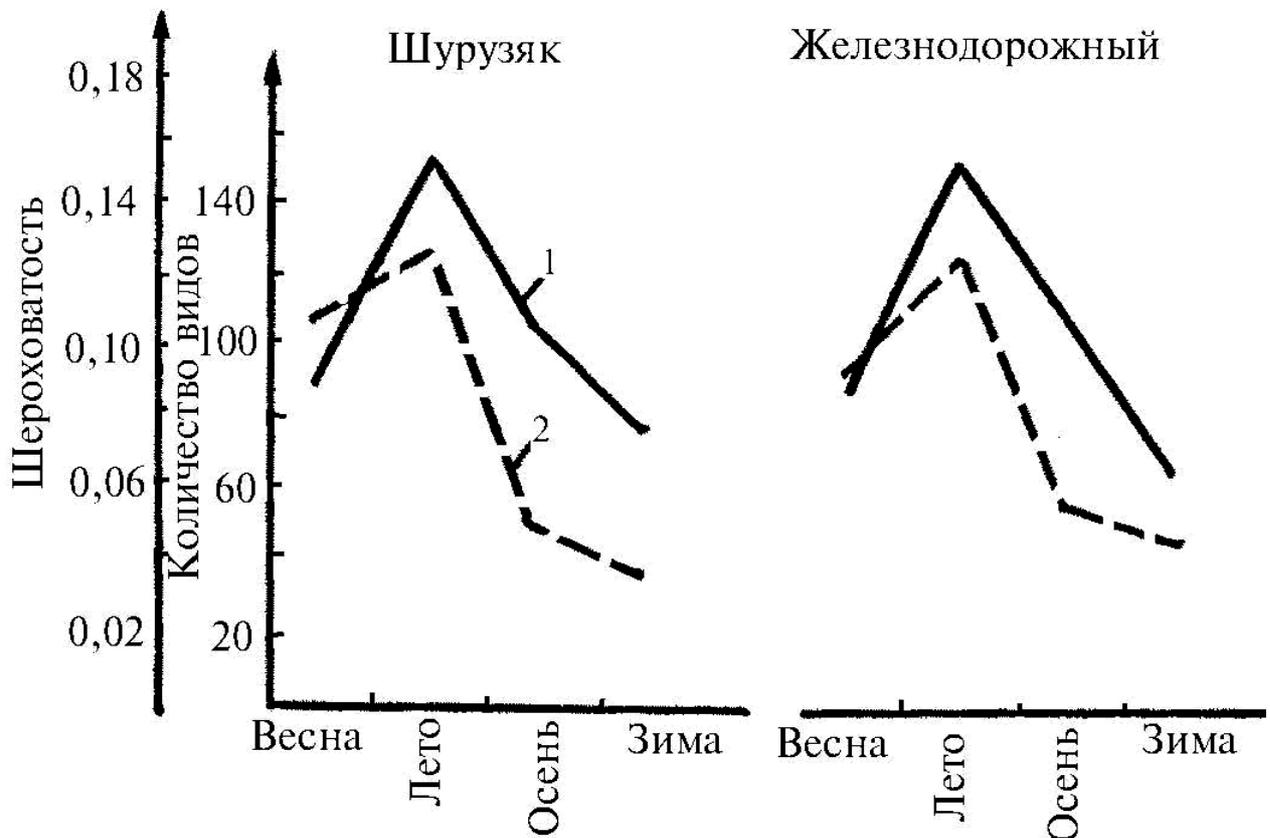
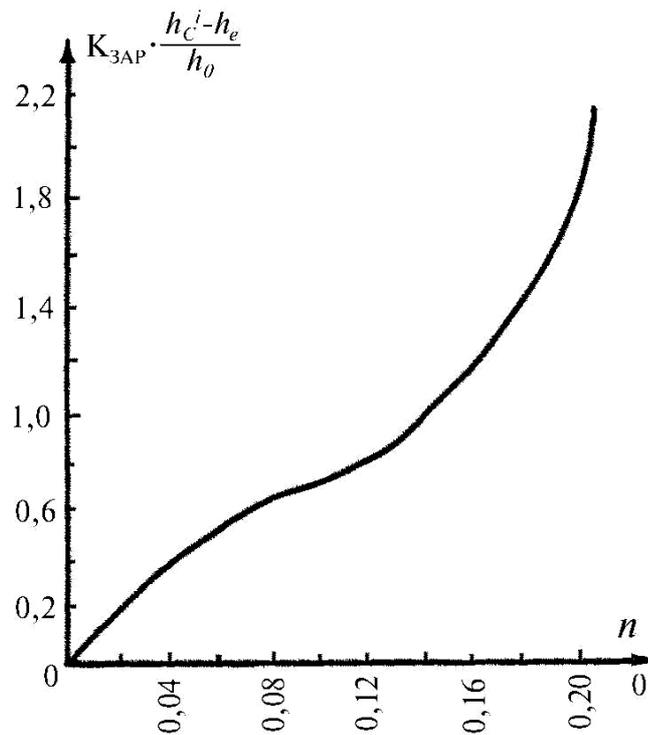


Рис.27. Сезонное распределение водорослей (1, по А.Эргашеву) и изменения шероховатости (2) в коллекторах (Гаипназаров, 1987)

Для установления подъема горизонта воды в русле и потери рабочей глубины за счет повышения шероховатости проведен расчет "n" от степени зарастания, на основании которого построен график зависимости относительного наполнения открытой КДС от изменения ее шероховатости (рис.28).



**Рис.28. График зависимости наполнения открытой КДС от изменения её шероховатости (Гаипназаров, 1987 г).**

Из этого графика определяется коэффициент, учитывающий зарастание КДС ( $K_{3AP}$ )

Уменьшение рабочей глубины дрены (глубина от поверхности земли до горизонта воды в дрене) за счет зарастания рассчитывается по формуле

$$h_P = h_n^p - [h_O + (h_O * K_{3AP})] \quad (4.9)$$

где  $h_n^p$  - начальная (проектная) глубина дрены, м;  $h_O$  - исходная (проектная) глубина наполнения воды в дрене, м;  $K_{3AP}$  - коэффициент, определяющий степень зарастания КДС.

#### 4.2. Методика многолетних прогнозов мелиоративного состояния при снижении работоспособности дренажных систем

Долгосрочный прогноз изменения МСОЗ выполняется в два этапа. На первом этапе на основе динамики показателей МСОЗ, технического состояния ГМС, водообеспеченности и дренированности земель, составляются общие и частные водно-солевых балансы за ряд лет и разрабатывается комплексная модель мелиоративного процесса при функционировании ГМС. Эта модель адаптируется так, чтобы правильно отражала основные характеристики фактического мелиоративного процесса при функционирующей ГМС. Для этого она должна быть обеспечена надежными данными мелиоративного мониторинга и кадастра, при этом чем больше исходной информации, тем более точно можно адаптировать модель.

На втором этапе, с помощью эмпирических зависимостей отказов дренажных систем (рис.18,22 и 25)) прогнозируется снижение их работоспособности, дренированности земель. Влияние этого процесса на изме-

нение МСОЗ рассчитывается прогнозом общих и частных водно-солевых балансов с учетом закономерностей снижения работоспособности. Такой подход позволяет предсказать снижение урожая сельскохозяйственных культур при ухудшении работоспособности дренажных систем и заблаговременно планировать ремонтные работы. В связи с большой трудоемкостью и сложностью многолетних прогнозов к этой деятельности привлекается ЭВМ- составляются алгоритмы и программа для ПЭВМ класса IBM на языке FORTRAN.

Долгосрочные прогнозы изменения водно-солевых режимов почв показаны нами на примере орошаемых земель Гулистанского района Сырдарьинской области. Рассмотрены следующие варианты:

1. Долгосрочный прогноз МСОЗ при сохранении существующей водообеспеченности и работоспособности дренажа (дренированность).
2. Долгосрочный прогноз МСОЗ в зоне вертикального дренажа при снижении его работоспособности.
3. Долгосрочный прогноз МСОЗ в зоне открытого горизонтального дренажа при снижении его работоспособности (заиление).

## **ГЛАВА 5. ПРАКТИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ МОНИТОРИНГА РЕМОНТНО-ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ НА ДРЕНАЖНЫХ СИСТЕМАХ**

Сроки и объемы ремонтно-эксплуатационных мероприятий в современных условиях назначаются в соответствии с существующими нормативными документами устанавливающими допустимую мощность и объем (на единицу длины) заилиения открытых дрен. Для вертикального дренажа установлены сроки межремонтных периодов, причем эти нормативы разработаны для европейской части СНГ. Данные нормативы не удовлетворяют требованиям практики. Отсутствует эффективная методика прогноза снижения работоспособности дренажных систем. Последние не позволяют эффективно планировать ремонтно-восстановительные работы и оптимально использовать с этой целью имеющиеся машины и механизмы.

Принципиальные положения предлагаемого подхода обоснования ремонтно-эксплуатационных работ на мелиоративных системах основываются на недопущении ухудшения МСОЗ и ущерба урожая с учетом:

- закономерностей отказов и снижения работоспособности дренажных систем в период их эксплуатации;
- влияния снижения работоспособности дренажа на МСОЗ и урожайность сельскохозяйственных культур;
- природно-хозяйственных особенностей объекта;
- технико-экономической целесообразности.

Надежная работа дренажных систем в процессе эксплуатации обеспечивается за счет проведения профилактических ремонтов с учетом характера снижения их работоспособности и усиливающих их факторов.

По ГОСТу 27.02.83 работоспособность - состояние объекта, при котором значения всех параметров, характеризующих способность выполнять заданные функции, соответствуют требованиям нормативно-технической и конструктивной документации / 31 /.

Одним из главных условий обеспечения требуемого водно-солевого режима почвогрунтов является надежная работа дренажных систем.

Создание надежных систем, сооружений, оборудования служит предметом рассмотрения теории надежности / 95 /. В её основе лежат теоретико-вероятностные соображения. Так как внешнее условие эксплуатации и внутренние параметры системы носят случайный характер, отказ обычно трактуется как случайное событие, а надежность - как вероятностная характеристика системы. Поэтому надежность дренажных систем может быть правильно описана и рассчитана с помощью методов теории вероятностей и теории случайных процессов.

Эксплуатационная надежность - это свойство объекта выполнять заданные функции, сохраняя во времени значения установленных эксплуатационных показателей в заданных пределах в любой момент эксплуатации / 31 /.

В настоящее время выполнены работы, освещающие вопросы надежности каналов /38, 52, 97/, закрытого горизонтального /43, 174/ и вертикального дренажа /200, 201, 203/ Надежность работы открытого горизонтального дренажа изучена недостаточно.

Под эксплуатационной надежностью дренажных систем следует понимать поддержание таких технических и эксплуатационных параметров, сохранение которых во времени обеспечивает оптимальный мелиоративный режим на функционирующих ГМС. Эксплуатационную надежность дренажных систем нельзя рассматривать в отрыве от водообеспеченности и качества поливной воды. В современных условиях (девяностые годы) Центральной Азии, в связи с острым дефицитом оросительной воды, установленными лимитами на нее целевая функция дренажа (дренирование необходимых объемов фильтрационных и инфильтрационных вод) может осуществляться при других его основных параметрах, отличающихся от проектных или расчетных соответствующих оптимальному мелиоратив-

ному режиму. Поэтому под эксплуатационной надежностью дренажных систем в процессе эксплуатации понимается поддержание такого технического уровня системы (значений основных технических параметров) при котором при определенной водообеспеченности создается наибольший мелиоративный эффект дренажных систем. Указанные обстоятельства обуславливают иной подход и решения рассматриваемой задачи на основе анализа фактических мелиоративных процессов, технического состояния ГМС и отказов дренажных систем.

Отказы являются одним из основных понятий теории надежности. Отказом называется явление, после которого наступает одно из недопустимых предельных состояний - это событие, при котором система полностью или частично утрачивает работоспособность.

Отказы бывают постепенные и внезапные. Постепенные отказы дренажа - результат медленного воздействия различных факторов, по истечении какого-либо отрезка времени медленно снижается дренированность и через определенный период происходит ущерб урожаю.

При внезапных отказах - в результате поломки погружного электронасоса, трансформатора и др. на скважинах вертикального дренажа, установки перемычек, обрушения откосов на открытой КДС прекращается дренирование определенной части орошаемой территории.

Отказы в различных гидрогеолого-почвенно-мелиоративных условиях происходит по разному.

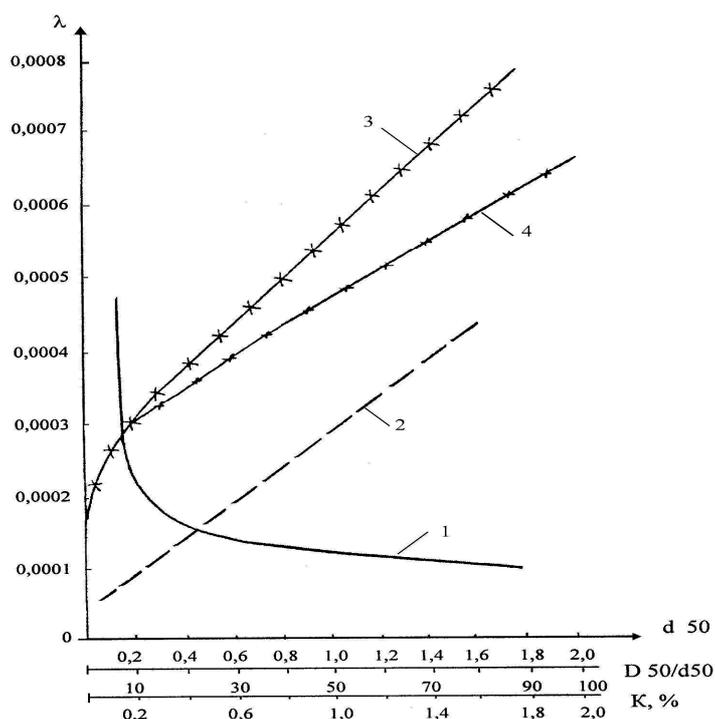
### **5.1 Закономерность снижения работоспособности вертикального и открытого горизонтального дренажа**

В Средней Азии и Южном Казахстане построены и эксплуатируются крупные системы вертикального дренажа, в каждую из которых входит от 200 - 250 до 800 скважин. Всего в регионе эксплуатируются более 7 тыс. скважин. Площадь, охваченная ими составляет более 700-760 тыс.га. В результате действия вертикального дренажа на этих землях на-

блюдается устойчивый процесс рассоления почвогрунтов и грунтовых вод при минимальных затратах оросительной воды. В связи с этим урожай хлопчатника составил 26-40 ц/га.

Однако в последние годы отмечается низкий уровень эксплуатации большинства скважин СВД. Из табл.5.1 (Якубов, Зайнутдинова) видно, что фактическое среднее значение коэффициента готовности ( $K_G$ ) значительно ниже, чем потребное / 200 /.

Технология строительства скважин вертикального дренажа часто нарушается (главным образом за счет применения неконденционного фракционного состава гравийной обсыпки), что вызывает их пескование. В результате этого наблюдаются большое количество отказов насосно-силового оборудования, заиливание ствола скважин, осложняется эксплуатация систем и, в конечном счете, снижается дренированность территории. На основании обобщения многолетних исследований САНИИРИ в различных природно-хозяйственных условиях Центральной Азии получены эмпирические зависимости интенсивности отказов элементов скважин вертикального дренажа. Зависимость интенсивности отказов электронасосов в различных грунтах каптируемого горизонта приведена на рис. 5.1.



**Рис.5.1. Зависимость интенсивности отказов электронасосов от литологии, состава гравийной обсыпки и пескования скважин в момент пуска: 1 – d 50; 2 – D 50 /d 50; 3 – d 50 < 0,2; 4 – d 50 > 0,2; K – пескование (Якубов, Зайнутдинова, 1987)**

Интенсивность отказов станций управления, согласно исследованиям САНИИРИ, составляет 0,00015 /час. Интенсивность отказов отводящей сети обусловленные заилением ее песчано-глинистыми отложениями, содержащимися в откачиваемой воде определяется по методике В.А.Скрыльникова /193 /.

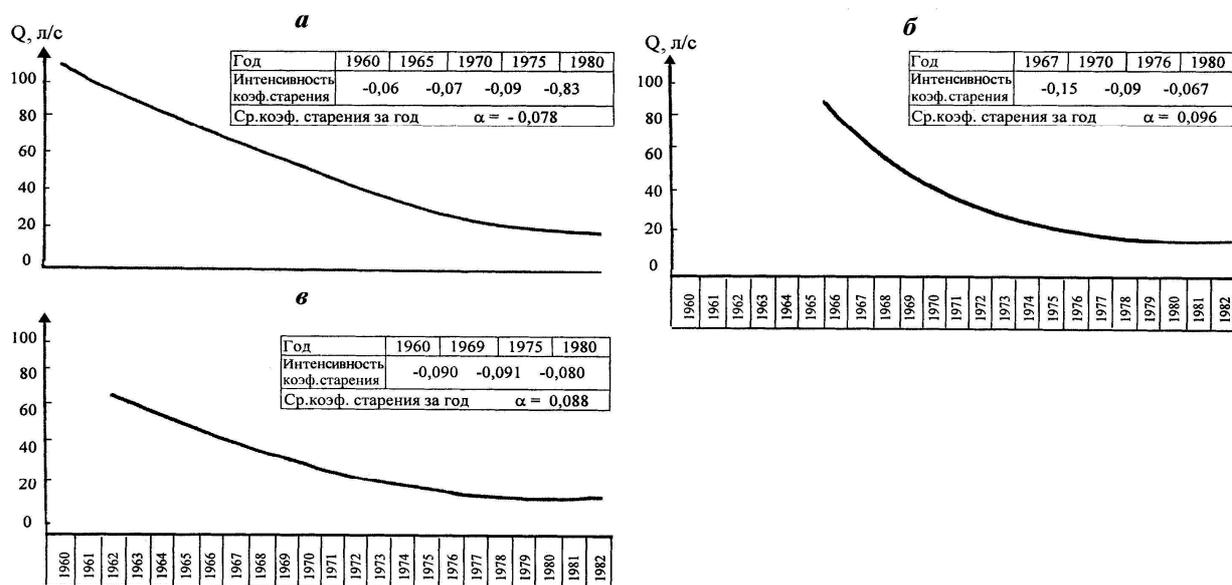
Опыт эксплуатации показывает закономерность снижения дебита также и на непескующихся скважинах. Это объясняется физико-химической кольтмацией фильтров, выполненных из металлических труб. Снижение дебита, как показали исследования Х.И.Якубова и Т.Джалиловой, происходит по экспоненциальному закону, установленному ранее для гумидной зоны / 203 /

$$q_t = q_0 e^{-\bar{\beta} t} \quad (5.1)$$

здесь  $q_t$  - фактический удельный дебит скважины в данный момент времени, л/с м;  $q_0$  - удельный дебит скважины в начальный период эксплуатации, л/с м;  $\bar{\beta}$  - коэффициент "старения" скважины;  $t$  - продолжительность работы скважины, лет.

В зависимости от степени минерализации подземных вод процессы кольтмации фильтра и прифильтровой зоны скважин проходят по-разному. В районах, где минерализация подземных вод меньше 2-3 г/л, отмечается карбонатизация фильтра (отложение карбоната кальция), больше 5 г/л - коррозионное разрушение. На скважинах с минерализацией откачиваемых вод 2-5 г/л в прифильтровых зонах наблюдаются смешанные процессы - карбонатизации и коррозионного разрушения. Самая высокая интенсивность снижения дебита на скважинах, где смешанные

процессы кольтматации в прифилтровой зоне, самая меньшая - при коррозийных явлениях / 203 /. Как видно из рис.5.2, за 10-15 лет скважины практически выходят из строя.



**Рис.5.2.** Изменение дебита скважин в процессе физико-химического кольтматажа в зависимости от продолжительности их работы при: *а* – карбонатизации; *б* – коррозионных явлениях; *в* – смешанных процессах (Якубов, Джалилова, 1983)

Ухудшение работоспособности скважин с увеличением срока их службы приводит к снижению дренированности территории и, как следствие, к подъему уровня грунтовых вод, реставрации засоления почв. Для предотвращения ухудшения мелиоративного состояния земель необходимо комплекс восстановительных мероприятий, разработанных на основе прогноза водно-солевого режима почв с учетом снижения дебита скважин.

В настоящее время в Узбекистане из 4150 тыс.га орошаемых земель обеспечено дренажем 67 %, из них 1771 тыс.га дренируется открытым дренажем, что составляет 63,6 % искусственно дренированных земель. Общая протяженность коллекторно-дренажной сети 1248550 км. из них открытого дренажа - 891674 км, или 72 %.

Поддержание коллекторно-дренажной сети в рабочем состоянии - основные условия обеспечения дренированности как на землях, где применяется горизонтальный дренаж, так и при совместной работе этого вида дренажа с другими. Анализ технического состояния коллекторно-дренажной сети и показателей МСОЗ в хозяйствах Сырдарьинской области показал, что по мере ухудшения их технического состояния увеличиваются площади средне- и сильнозасоленных земель, а также земель с недопустимо высоким уровнем грунтовых вод, что в итоге влияет на урожайность сельскохозяйственных культур (табл.5.2).

Таблица 5.2

Влияние технического состояния КДС на показатели МСОЗ и урожайность хлопчатника в хозяйствах Сырдарьинской области  
(Гаипназаров,1985 г)

Группа хоз-в с удовлетворит. техн. состоянием КДС, % к общей протяжен.	Количество хозяйств	Площади средне и сильнозасоленных земель, % к общей орошаемой площади	Площади с недопустимым УГВ, % к общей площади орошаемых земель	Средняя урожайность хлопчатника, ц/га
80 - 100	5	10	20	25
60 - 80	25	18	21	19,5 *
50 - 60	8	18	28	25 *
50	4	35	49	23,8 *

Вместе с тем работоспособность открытой КДС зависит также от многих природно-хозяйственных и организационно-технических факторов (рис. 5.3).

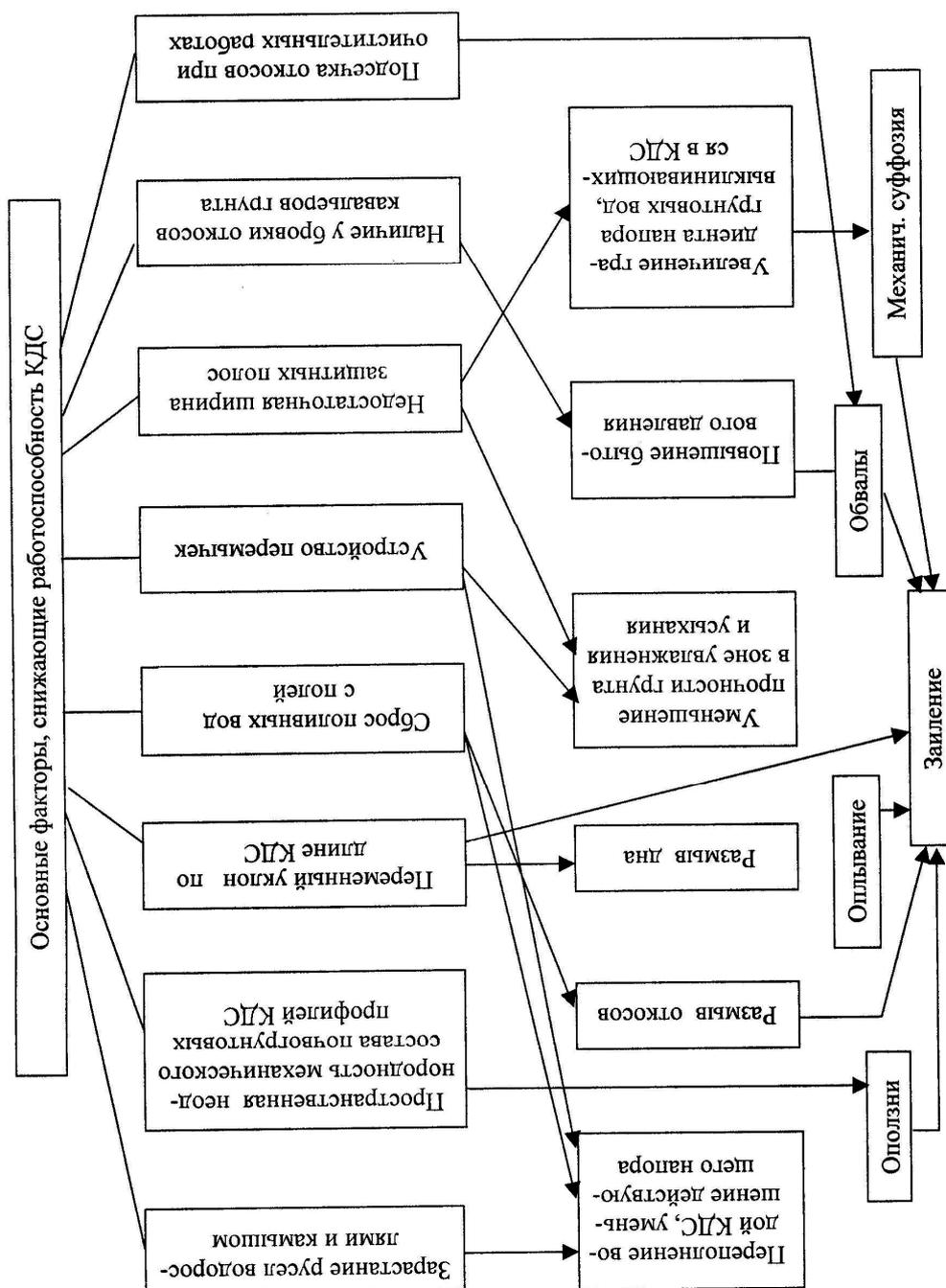
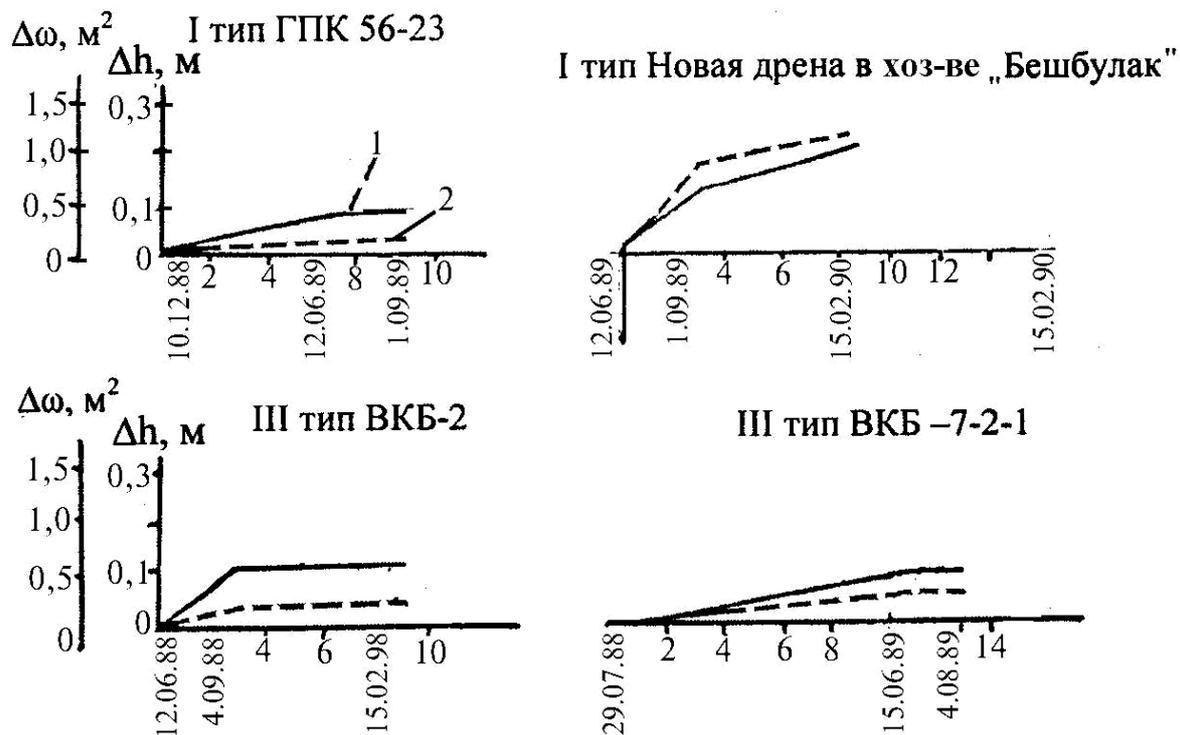


Рис.5.3. Схема взаимосвязи факторов, снижающих работоспособность КДС.

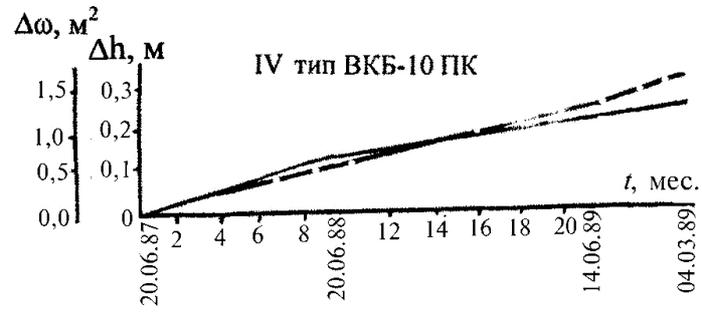
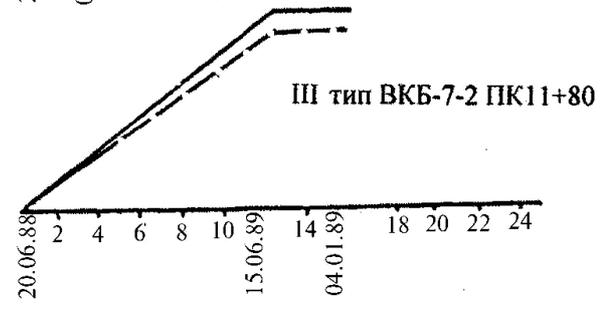
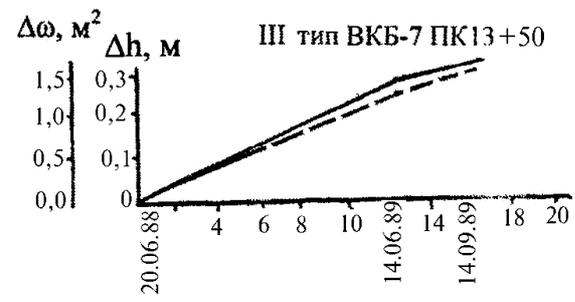
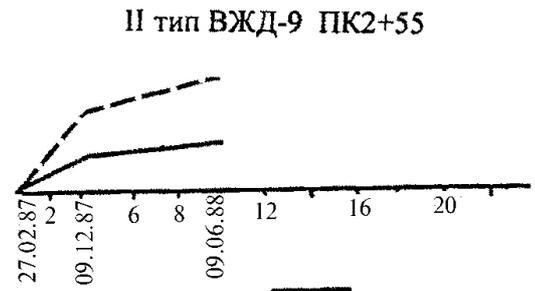
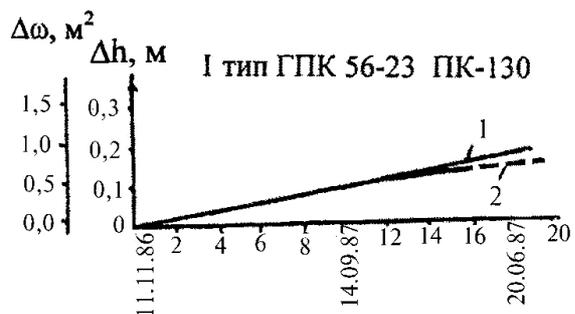
Г.З.Чахвадзе (19578, 1960), В.С.Истомина (1975), Л.Н.Джиоев, Э.И.Балахишвили (1984) отмечали, что устойчивость каналов оросительной и дренажной сети зависит от строения почвогрунтовых профилей, механического состава и содержания в них гипса.

Результаты инструментальных наблюдений за изменением работоспособности (уменьшение глубины и площади поперечного сечения) дрен, собирателей, коллекторов, проложенных в различных типах почвогрунтов, показали, что заиление их во всех грунтовых профилях интенсив-

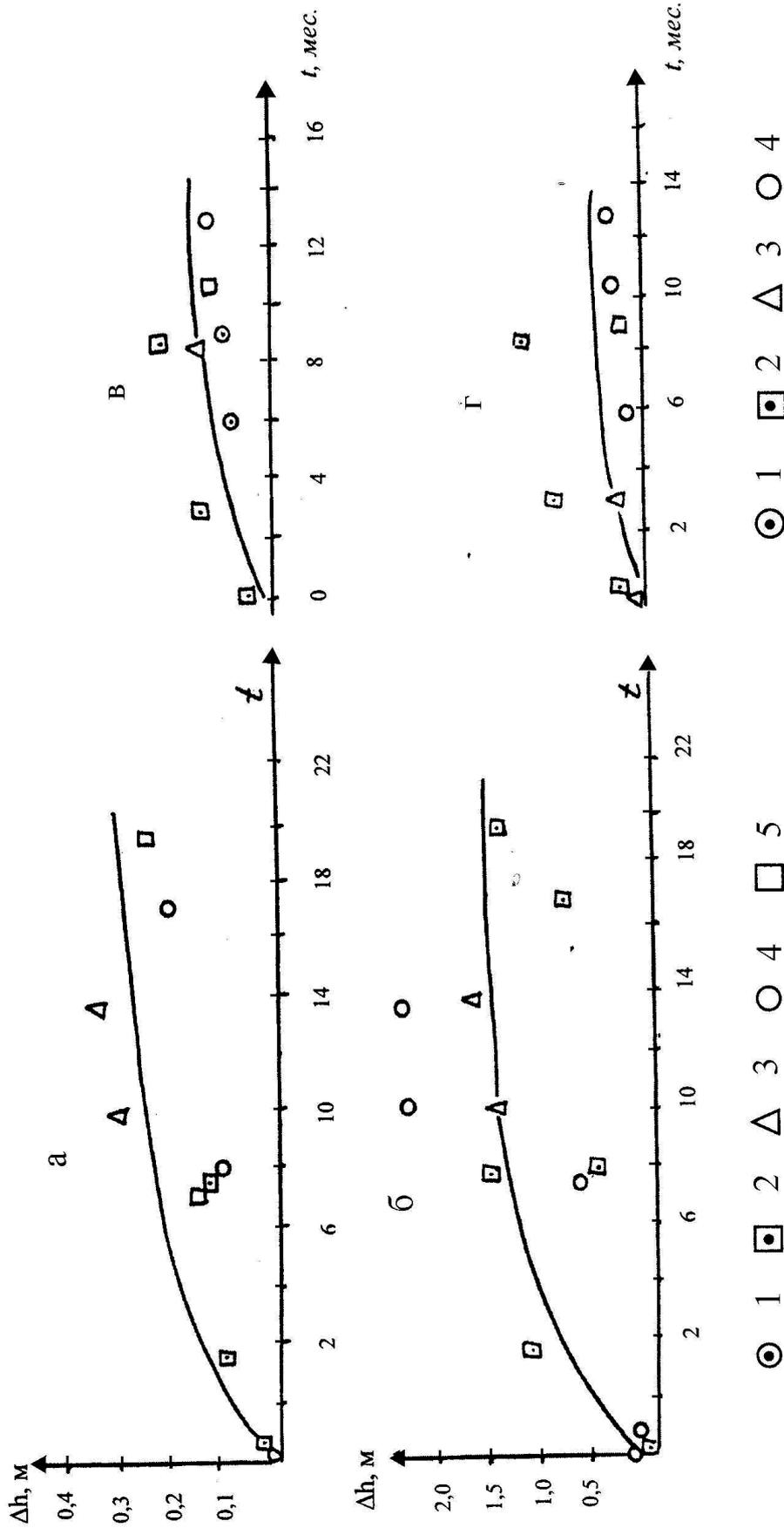
нее в первых год после очистки. Количественно в коллекторах больше, чем в дренах и легких грунтах больше, чем в тяжелых (рис.5.4-5.6).



**Рис.5.4. Интенсивность заиления дрен (Гаипназаров, 1987 г).** 1 – толщина  $h$ , м; 2 – площадь  $\Delta\omega$ , м<sup>2</sup>.



**Рис.5.5. Интенсивность заиления коллекторов (Гаипназаров, 1987 г).**  
1 – толщина  $h$ , м;  
2 – площадь  $\Delta\omega$ ,  $\text{ м}^2$ .



**Рис.5.6. Интенсивность заиления коллекторов и дрена (Гаипназаров, 1987г.)** а,б – коллекторов: 1 – ГПК-56, 2 – ВЖД-9, 3 – ВКБ-7, 4 – ВКБ-7-2, 5 – ВКБ-10; в, г – дрена: 1 – ГПК-56-23, 2 – Новая дрена, 3 – ВКБ-21; 4 – ВКБ-7-21

В последующие годы интенсивность заиления замедляется.

Примечание: \* - хозяйства с высокой урожайностью при близких пресных грунтовых водах

Результаты натуральных исследований, аналитической группировки и корреляционно-регрессивных анализов показали, что интенсивность заиления зависит, главным образом, от эффективного диаметра частиц грунтов (табл.5.3).

Таблица 5.3

Зависимость интенсивности заиления КДС от природно-хозяйственных факторов (Якубов, Гаипназаров)

Тип почво-грунтов проф.	Интенсивность заилен. КДС, см/год	Содержание глин частиц от массы	Содержание гипса, % от массы грунта	Эффективный диаметр по Козени, мм	Сила сцеплен. по Истоминой кг/см <sup>2</sup>	Сухой вес водорослей, г на м <sup>2</sup>	Кол-во размыв. откоса на 1 км	Мутность коллекторно-дренаж. вод, г/м <sup>3</sup>
I	23,5	1	0,5	0,00063	0,025	381	2,3	149
II	16,0	17	1,1	0,0044	0,027	371	2,7	133
III	14,5	29	2,1	0,0033	0,039	271	3,2	85
IV	12,5	21	6,3	0,0041	0,020		1,4	

В результате статистической обработки данных по механической очистке и заилению КДС в Сырдарьинской области за 1966-1988 гг установлено, что распределение времени на отказ и интенсивность заиления КДС по всем типам почвогрунтовых профилей соответствует логарифмически нормальному закону. Расчеты теоретических логонормальных распределений и проверка согласия опытного распределения с теоретическим по критериям Джири и критерию осуществления приближенного равенства логарифмов медианы фактического распределения средней арифметической из логарифмов вариантов в разных типах почвогрунтовых профилей показали, что отклонения составляют 0,2-8 % (рис. 5.7).

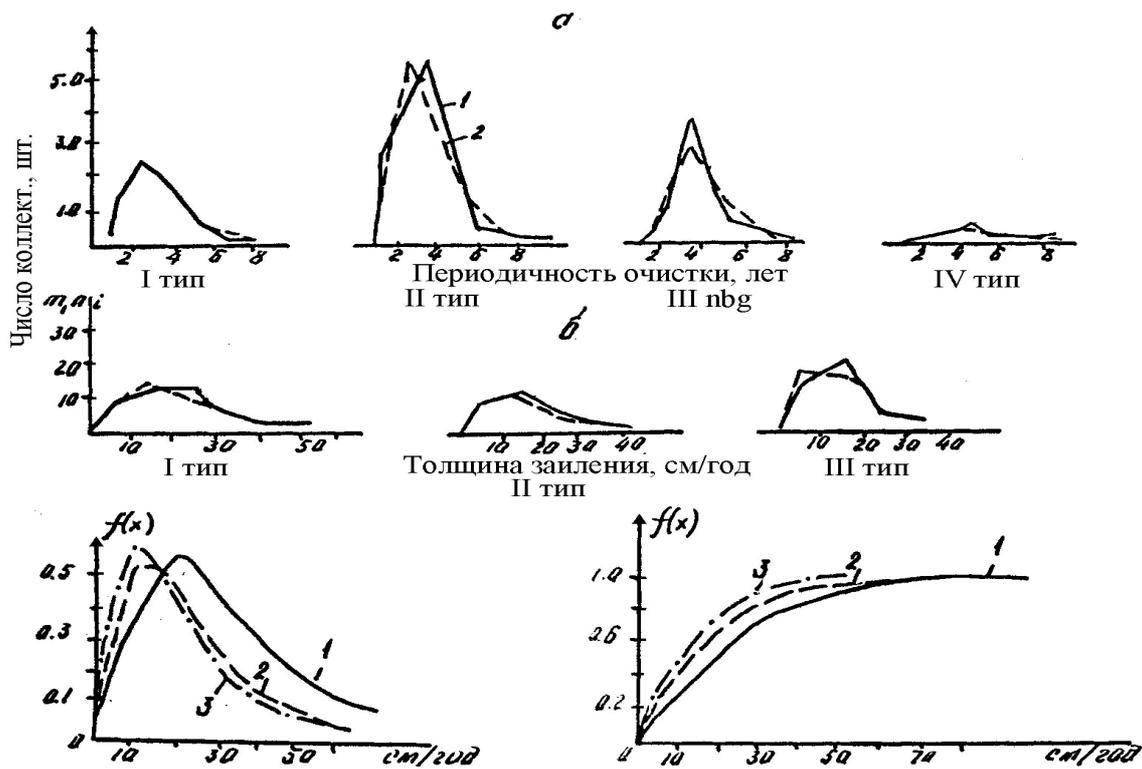


Рис.5.7. Фактическое (1) и логнормальное (2) распределение частоты очистки (а) и интенсивности заиления (б) КДС в разных типах почвогрунтовых профилей (Гаипназаров, Икрамов, 1987 г).

Корреляционное отношение связи интенсивности заиления от коэффициента эффективного диаметра составляет  $r = 0,73$

Путем обобщения материалов изысканий институтом "Узгипроводхоз", а также другими организациями выполнена типизация почвенно-грунтовых профилей по устойчивости откосов (табл.5.4).

Таблица 5.4

Типизация почвогрунтовых профилей по интенсивности заиления КДС (устойчивости откосов) (Якубов, Икрамов, Гаипназаров)

Тип почво-грунтового профиля	Характеристика почвогрунтового профиля
I	Слоистое строение, облегчающееся книзу
II	Суглинки легкие и средние негипсированные, с эффективным диаметром $d_w > 0,004$ мм

III	Суглинки легкие и средние гипсированные ( >5% ), суглинки тяжелые и глины негипсированные, $d_w < 0,004$ мм
IV	Тяжелые суглинки и глины гипсированные ( > 5 % ), $d_w < 0,004$ мм

Путем использования параметров логарифмически нормального распределения значений толщины заиления получены формулы плотности их распределения в разных типах почвогрунтовых профилей:

1. Почвогрунтовые профили слоистого строения, облегчающиеся книзу

$$f(x) = 0,563 \cdot e^{-\frac{1}{2} \left( \frac{\ln x - 2,915}{0,709} \right)^2} \quad (5.2)$$

2. Для негипсированных легких и средних суглинков с 0,004 мм (тип II)

$$f(x) = 0,568 \cdot e^{-\frac{1}{2} \left( \frac{\ln x - 2,572}{0,702} \right)^2} \quad (5.3)$$

3. Гипсированные ( 5 %) легкие и средние суглинки, негипсированные тяжелые суглинки и глины с 0,004 мм (тип III)

$$f(x) = 0,598 \cdot e^{-\frac{1}{2} \left( \frac{\ln x - 2,475}{0,667} \right)^2} \quad (5.4)$$

С использованием указанных формул построен график плотности распределения интенсивности заиления (рис. 5.8), который может применяться при прогнозе возможных размеров толщины заиления КДС.

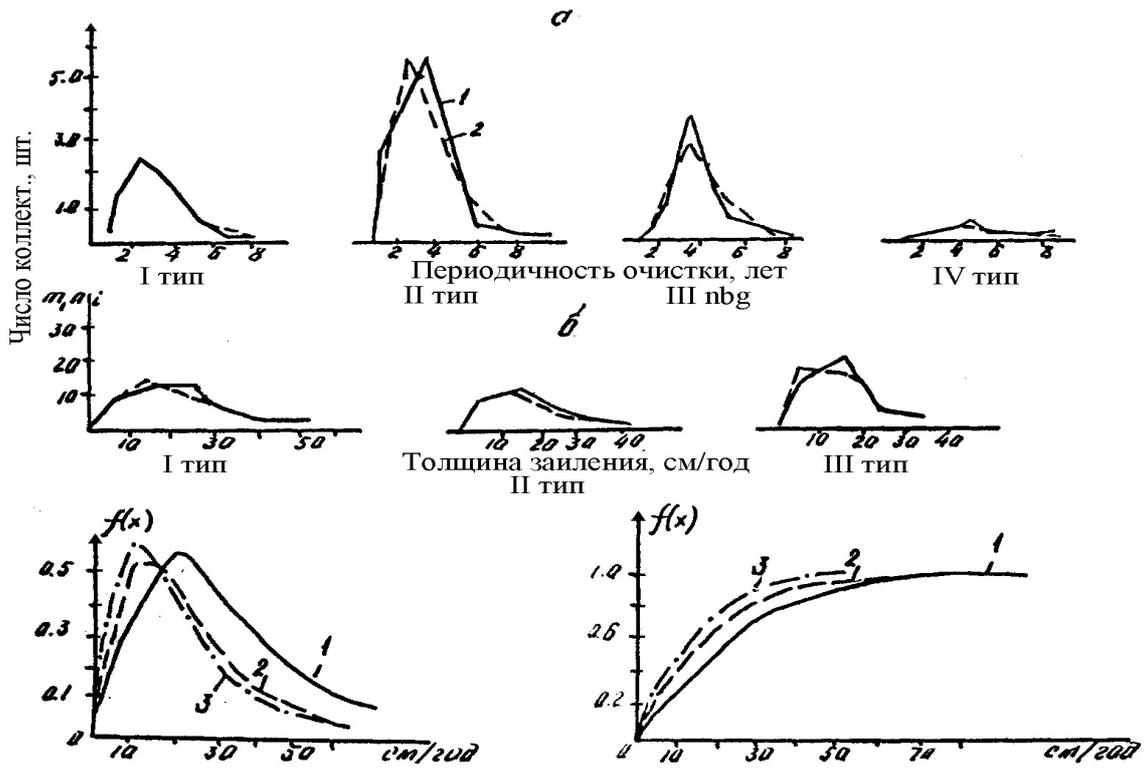


Рис.5.7. Фактическое (1) и логнормальное (2) распределение частоты очистки (а) и интенсивности заиления (б) КДС в разных типах почвогрунтовых профилей (Гаипназаров, Икрамов, 1987 г).

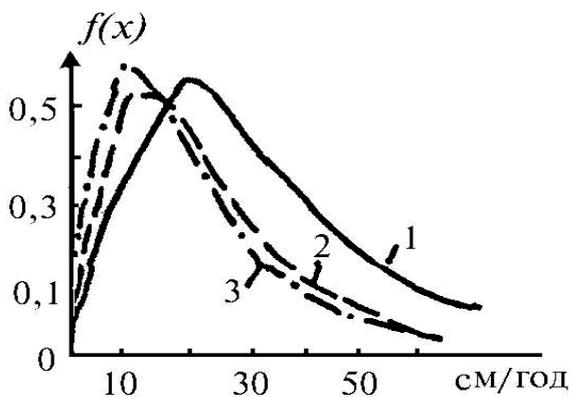


Рис.5.8. График плотности распределения интенсивности заиления КДС в различных типах почвогрунтовых профилей (Гаипназаров, Икрамов, 1987 г). 1 – I тип; 2 – II; 3 – III.

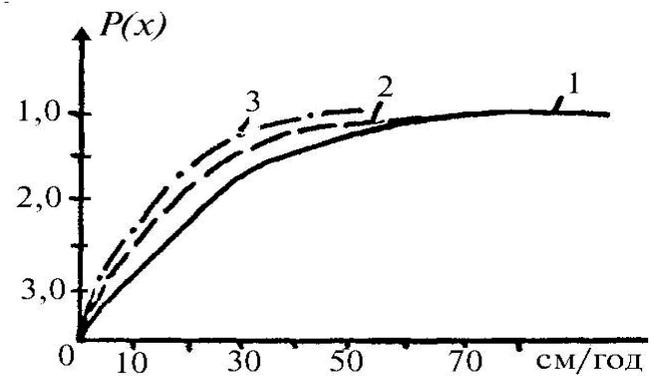


Рис.5.9. График вероятности распределения интенсивности заиления КДС в различных типах почвогрунтовых профилей (Гаипназаров, Икрамов, 1987 г). 1 – I тип; 2 – II; 3 – III.

На основании теоретического распределения интенсивности заиления КДС получены графики вероятности распределения заиления КДС (рис. 5.9), по которым определяется толщина заиления при любой заданной вероятности для прогноза снижения работоспособности дренажа во времени.

С учетом тенденций отказа КДС во времени (рис. 5.5, 5.6) снижение работоспособности в первый год эксплуатации рассчитывается по формуле

$$h_{(t)} = h_H - a(1 - e^{-\lambda t}) \quad (5.5)$$

где  $h_H$  - начальная глубина КДС, м;  $a$  - значение высоты заиления при заданной вероятности его, м/год;  $t$  - время эксплуатации КДС после очистки, мес.;  $\lambda$  - коэффициент заиления для различных грунтов (определяется методом наименьших квадратов),

$$\lambda = \frac{\sum_{i=1}^n y_{ti}}{\sum_{i=1}^n t^2} \quad (5.6)$$

здесь  $y = \ln\left(1 - \frac{\Delta h}{a}\right)$  (5.7)

На второй год и в последующий период изменение глубины открытой КДС оценивается следующей зависимостью:

$$h_{(t > 1)} = h_H - a + a(1 - e^{-\lambda t}) \quad (5.8)$$

где  $t_1$  - продолжительность эксплуатации, год.

По рекомендации Е.И.Мирцхулавы, С.Ш.Зюбенко (1979), В.В.Иванова (1983), надежность работы объектов гидромелиоративных систем для первой группы должна быть не ниже 0,95; для второй - 0,75, для третьей - 0,50.

С учетом специфики работы открытой коллекторно-дренажной сети по методике, изложенной И.Г.Венецким, В.И.Венецкой, определена толщина заиления КДС в разных типах почвогрунтовых профилей с вероятностью 0,75;

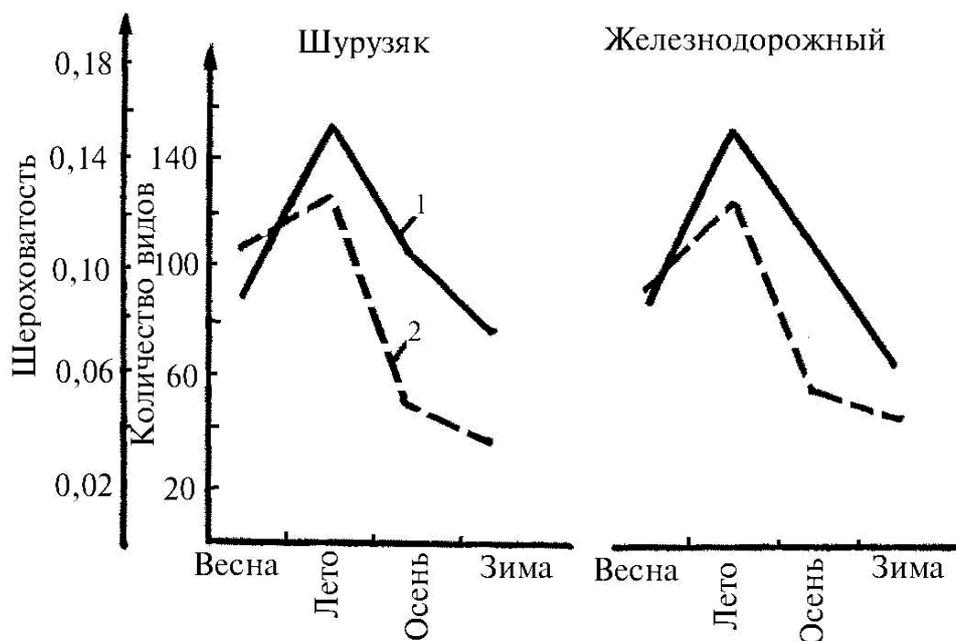
- для грунтов слоистого строения, облегчающегося книзу - 0,31 м/год;
- для легких и средних негипсированных грунтов  $d_w > 0,004$  мм - 0,22 м/год;
- для гипсированных ( 5 % ) легких и средних суглинков и глин  $d_w < 0,004$  мм - 0,20 м/год.

При вероятности заиления 0,75 коэффициент заиления для грунтов слоистого строения, облегчающегося книзу  $\lambda = - 0,058$  (тип I), негипсованных, представляющих легкие средние суглинки,  $d_w > 0,004$  мм - 0,2306 (тип II); гипсованных легких и средних суглинков, негипсованных тяжелых суглинков и глин  $d_w < 0,004$  мм,  $\lambda = - 0,227$  (тип IV).

Другим, наиболее весомым фактором, снижающим работоспособность КДС, является зарастание русл водорослями. Влияние водорослей на пропускную способность оросительных каналов рассмотрено в работах И.А.Долгушева (1975), Г.П.Жука, Я.И. Морусенко, В.С.Шабатина (1984), А.И.Кузнецова, А.А.Запорожца (1967), А.П.Черных (1972); каналов коллекторно-дренажной сети - в работе А.Э.Эргашева (1968).

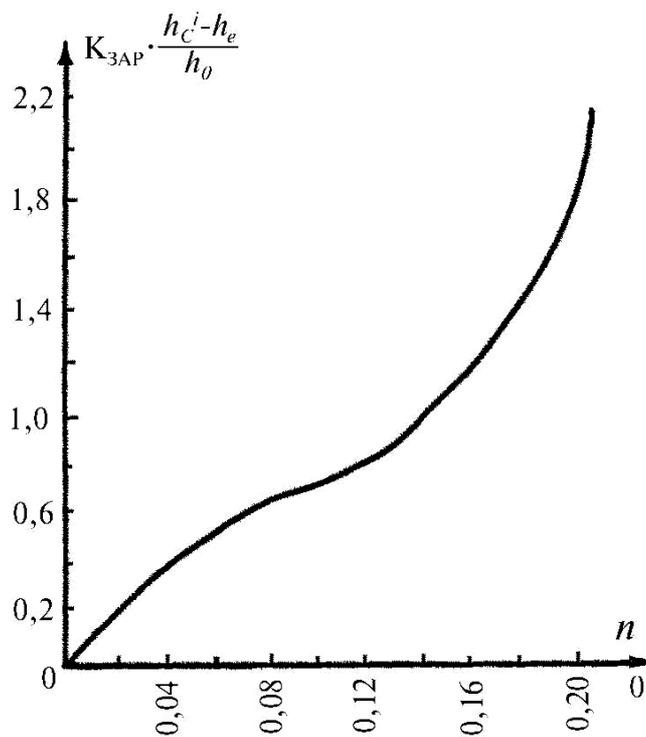
В современных условиях при проектировании каналов коллекторно-дренажной сети коэффициент шероховатости принимается постоянным и не учитывается влияние водорослей на наполнение водой и рабочей глубины дрены.

Изменение шероховатости русл коллекторов Шурузяк и Железнодорожный по сезонам года, определенное по физическим замерам гидравлических элементов потока и подсчитанное по формуле Г.В.Железнякова, аппроксимируется с сезонной динамикой распределения водорослей. Изменения от 0,04 в зимний период до 0,13 в летний в коллекторе Железнодорожный и определенное А.Э.Эргашевым распределение водорослей в этих коллекторах отражены на рис. 5.10.



**Рис.5.10.** Сезонное распределение водорослей (1, по А.Эргашеву) и изменения шероховатости (2) в коллекторах (Гаипназаров, 1987)

Для установления подъема горизонта воды в русле и потери рабочей глубины за счет повышения шероховатости проведен расчет "n" от степени зарастания, на основании которого построен график зависимости относительного наполнения открытой КДС от изменения ее шероховатости (рис.5.11).



**Рис.5.11. График зависимости наполнения открытой КДС от изменения её шероховатости (Гаиппазаров, 1987 г).**

Из этого графика определяется коэффициент, учитывающий зарастание КДС ( $K_{ЗАР}$ )

Уменьшение рабочей глубины дрены (глубина от поверхности земли до горизонта воды в дрене) за счет зарастания рассчитывается по формуле

$$h_P = h_n^p - [ h_0 + ( h_0 * K_{ЗАР} ) ] \quad (5.9)$$

где  $h_n^p$  - начальная (проектная) глубина дрены, м;  $h_0$  - исходная (проектная) глубина наполнения воды в дрене, м;  $K_{ЗАР}$  - коэффициент, определяющий степень зарастания КДС.

## **5.2. Методика многолетних прогнозов мелиоративного состояния при снижении работоспособности дренажных систем**

Долгосрочный прогноз изменения МСОЗ выполняется в два этапа. На первом этапе на основе динамики показателей МСОЗ, технического состояния ГМС, водообеспеченности и дренированности земель, состав-

ляются общие и частные водно-солевых балансы за ряд лет и разрабатывается комплексная модель мелиоративного процесса при функционировании ГМС. Эта модель адаптируется так, чтобы правильно отражала основные характеристики фактического мелиоративного процесса при функционирующей ГМС. Чем больше исходной информации, тем более точно можно адаптировать модель.

На втором этапе, с помощью эмпирических зависимостей отказов дренажных систем (5.1, 5.5, 5.8) прогнозируется снижение их работоспособности, дренированности земель. Влияние этого процесса на изменение МСОЗ рассчитывается прогнозом общих и частных водно-солевых балансов (см. гл.2) с учетом закономерностей снижения работоспособности. Такой подход позволяет предсказать снижение урожая сельскохозяйственных культур при ухудшении работоспособности дренажных систем и заблаговременно планировать ремонтные работы. В связи с большой трудоемкостью и сложностью многолетних прогнозов составлены алгоритм и программа для ПЭВМ класса IBM на языке FORTRAN. Долгосрочные прогнозы изменения водно-солевых режимов почв показаны нами на примере орошаемых земель Гулистанского района Сырдарьинской области. Рассмотрены следующие варианты:

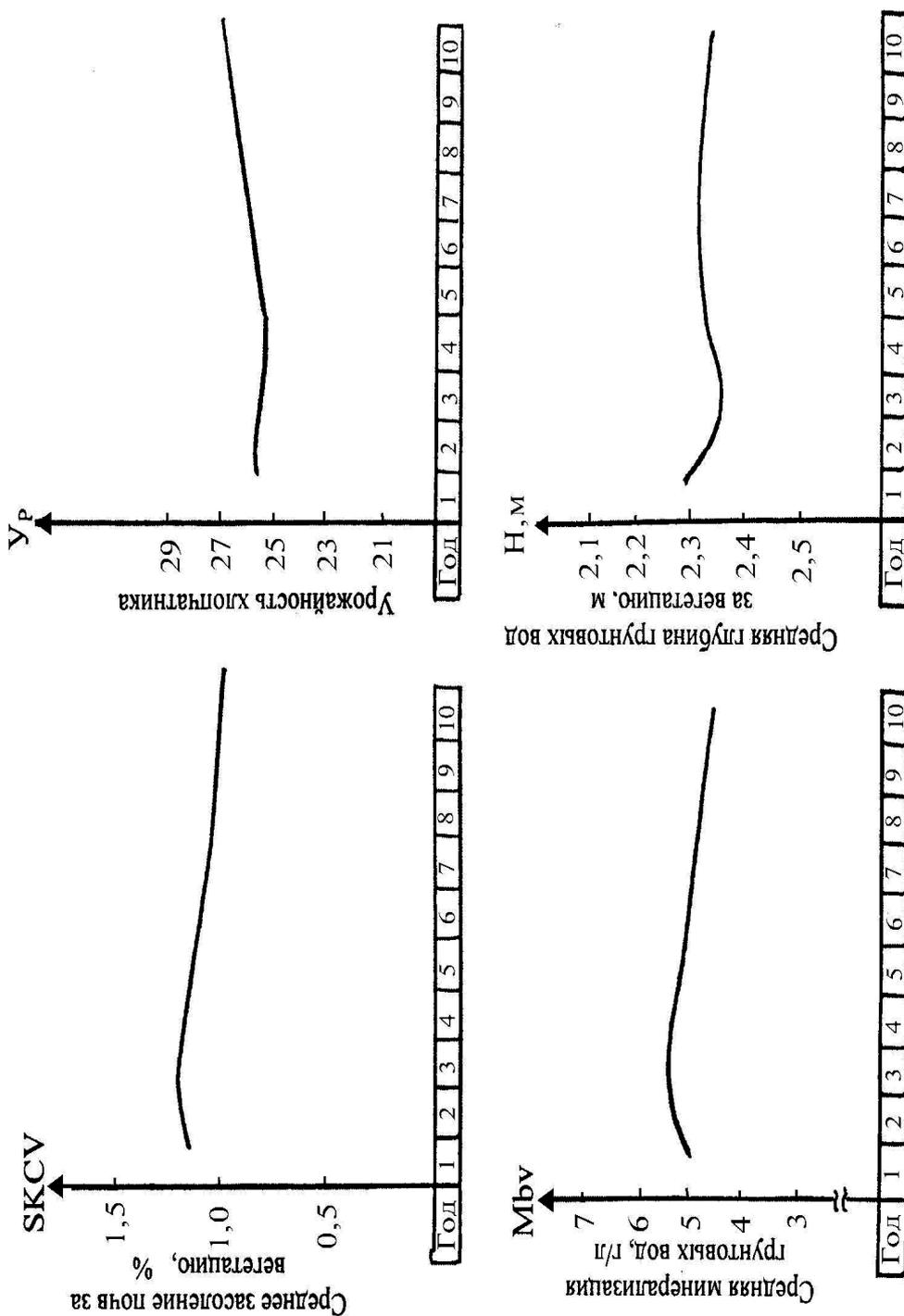
1. Долгосрочный прогноз МСОЗ при сохранении существующей водообеспеченности и работоспособности дренажа (дренированность).
2. Долгосрочный прогноз МСОЗ в зоне вертикального дренажа при снижении его работоспособности.
3. Долгосрочный прогноз МСОЗ в зоне открытого горизонтального дренажа при снижении его работоспособности (заиление).

Гулистанский район Сырдарьинской области площадью 31444 га расположен в северо-восточной части Голодной степи на первой, второй, третьей надпойменных террасах р.Сырдарьи. Первая терраса мощностью

покровного мелкозема 1-4 м дренируется открытым горизонтальным дренажем, а вторая и третья террасы вертикальным (128 скважин).

Ведущая отрасль сельского хозяйства района - хлопководство. Коэффициент земельного использования (КЗИ) равен 0,78; коэффициент земельного освоения (КЗО) - 0,90; коэффициент полезного действия магистральных каналов - 0,90-0,96; межхозяйственной сети - 0,81-0,91 и внутрихозяйственной - 0,70-0,80. По данным солевого опробования гидрогеолого-мелиоративной экспедиции (октябрь 1990 г), средне- и сильнозасоленные земли в зоне горизонтального дренажа отсутствуют, в зоне вертикального дренажа составляют 7,5 % от площади.

Как видно из расчетов первого варианта, если не предпринимать мероприятий по улучшению работоспособности дренажных систем, практически улучшения МСОЗ не происходит (рис.5.12).



Урожайность хлопчатника может возрасти за 10 лет только на 1 ц/га, да и это не стабильно, т.к. в отдельные годы, особенно в малые, она может быть ниже современных. Таким образом, даже при поддержании современного уровня дренированности (работоспособности дренажа) улучшение МСОЗ возможно лишь незначительно. Причина - отсутствие промывного режима орошения.

Рис.5.12. Длительный прогноз изменения показателей мелиоративного состояния в Гулистанском районе при сохранении современного технического уровня ГМС и мелиоративных режимов (КРС=0,59)

Второй вариант прогноза показывает, что в зависимости от величины КПРС ухудшение МСОЗ происходит разными темпами, однако увеличение КПРС может только "отодвинуть" сроки, но не позволяет избежать (рис. 5.13).

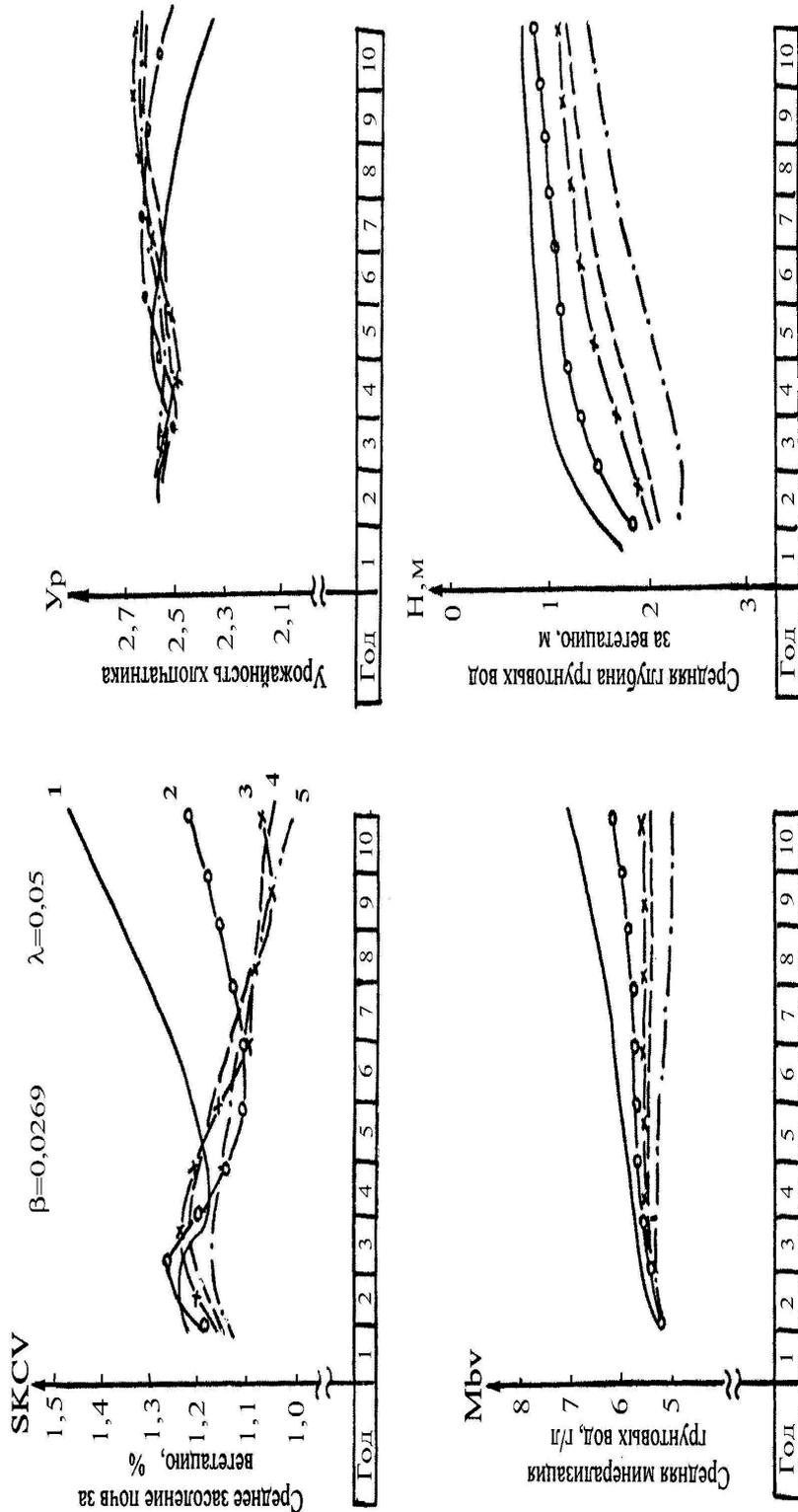


Рис.5.13. Длительный прогноз влияния снижения работоспособности СВД на показатели мелиоративного состояния в Гулистанском районе. КПРС: 1 – 0,3; 2 – 0,4; 3 – 0,5; 4 – 0,55; 5 – 0,65.

В связи с этим необходимы различные виды восстановительных работ по повышению производительности

НО-  
ИН.

Для этого в условиях Центральной Азии разработаны два способа восстановления дебита скважин: механический и импульсный.

В последующем, когда восстановительные работы не будут давать эффекты, производится перебуривание таких скважин с применением новых конструкций - некорродируемых, долговечных асбоцементных, полимерных, стеклопластиковых и полимербетонных труб / 12 /.

Прогнозы влияния постепенного заиления открытой КДС на показатели МСОЗ и урожайность хлопчатника рассмотрены на примере пойменной части Гулистанского района Сырдарьинской области.

Зону горизонтального дренажа разделим на два балансового контура. Для прогнозных расчетов исходным годом принят 1989 с фактической оросительной нормой  $881,8 \text{ м}^3/\text{га}$  - что составляет 101 % от плана, фактическая водоподача за невегетационный период равнялась  $568 \text{ м}^3/\text{га}$ , или 65 % от плана.

При фактических уровнях грунтовых вод дренажная сеть глубиной 2,2-2,3 м в I контуре работает в основном в вегетационный период. Коллектор проходит на пониженных участках рельефа, глубина составляет в среднем 3,5 м. Для расчета принята средневзвешенная глубина КДС 2,8 м, удельная протяженность  $14,7 \text{ пог.м/га}$ .

На II контуре из-за глубоких уровней грунтовых вод дренажная сеть не работает, в вегетационный период работает только коллектор глубиной 3,0 м с удельной протяженностью  $5,2 \text{ пог.м/га}$ . С этого контура объем дренаживания рекой составлял в 1986 г.  $2757 \text{ м}^3/\text{га}$ , в 1987 г. - 2998, в 1988 - 2557, в 1989 - 3390 в зависимости от колебания уровня воды в реке.

Почвогрунты в I и II контурах имеют слоистое строение с легкими суглинками, подстилающимися через 1-1,5 м песками. Почвы незасоленные и слабозасоленные, в I контуре средневзвешенная степень засоления на начало расходного периода (октябрь - 1988г.) составляла 0,72 %, во II контуре - 0,6 %. Минерализация грунтовых вод в обоих контурах  $2,4 \text{ г/л}$ .

Результаты прогнозных расчетов показаны на рис.5.14.

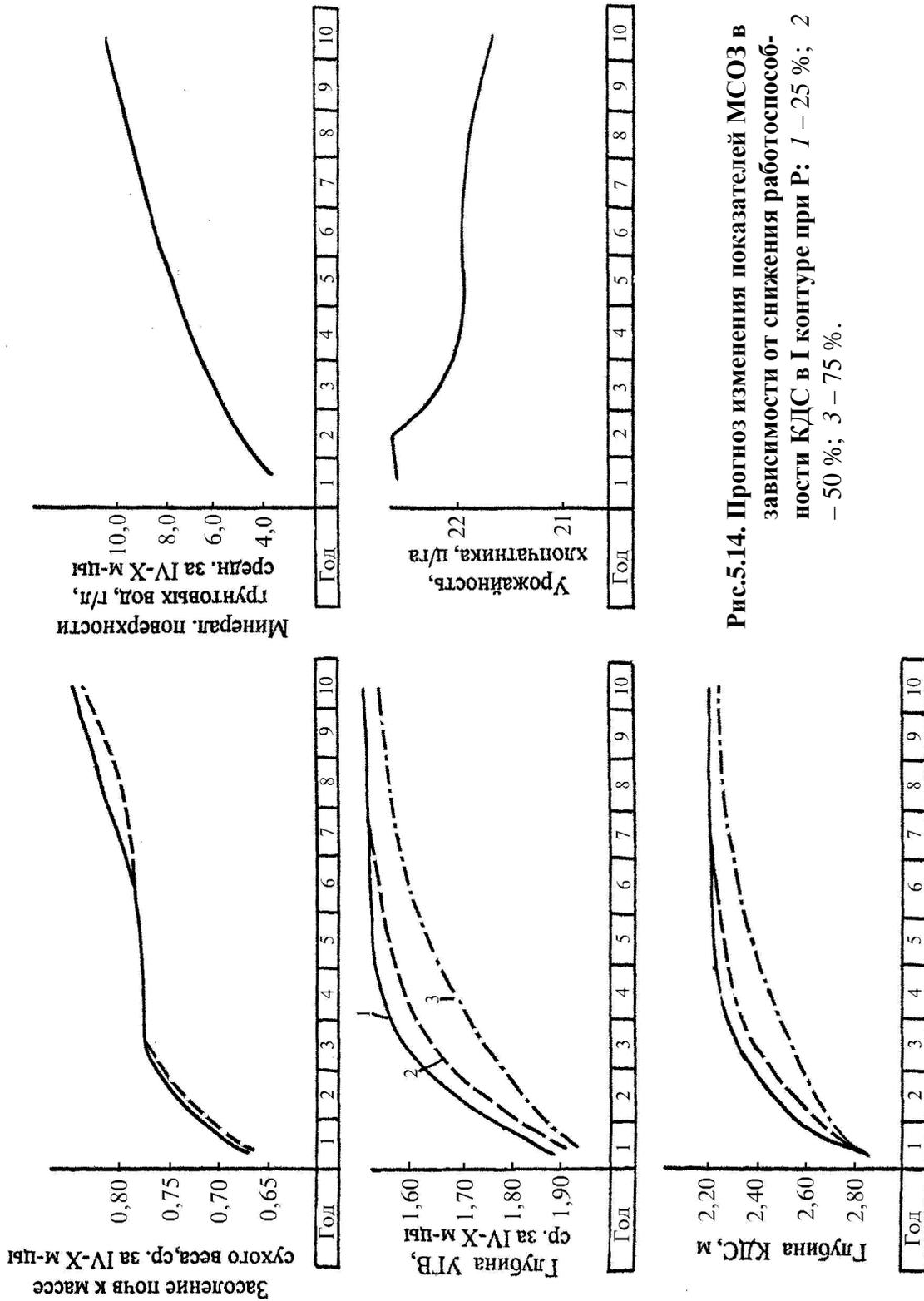
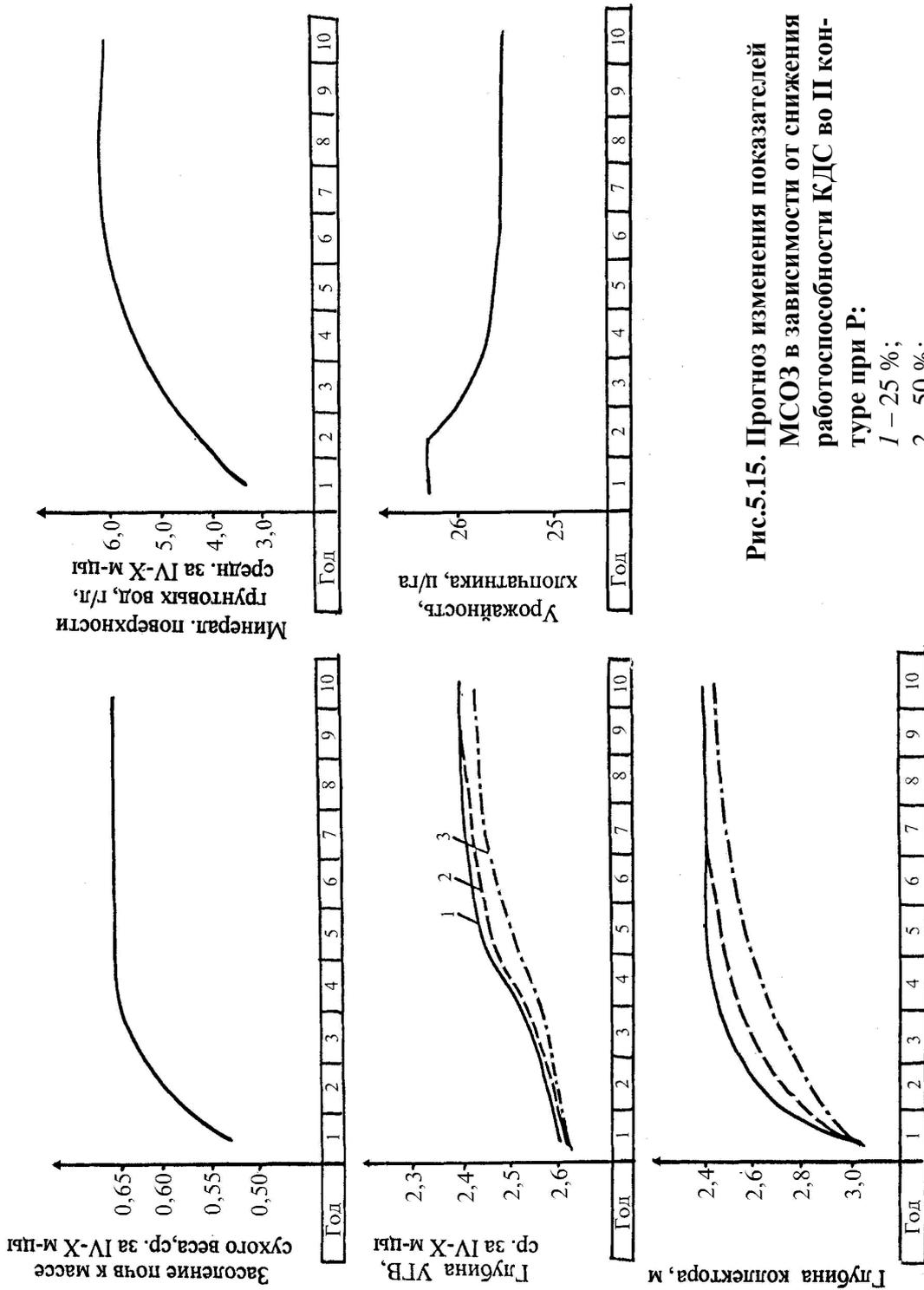


Рис.5.14. Прогноз изменения показателей МСОЗ в зависимости от снижения работоспособности КДС в I контуре при Р: 1 – 25 %; 2 – 50 %; 3 – 75 %.

Как видно, в I контуре на третий год происходит заметное ухудшение МСОЗ, степень засоления в среднем за вегетацию увеличивается с 0,67 % до 0,77 %, урожайность снижается с 22,7 до 22,2 ц/га. Далее происходит

замедление темпов ухудшения. С 6-го года темпы ухудшения МСОЗ и урожайности резко возрастают.

Во II контуре уменьшение за счет заиления рабочей глубины коллекторов с 3,0 до 2,5 м на 4-й год повлияло на рост засоления всего лишь на 0,1 %, далее рост засоления прекращается (рис.5.15).



**Рис.5.15. Прогноз изменения показателей МСОЗ в зависимости от снижения работоспособности КДС во II контуре при R:**  
 1 – 25 %;  
 2 – 50 %;  
 3 – 75 %.

### **5.3. Методика расчета сроков и объемов восстановительных работ на системах вертикального дренажа**

В настоящее время разработаны рекомендации по срокам и межремонтным периодам для водозаборных и дренажных скважин, эксплуатируемых в европейской части СНГ. В соответствии с ними для рационального режима эксплуатации рекомендуется назначать профилактические регенерации скважин с момента резкого изменения снижения удельного дебита на 20-30 % от первоначального. Период наступления интенсивного снижения дебитов при различных конструкциях фильтров составляет 0,5-2,0 года, что соответствует межремонтному периоду скважин, равному 1-2 годам / 201 /.

Нормативно-методических документов для обоснования сроков и объемов восстановительных работ на скважинах вертикального дренажа, работающих в агрессивных подземных водах аридной зоны нет.

Сроки и объемы работ по восстановлению производительности скважин предлагается установить исходя из условия гарантированного поддержания стабильно-благоприятного состояния.

Судя по приведенным данным на рис. 5.13 в Гулистанском районе требуются срочные меры по восстановлению дебита скважин и повышению коэффициента полезной работы системы (*КПРС*), иначе темпы реставрации засоления будут интенсивно увеличиваться и земли быстро выйдут из строя.

Следует обратить внимание, что ухудшение мелиоративного состояния земель наступает быстрее там, где минерализация откачиваемых вод наиболее высокая. Поэтому скважины нуждаются в ремонте для восстановления дебита не через 8 лет / 201 /, а раньше. Кроме того, результаты прогнозных расчетов свидетельствуют о том, что как бы высоко не по-

вышался *КППС*, с течением времени необходимость проведения работ по повышению дебита скважин неизбежна (рис. 5.13).

При оценке и обосновании восстановительных мероприятий для характеристики изменения дебита (удельного дебита) скважин могут быть использованы коэффициенты снижения ( $K_C$ ), восстановления ( $K_B$ ) и повышения ( $K_{II}$ ) дебита скважин:

$$K_C = \frac{q_o}{q_t}; \quad K_B = \frac{q_C^1}{q_o}; \quad K_{II} = \frac{q_o}{q_t} \quad (5.10)$$

где  $q_o^1$  - удельный дебит скважин после проведения восстановительных работ, л/см.

Коэффициенты  $K_C$  и  $K$  характеризуют техническое состояние скважин в определенные моменты времени. Значение  $K_C$ , при котором следует проводить восстановительные работы, в каждом конкретном случае должно устанавливаться при помощи технико-экономических расчетов, сопоставлением затрат на восстановление с ущербом от недобора урожая при отсутствии мероприятий по увеличению дебита скважин.

В связи с тем, что коэффициенты  $K_C$  и  $K_{II}$  зависят от продолжительности работы скважин и момента ввода их в эксплуатацию или момента производства в последние восстановительные работы на скважине, с учетом формул (5.10) можно записать

$$K_{II} = K_B \cdot e^{\bar{\beta}t}; \quad q_o^1 = q_t; \quad K_{II} = q_t \cdot K_B e^{\bar{\beta}t} \quad (5.11)$$

Значения коэффициентов  $K_B$ ,  $\bar{\beta}$ ;  $K_{II}$  в выражениях (4.50) могут изменяться в зависимости от способа восстановления дебита, "возраста" скважин, кратности восстановления и др.

Поэтому для определения начала восстановительных работ выполняется длительный прогноз влияния снижения работоспособности на показатели мелиоративного состояния и урожая по методике, изложенной в разделе 5.2. Определяется количественное значение дренированности, ниже которого начинается ухудшение мелиоративного состояния и уро-

жайности. При этом, как показывают длительные прогнозы и практика, мелиоративным процессам присуща определенная инерционность, ущерб урожаю начинается с некоторым "запаздыванием". Это обстоятельство необходимо учитывать при установлении сроков восстановления значения "критической" дренированности, чтобы не допустить ущерба урожая. В соответствии с прогнозами, мелиоративными расчетами определяется необходимая степень дренированности ("критическая"), удовлетворяющая требуемому мелиоративному режиму.

Для определения объема восстановительных работ (регенерация скважин или их перебуривание) с помощью составленной программы расчета на ЭВМ (см. раздел 5.2., рис. 5.12, 5.13) находится необходимая величина повышения дренированности до критической против исходной величины до восстановления ( $\Delta D_B$ ), при которой будет достигнут заданные темпы рассоления и благоприятный водно-солевой режим

$$\Delta D_B = [D_B] - D'_B \quad (5.12)$$

здесь  $D_B$  - объем откачек СВД, удовлетворяющий требованиям мелиорации ("критический дренажный модуль");  $D'_B$  - объем откачек до проведения восстановительных работ.

Число скважин, на которых необходимо проводить восстановительные работы с учетом КПРС, в прогнозных условиях определяются по формуле

$$n' = \frac{\Delta D_B F_B}{(Q_0 - Q_1) 86,4 T_{КПРС}} \quad (5.13)$$

где  $q_1$ ,  $q_0$  - дебит скважин соответственно до и после проведения восстановительных работ, л/с;  $T$  - календарная продолжительность работы СВД.

При одинаковых значениях КПРС до и после проведения восстановительных работ, число скважин, подлежащих ремонту, можно определить по формуле

$$n = \frac{(q - q_t) n}{q_0^1 q_1} \quad (5.14)$$

здесь  $q_t$  - средний дебит скважин СВД в рассматриваемый момент времени, л/с;  $q$  - средний расход скважины, соответствующий "критическому" дренажному модулю

$$q = \frac{[D_B] F_B}{86,4 n T КПРС} \quad (5.15)$$

С учетом формулы (5.11) выражения (5.13) и (5.14) можно записать в виде

$$n' = \frac{\Delta D_B F_B}{q_1 (K_B - e^{-\beta t} - 1) 86,4 T КПРС} \quad (5.16)$$

$$n' = \frac{(q - q_t) n}{q_1 (K_B e^{\beta t} - 1)} \quad (5.17)$$

На сроки и объемы восстановительных работ также влияют различные сроки строительства и ввода скважин в эксплуатацию. Отсюда разные темпы старения скважин.

С учетом всех изложенных положений составлена программа расчетов сроков и объемов ремонтно-восстановительных работ для ПЭВМ, блок-схема которого приведена на рис. 5.16.

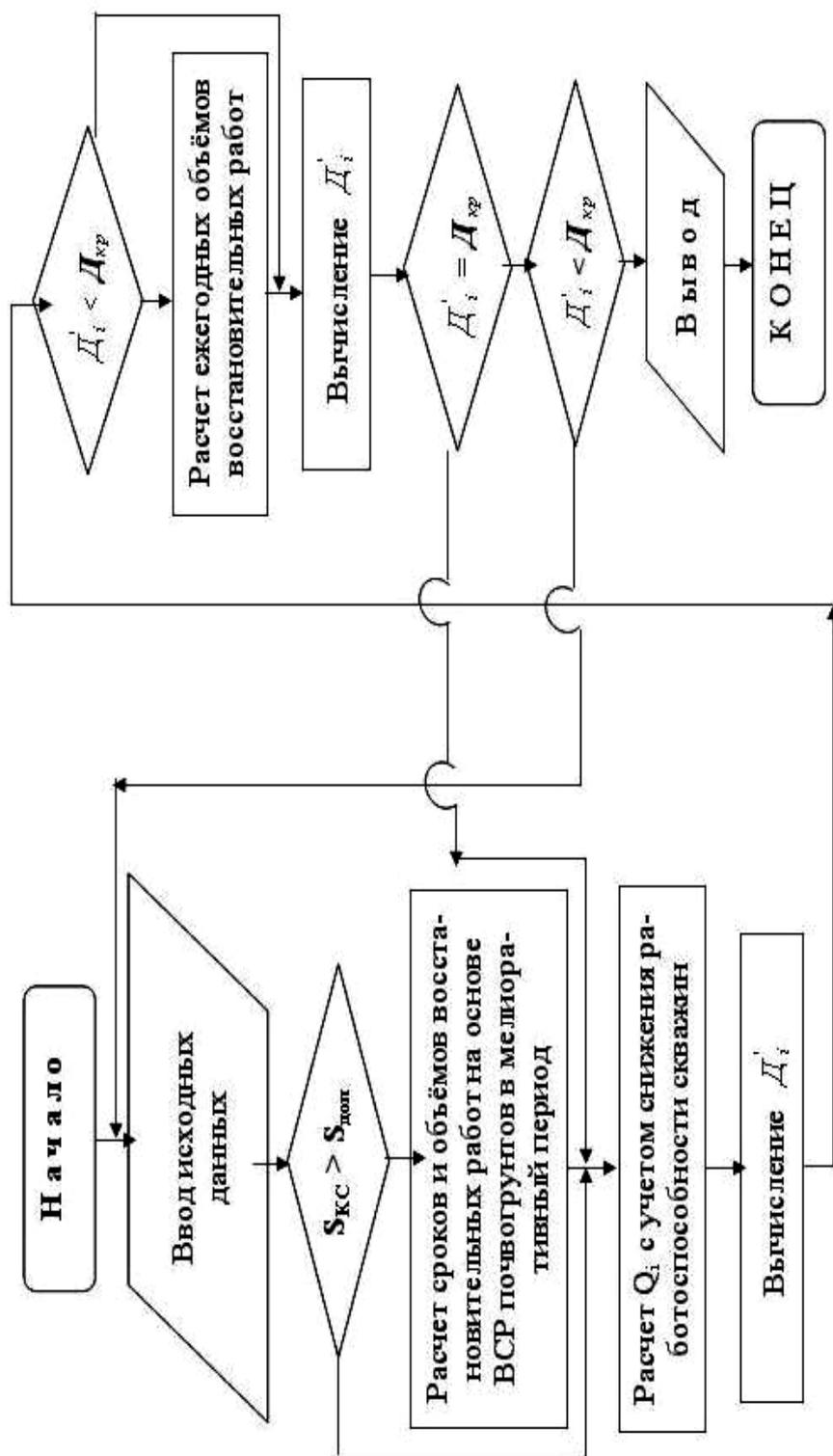


Рис.5.16. Укрупненная блок-схема алгоритма расчета для определения сроков и объёмов восстановительных работ на скважинах ВД.

По составленной программе нами выполнены прогнозные расчеты по определению сроков и объемов ремонтно-восстановительных работ для Гулистанского района при различных значениях коэффициента восстановления дебита и КПРС скважин вертикального дренажа.

За критическую дренированность в современных условиях для Гулистанского района могут быть приняты 4200 м<sup>3</sup>/га в год (рис.5.12, 5.13). Результаты расчета объёма ремонтно-восстановительных работ приведены в табл. 5.5.

Таблица 5.5

Ежегодные восстановительные работы на СВД Гулистанского района  
при различных значениях КПРС и К<sub>в</sub>

КПРС		лет эксплуатации СВД									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0,5	0,8	66	20	12	28	24	34	34	41	43	47
	0,9	45	10	9	14	16	18	20	23	25	26
	1,0	34	7	7	9	11	13	14	15	17	18
0,59	0,7	16	16	16	18	21	25	28	32	36	41
	0,8	8	8	9	9	11	12	14	16	17	19
	0,9	6	6	6	6	7	8	9	10	11	12
	1,0	4	4	5	5	5	6	7	7	8	9
0,65	0,6	-	-	-	11	24	24	26	31	36	42
	0,7	-	-	-	4	10	10	10	12	13	15
	0,8	-	-	-	3	6	6	7	7	8	9
	0,9	-	-	-	2	4	5	5	5	6	6
	1,0	-	-	-	1	4	4	4	4	4	5
0,70	0,6	-	-	-	-	-	-	10	14	15	16
	0,7	-	-	-	-	-	-	5	7	8	8
	0,8	-	-	-	-	-	-	3	5	5	5
	0,9	-	-	-	-	-	-	2	4	4	4
	1,0	-	-	-	-	-	-	2	3	3	3
0,75	0,6	-	-	-	-	-	-	-	-	1	10
	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	1	6
	0,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4
	0,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
0,80	0,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Из результатов расчета видно, что при очистке скважин долото-ершом (когда коэффициент восстановления изменяется от 65 до 80 %) первый межвосстановительный период длится более 10 лет, при этом объемы восстановительных работ соответственно составляют 9-8 скважин в год (рис.5.17, 5.18).

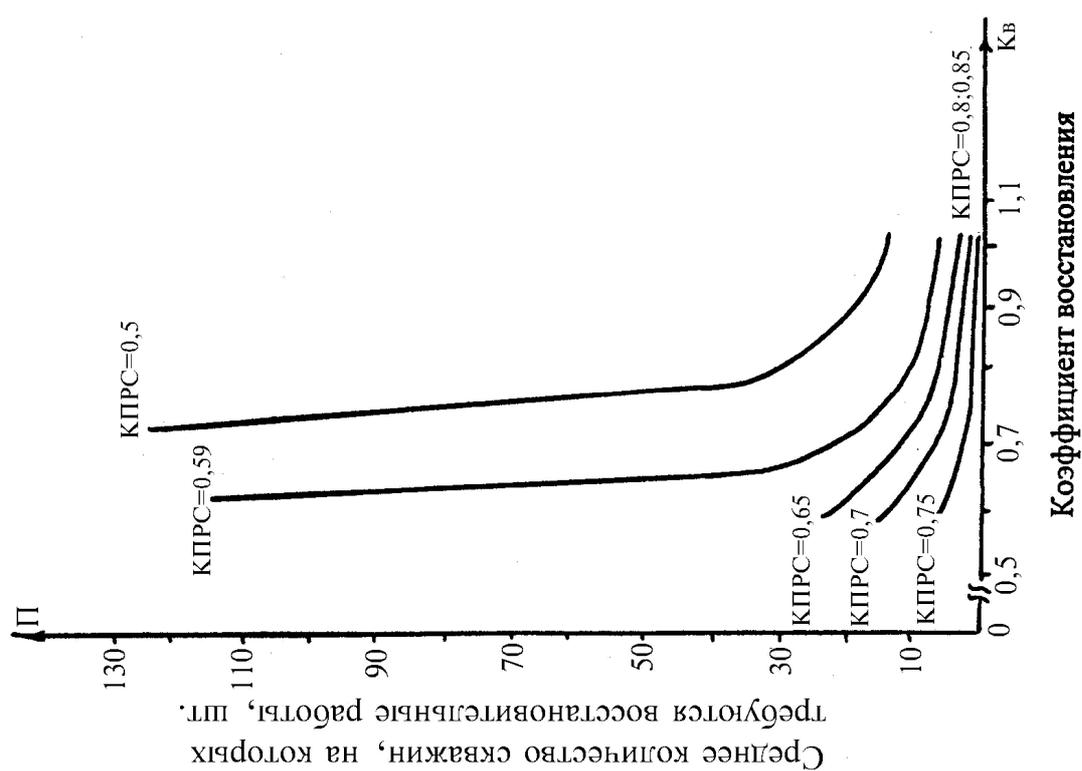


Рис.5.18. Ежегодные объемы восстановительных

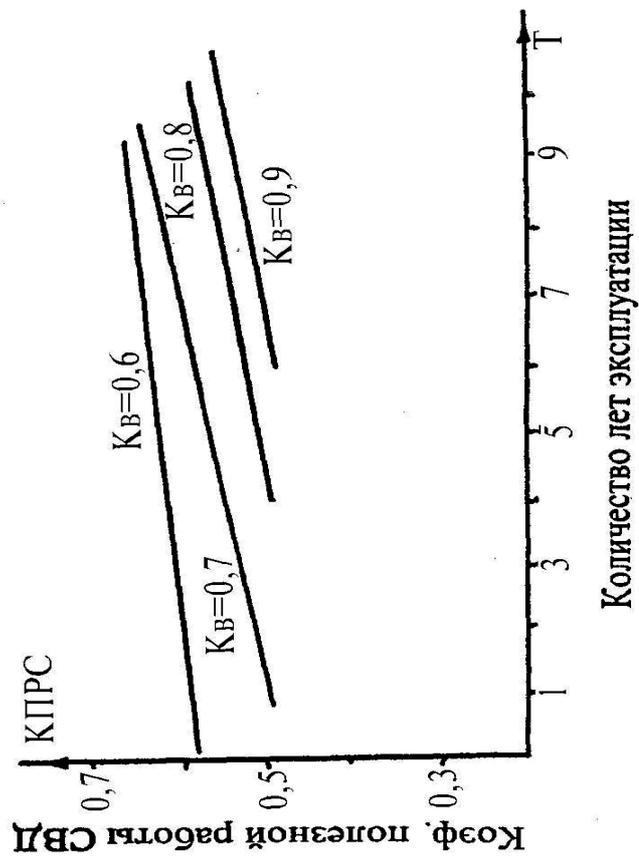


Рис.5.17. Влияние КПРС и  $K_v$  на длительность

Изменение КПРС, в меньшую сторону вызывает сокращение длительности межвосстановительных периодов и увеличение частоты восстановительных работ, а в большую сторону удлинит длительность межвосстановительных периодов (рис. 5.19).

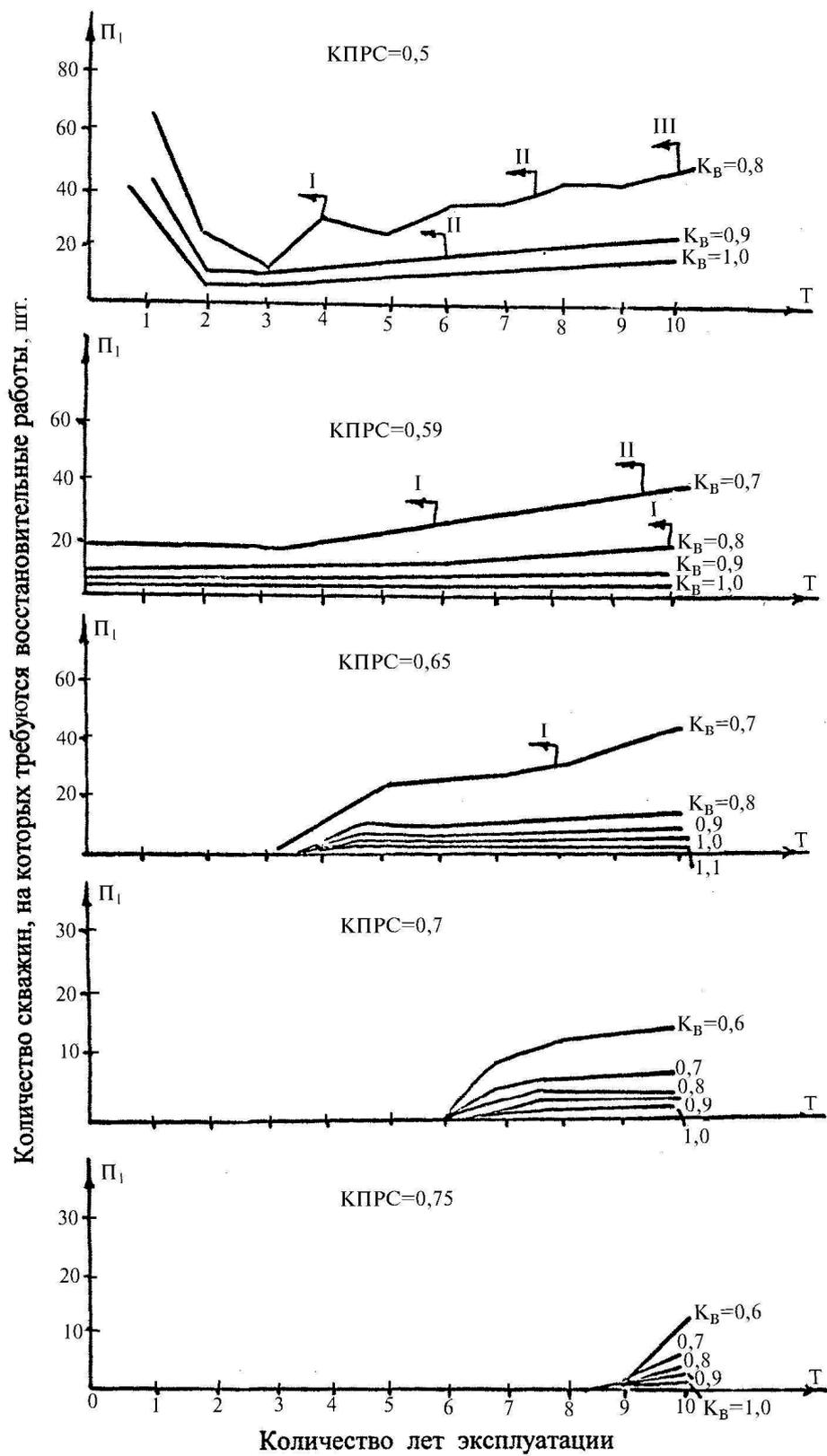


Рис.5.19. Прогноз ежегодных восстановительных работ на СВД Гулистанского района при различных значениях КПРС и  $K_B$

Но КПРС, как бы высоко не повышался, с течением времени необходимость проведения работ по увеличению дебита скважин неизбежно. С другой стороны, увеличение КПРС до определенных значений с точки зрения экономики нецелесообразно. Так как влечет за собой дополнительные расходы на ремонт часто отказывающего насосно-силового оборудования.

#### **5.4. Методика расчета потребных материально-технических ресурсов при управлении системой вертикального дренажа**

Необходимая продолжительность работы СВД устанавливается на основании расчетов прогнозных мелиоративных режимов. Поэтому величина КПРС (с учетом дебита скважин и их числа) может косвенно характеризовать дренированность изучаемой территории / 199 /.

В проектах развития вертикального дренажа величина КПРС принимается не менее 0,75-0,80, а в "Руководстве по проектированию режима работы систем вертикального дренажа для условий Средней Азии" - 0,85. Однако фактические среднееголетние значения КПРС даже на самых лучших СВД не превышают 0,72 (табл.5.6) (Якубов, Зайнутдинова, Икрамов).

Таблица 5.6

Причина простоя	Простои скважин СВД, % от общего числа простоев по областям			
	Сырдарьинская	Ферганская	Бухарская	Казахская часть
Ремонт отводящих сетей и сооружений на них	6 - 10	5 - 18	14 - 23	18 - 28
Просьбы хозяйств	12,5 - 18	25 - 86	3,8	4,8 - 72,0
Отсутствие электроэнергии	22 - 36	2 - 23	23,9 - 41,8	7,7 - 20,9
Отказы насосно-силового оборудования	55 - 66	2 - 31	23 - 53,6	15,9 - 43,4

ния				
Прочее	5 - 10	5 - 11	9,5	0,1 - 5,0

Если оценивать уровень эксплуатации СВД по коэффициенту использования системы (КИС), который представляет собой отношение фактического объема откачки ( $D_{\phi}$ ) к плановому ( $D_{пл}$ ), устанавливаемому по режима работы скважин / 193 / , то действующий вертикальный дренаж на практике не обеспечивает проектной дренированности территории для создания мелиоративного режима почв.

В проектах величина КИС принимается 0,85-0,90; фактически же она оказывается значительно ниже (табл. 5.1). Это объясняется не только низким значением КПРС, но и постепенным уменьшением дебита скважин в результате кольматации фильтра.

Низкий уровень эксплуатации СВД обусловлен простоями скважин, которые в Сырдарьинской области составляют от 28 до 60 %. Анализ опыта эксплуатации СВД показывает, что значение **КПРС**, равное 0,85; указанное в "Инструкции..." /193/ и "Руководстве..." / 143 / и установленное по результатам исследований на отдельных опытно-производственных системах, получить на крупных СВД практически невозможно. Это объясняется:

- невысоким техническим уровнем и разным качеством строительства скважин вследствие нарушения подбора состава гравийной обсыпки, что приводит к усиленному пескованию скважин и частым отказам насосно-силового оборудования;
- слабой оснащенностью ремонтных баз, не позволяющих своевременно и оперативно восстанавливать работоспособность насосно-силового оборудования;
- недостаточность обменного фонда насосно-силового оборудования, запасных частей, транспортных средств и ремонтных баз.

Низкий технический уровень эксплуатации СВД приводит к уменьшению дренированности территории и снижению эффективности мелиоративных мероприятий. Это обстоятельство указывает на необходимость повышения уровня эксплуатации СВД за счет удовлетворения потребности эксплуатационных организаций в необходимых материально-технических ресурсах.

В настоящее время как при проектировании, так и планировании эксплуатационных мероприятий действующих СВД решение вопроса материально-технического обеспечения базируется на нормах амортизационных отчислений, установленных для малодобитных скважин на воду, хотя эти скважины по функциональным задачам, условиям эксплуатации и параметрам резко отличаются от скважин вертикального дренажа.

Между тем основой планирования потребности материально-технических ресурсов должен быть укомплектованный режим откачек скважин ВД, который в окончательном виде представляется в форме годового имен-графика работы скважин ВД. Основным показателем, характеризующим укомплектованный режим откачек СВД, служит величина КПРС. С одной стороны, она отражает техническое состояние системы (надежность скважин и их элементов, уровень обеспеченности материально-техническими ресурсами, запасными частями, ремонтными бригадами, снабжение электроэнергией и т.п.), а с другой - характеризует дренированность подземных вод, в свою очередь, тесно связанную с формированием мелиоративного режима орошаемых земель.

Однако присущие СВД стохастические отказы ведут к вынужденным простоям. Поэтому обеспеченность материально-техническими ресурсами следует планировать с учетом оперативного устранения этих отказов. Для этого необходимо проверить возможность реализации укомплектованного режима откачек при известных размерах в эксплуатационной организации материально-технических ресурсов путем сопоставления заданных вели-

чин КППС с величиной, установленной на основе оценки надежности элементов системы, и величины обменного фонда.

Для оценочных расчетов по определению значения КППС на рассматриваемой СВД, которого можно достичь при имеющихся материально-технических ресурсах (новом оборудовании, поступающем за счет амортизационных отчислений, отремонтированных агрегатах), а также по выбору путей его повышения предлагается пользоваться следующим выражением, учитывающим показатели надежности:

$$KPPC = \frac{1}{1 + \lambda_H \tau_H + \lambda_{CV} \tau_{CV} + \lambda_{OC} \tau_{OC} + K_1 + K_2 + K_3} \quad (5.18)$$

где  $\lambda_H$ ,  $\lambda_{CV}$ ,  $\lambda_{OC}$  - соответственно интенсивность отказов электронасоса, станции управления и отводящей сети, 1/ч;  $\tau_H$ ,  $\tau_{CV}$ ,  $\tau_{OC}$  - соответственно среднее время устранения одного отказа указанных элементов скважин (простоя), ч. Зависит от имеющихся в распоряжении эксплуатационной службы материально-технических ресурсов;  $K$  - доля рабочего времени скважины, характеризующая простои из-за отключения электроэнергии ( $K_1$ ), по прочим техническим причинам ( $K_2$ ) по просьбе хозяйств и в соответствии с режимом откачек ( $K_3$ ). Фактические значения этих коэффициентов для Сырдарьинской области составляют соответственно 0,09; 0,03; 0,05.

Для определения численных значений параметров интенсивности отказов элементов скважин и затрат времени на устранение связанных с ними простоев на основании обобщения многолетних исследований САНИИРИ, проведенных на СВД в различных природно-хозяйственных условиях Средней Азии и Южного Казахстана, получены эмпирические зависимости и соотношения, которые приводятся ниже.

Интенсивность отказов электронасоса определяется следующим образом. По имеющимся данным гранулометрического состава гравийной

обсыпки и водоносного грунта копируемого горизонта рассчитывается

$$\text{коэффициент межслойности } C = \frac{D_{50}}{d_{50}}$$

где  $D_{50}$ ,  $d_{50}$  - соответственно диаметры частиц, меньше которых в составе обсыпки и водоносного грунта содержится 50 % по весу.

По зависимости, приведенной на рис. 5.1, определяется концентрация песка в откачиваемой воде при пуске скважины и по зависимости, приведенной на рис. 5.1, интенсивность отказов электронасоса ( $\lambda$ ). Зависимость на рис. 5.1 построена по результатам выборки, для которой использовали 15 % новых насосных агрегатов и 85 % прошедших капитальный ремонт.

Интенсивность отказов электронасосов должна определяться дифференциально в зависимости от состава гравийной обсыпки каждой скважины и грунта водоносного горизонта. Для СВД ее средневзвешенное значение составит

$$\lambda_{H}^{CB} = \frac{\lambda_{H}^1 n_1 + \lambda_{H}^2 n_2 + \dots + \lambda_{H}^i n_i}{\sum n} \quad (5.19)$$

здесь  $n_1, n_2, \dots, n_i$  - число скважин, каждой из которых соответствует свой коэффициент межслойности гравийной обсыпки.

Среднее время, затрачиваемое на устранение отказа "K"-ого элемента скважины (восстановление утраченной работоспособности), определяется следующим образом:

$$\tau_K = \frac{Q_K^n t_K^n + Q_K^P \tau^P + Q_K^O \tau_K^K}{Q_K^n + Q_K^P + Q_K^O} \quad (5.20)$$

где  $Q_K^n$  - число отказов, которые устранены благодаря наличию исправных запасных элементов;  $Q_K^P$  - число отказов, которые устранены после ремонта рассматриваемого элемента;  $Q_K^O$  - число отказов, которые не устранены из-за отсутствия исправного элемента за отдельные интервалы времени  $t_{KД}^K$  (причины отсутствия исправного элемента - недостаточ-

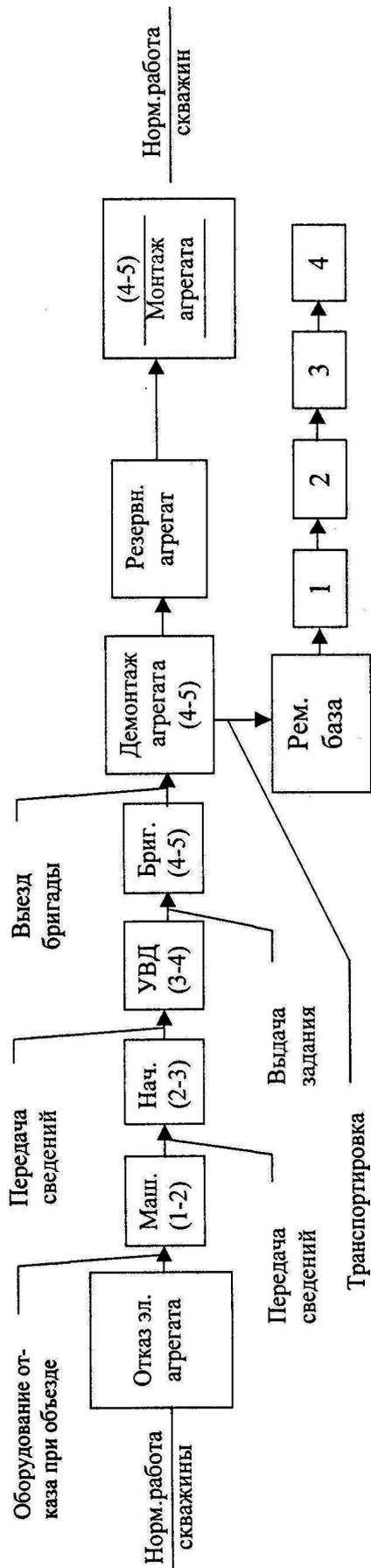
ная мощность ремонтной базы, отсутствие поступления новых элементов, неоперативное обслуживание скважин);  $\tau_K^n, \tau_K^o$  - соответственно время, затраченное на устранение отказа при наличии исправного запасного элемента и в случае его ремонта.

$$\tau_K^n = \tau_{об} + \tau_3 + \tau_{ДК} + \tau_{МК} \quad (5.21)$$

$$\tau_K^o = \tau_{об} + \tau_j + \tau_{ДК} + \tau_{МК} \quad (5.22)$$

здесь  $\tau_{об}; \tau_j; \tau_д; \tau_р; \tau_м$  - соответственно затраты времени на обнаружение отказа, подачу заявки, на демонтаж, ремонт и монтаж элементов скважин после ремонта.

НПО САНИИРИ разработана специальная схема для расчета затрат времени на устранение отказов электронасоса (рис. 5.20).



Примечание. Время восстановления приводится при благоприятном стечении обстоятельств, т.е. при своевременном обнаружении отказов, наличии резервных насосов, материалов, инструментов и транспорта.

Рис.5.20. Сетевой график восстановления работоспособности скважин (срочный ремонт), по А.Кузьменко (1983 г.).

Случающиеся на практике простои скважин из-за ремонта отказавших элементов и их отсутствия должны учитываться при анализе фактического

уровня КПРС в целях их ликвидации. В проектах эксплуатации СВД потребность в материально-технических ресурсах и мощность ремонтной базы должна определяться с таким расчетом, чтобы отказы элементов за любые промежутки времени можно было устранить за счет имеющихся в наличии исправных запасных элементов.

Интенсивность отказов станции управления ( $\lambda_{cy}$ ), согласно исследованиям САНИИРИ, можно принять равной 0,00016, 1/2 (В.Насыров, 1976). Время устранения отказа станции управления ( $\tau_{cy}$ ) определяется аналогично времени устранения отказа электронасоса, за исключением длительности монтажа и демонтажа агрегатов, которая составляет 0,52.

Простои скважин из-за отказа отводящей сети ( $\lambda_{oc}$ ) обусловлены заиливанием ее песчано-глинистыми отложениями, содержащимися в откачиваемой воде. Величина ( $\lambda_{oc}$ ) зависит от поступающего количества насосов, гидравлических элементов отводящей сети (которые представлены железобетонными лотками, закрытыми трубопроводами или открытыми каналами в земляном русле) и транспортирующей способности сети.

В.А.Скрыльниковым (1983 г) предложен метод определения интенсивности отказов и простоев скважин для случая, наиболее распространенного в изучаемом регионе, когда отводящая сеть представлена параболическими лотками. Общая схема расчета приемлема и для других конструкций отводящей сети.

Транспортирующая способность потока рассчитывается по формуле

$$\frac{P}{\gamma_B} = \left( \frac{2 J F_2^{0,3} - 0,000414}{3,5} \right)^{1,147} \quad (5.23)$$

где  $\gamma_B$  - объемный вес воды, равный 1000, г/л;  $F_2$  - число Фруда.

Далее рассматривается объем отложений наносов в лотковой сети в зависимости от числа пусков и времени эксплуатации, при котором необходима очистка лотков от наносов.

Предположим, что отложения в лотке длиной  $l$  примут форму пирамиды с объемом  $1/3$ . Объем отложений за один пуск определим по формуле

$$G = \frac{Q}{\gamma H} \sum_0^t t_i (\rho_i - \rho_0), \text{ м}^3 \quad (5.24)$$

где  $G$  - объемный вес отложений наносов, г/л;  $t_i$  - интервал времени, в котором мутность потока равна  $\rho_i$ ;  $\rho_i$  - мутность потока в  $t_i$ -том интервале времени, г/л;  $\rho_0$  - начальная мутность потока, г/л.

Глубина отложений наносов в начальной части лотка рассчитывается следующим образом

$$h_H = \left( \frac{9GN^*}{4Z\sqrt{2P}} \right)^{1/1.5} \quad (5.25)$$

где  $N^*$  - число пусков скважин за определенный период.

Число пусков до критического занесения равняется

$$N_{KP} = \frac{4Z\sqrt{2P}h^{1/5}}{9G} \quad (5.26)$$

Интенсивность отказов отводящей сети определяется как

$$\bar{\lambda} = \frac{N_{KP}}{N_G} \quad (5.27)$$

где  $G$  - число пусков скважин за год. По данным исследований САНИИРИ, величина  $G$  может изменяться от 40 до 400.

Время устранения отказа рассчитывается по формуле

$$\tau_{OC} = \tau_{об} + \tau_j + \tau_{OC} \quad (5.28)$$

где  $\tau_{OC}$  - время, необходимое для очистки лотка.

$$\tau_{OC} = \frac{G N_{KP} H_B}{n_C} \quad (5.29)$$

здесь  $H_B$  - норма времени на разработку вручную  $1 \text{ м}^3$  грунта I категории до глубины 1 м, равная 0,85 ч;  $n'$  - число смен.

Как отмечалось ранее, при проектировании СВД требуется выполнить расчетное обоснование обеспеченности материально-техническими ре-

сурсами для достижения заданного значения КПРС, т.е. необходимо установить потребное количество исправных резервных агрегатов (обменный фонд) и число бригад обслуживания, осуществляющих монтаж-демонтаж оборудования на скважинах, очистку и ремонт отводящей сети, гидротехнических сооружений и т.д. и оснащенных подъемно-транспортными средствами, другим оборудованием / 193 /.

Величина объемного фонда ( $Q_{CP}$ ) определяется как сумма ожидаемого числа отказов элемента всех скважин системы за рассматриваемый период ( $Q_K$ ) и страхового запаса ( $C_K$ ), который образуется за счет равномерного поступления исправного оборудования в течение года и неравномерного распределения КПРС за этот же период, полученного в результате укомплектования режима откачек

$$Q_{\Phi K} = a_K + C_K \quad (5.30)$$

Количество необходимого исправного оборудования ( $I_K$ ) определяется по формуле:

$$a_K = N_K = \lambda_K T_K \text{ КПРС } n \quad (5.31)$$

Величина  $N_K$  складывается из количества новых агрегатов, поступающих за счет амортизационных отчислений и отремонтированных

$$N_K = n_{K..HOV} + n_{K..OTP} \quad (5.32)$$

$$n_{K..HOV} = K_H n_1 \quad (5.33)$$

где  $K_H$  - нормативный коэффициент, определяемый по / 199 /.

Путем сопоставления количества необходимого исправного оборудования за рассматриваемый период с количеством нового, поступающего за счет амортизационных отчислений, устанавливаем, какое количество отказов должно компенсироваться за счет ремонтов, т.е. мощность ( $M_K$ ) ремонтной базы для восстановления работоспособности  $K$  - того элемента

$$M_K = I_K - n_{K..HOV} \quad (5.34)$$

Страховой запас рассчитывается следующим образом.

Исходными данными для расчета служат число скважин СВД; внутригодовое распределение КПРС в соответствии с планом-графиком режима откачек СВД; интенсивность отказов  $K$ -того элемента скважины ( $\lambda$ ); поступление новых элементов за счет амортизационных отчислений ( $n_{K..HOB}$ ); годовая мощность ремонтной базы ( $M_K$ ).

Поступление новых и отремонтированных на ремонтной базе  $K$ -тых принимается равномерным по месяцам в течение года или берется из практически эксплуатационных организаций на изучаемом объекте.

Ожидаемое число отказов по месяцам  $K$ -того элемента скважины устанавливается по формуле (5.36) исходя из месячных КПРС в соответствии с укомплектованными планом-графиком режима откачек СВД.

Сопоставляя ожидаемое число отказов за каждый месяц и количество поступающих за это время исправных элементов (новых и отремонтированных), рассчитываем необходимый страховой запас на каждый месяц

$$\Delta C_{Kj} = (n_{K..HOB,j} + n_{K..OTP}) a_{ki} \quad (5.35)$$

при  $C_{Kj} \geq 0, \quad C_{Kj} = 0$

Величина страхового запаса на начало года определяется как

$$C_K = \begin{cases} 0, & \text{если } (C_{Kj-1} + C_{Kj}) \geq 0 \\ \max [ C_{Kj} = \\ I \Delta C_{Kj-1} + C_{Kj}, & \text{если } (C_{Kj-1} + C_{Kj}) < 0 \end{cases} \quad (5.36)$$

После определения страхового запаса необходимо уточнить требуемую мощность ремонтной базы и количество поступающего оборудования за счет амортизационных отчислений

$$M_K = I_K + C_K - n_{K..HOB} \quad (5.37)$$

$$n_{K..HOB} = (n + C_K) K_H \quad (5.38)$$

Необходимое число бригад обслуживания рассчитывается следующим образом. Определяется годовой объем работ  $k$  при откачках  $K$ -того элемента скважин

$$W_K = \lambda_K KPPC T_K n H_{BP} \quad (5.39)$$

где  $H_{BP}$  - норма времени на монтаж и демонтаж элемента скважины, чел/ч.

Годовой фонд времени  $t_{раб}$  при одновременной работе и шестидневной рабочей недели на одного человека составляет

$$t^r_{раб} = 8,2 * T_{раб} \quad (5.40)$$

где  $T_{раб}$  - число рабочих дней в году с учетом отпусков, временной нетрудоспособности и др. (4,4 % от  $T_K$ ).

Таким образом, число рабочих  $P_K$ , которое потребуется для производства монтажа и демонтажа:

$$P_K = \frac{W_K}{t^r_P} \quad (5.41)$$

и количество бригад обслуживания  $B$ :  $B = \frac{P_K}{n_б}$

(5.42) где  $n_б$  - число рабочих в бригаде, чел.

Приведенный метод оценки и обоснования обеспеченности материально-техническими ресурсами заданного уровня КППС может быть использован и для других регионов, где эксплуатируются системы вертикального дренажа. Расчеты выполняются на основе изложенной методики. В качестве исходных данных приняты коэффициент межслойности для скважин Гулистанского района  $\frac{d_{50}}{D_{50}} = 50$  продолжительность работы системы и количество скважин для рассмотренных случаев.

Потребное количество электроэнергии рассчитано по формуле

$$\mathcal{E} = n KPPC N_{\mathcal{E}} t 24 \quad (5.43)$$

Потребное число новых насосов, отремонтированных (мощность ремонтной базы) страховой запас; необходимое число бригад определены соответственно по формулам (5.37-5.42). Результаты расчета приведены в табл.5.7.

Таблица 5.7

**Потребные объемы материально-технических ресурсов  
для эксплуатации СВД Гулистанского района**

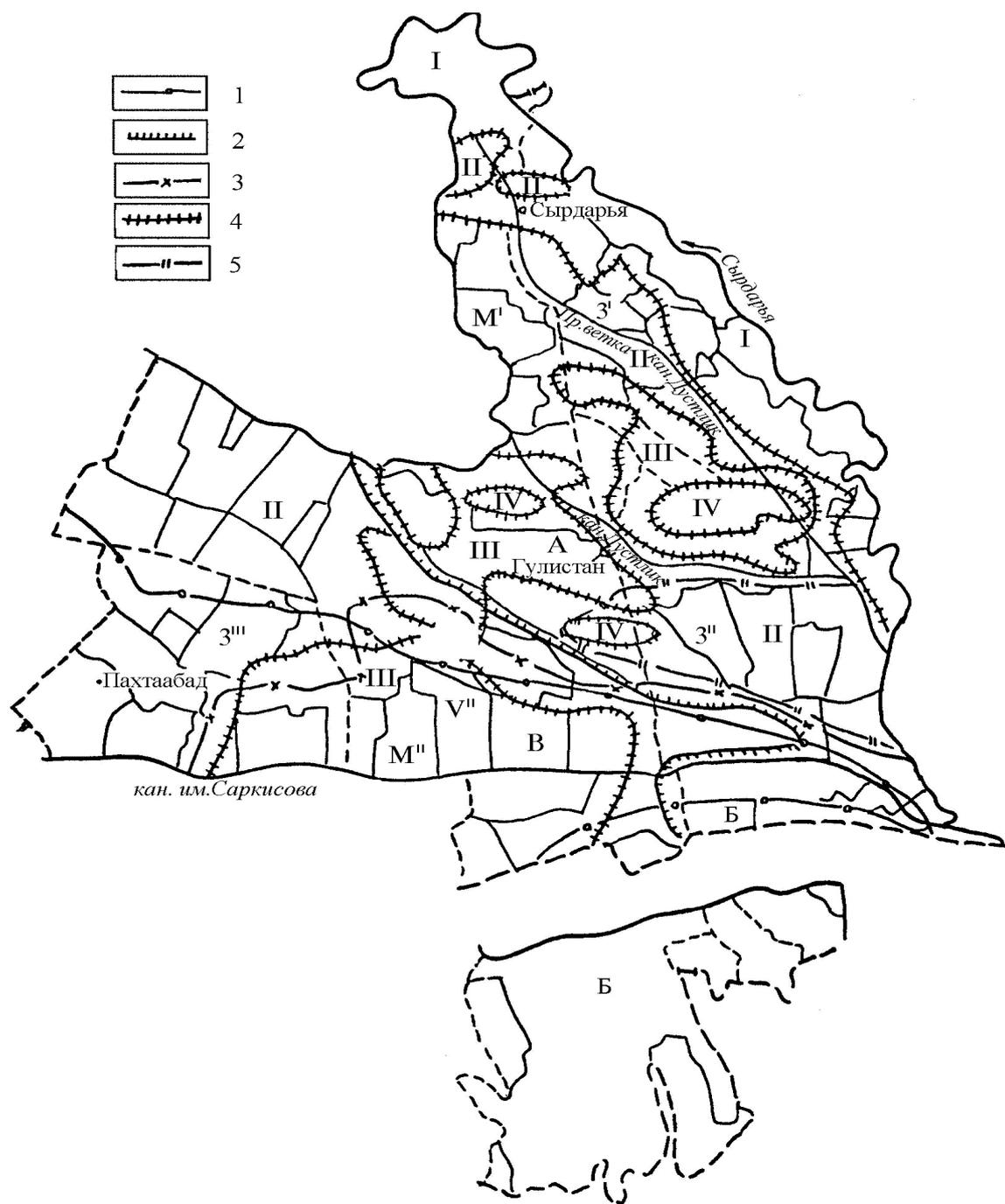
Показатель	В современных условиях и лимитах воды 112 скв.в/д, 13 скв. на орош. в пойменной части	В условиях обеспечения полного рассоления земель 130 скв. в/д, 17 скв.в пойменной части	После реконструкции ГМС	
			вариант консервирования скважин 68 скв. в/д 17 скв. на пойменном массиве	130 скв в/д на пойменном массиве
Число новых насосов согласно нормы амортизац. отчислений	49	59	32	55
Требуемое колич. отремонтированных насосов (мощность ремонтной базы)	155	165	82	66
Страховой запас погружных насосов	16	22	5	-
Годовой объем работы для бригады обслуживания	5749	6198	3454	3155
Потребное число бригад обслуживания	1	1	1	1
Потребное количество электроэнергии, млн.квт.ч	17,67	19,05	10,26	10,35

**5.5. Методика расчета сроков и объемов очистки систем  
открытого горизонтального дренажа**

Основной принцип обоснования сроков и объемов ремонтно-восстановительных работ мелиоративных систем - недопущение ухудшения мелиоративного состояния орошаемых земель и ущерба урожая - устанавливается с учетом:

- почвенно-мелиоративных и гидрогеологических условий;
- закономерности отказов и снижения работоспособности КДС в период их эксплуатации;
- прогнозирования влияния снижения работоспособности КДС на мелиоративное состояние орошаемых земель и урожайность сельскохозяйственных культур;
- природоохранных требований, сокращения сброса возвратных вод в реку путем регулирования мелиоративных режимов.

Надежная работа дренажных систем в процессе эксплуатации обеспечивается за счет проведения профилактических ремонтов (очистка). Районирование орошаемых земель по интенсивности заиления и зарастания дрен дает возможность научно обоснованно планировать профилактические ремонты на перспективу между административными районами, определять объем работы и потребность механизмов ремонтных организаций (рис. 5.21), (табл.5.8).



**Рис.5.21.** Схема районирования коллекторно-дренажной сети Сырдарьинской области по интенсивности заиления и зарастания (Гаипназаров, 1987 г).  
 Границы: 1 – областей (геоморфологических элементов), 2 – районов (с раз-

личной минерализацией коллекторно-дренажных вод), 3 – подрайонов (с различной скоростью дренажных вод), 4 – участков; 5 – подучастков.

Таблица 5.8

Таксономические принципы районирования орошаемых земель по интенсивности заиления и зарастания открытой коллекторно-дренажной сети (Гаипназаров)

Единица районирования	Основные признаки районирования	Название единиц районирования	Обозначения
Область	Форма рельефа	1. Аллювиальные террасы	А
		2. Конусы выноса	Б
		3. Аллювиально-проллювиальные наклонные равнины	В
		4. Древние и современные приморские дельты рек	Г
Район	Минерализация коллекторно-дренажных вод	1. До 8 г/л	М
		2. Более 8 г/л	М
Подрайон	Скорость воды в КДС	1. До 0,5 м/с 2. Более 0,6 м/с	
Участок	Мехсостав и литологическое строение грунтов	1. Слоистое строение, облегчающееся книзу	І
		2. Негипсованные легкие и средние суглинки > 0,004 мм	ІІ
		3. Гипсованные легкие и средние суглинки, негипсованные тяжелые суглинки и глины	ІІІ

		< 0,004 4. Гипсованные (> 5 %) тяжелые суглинки и глины < 0,004 мм	IV
Подучасток	Заращение	1. Слегка заросшие 0,035-0,05	3
	водорослями и	2. Значительно заросшие 0,05-0,08	3
	воднопри- брежными рас- тениями	3. Сильно заросшие 0,08-0,15	3

При составлении плана ремонтно-восстановительных работ на дренажных системах учитываются, планово-предупредительные ремонты на перспективу при планировании эксплуатации ГМС для поддержания всей системы в рабочем состоянии, оперативные на основании текущего контроля мелиоративного состояния земель для конкретных участков орошаемых земель, где требуется повышение дренированности.

Прогноз влияния снижения работоспособности КДС на мелиоративное состояние земель устанавливается балансовым методом. Параметры дренажа рассчитываются по формуле А.П.Вавилова, основанной на использовании уравнения полного водного баланса орошаемых территорий и с учетом полученных зависимостей (5.2 - 5.5, 5.8, 5.9), характеризующих снижение работоспособности КДС в различных геологолитологических и гидрогеологических условиях.

Для установления начала ремонтно-восстановительных работ составляются длительные прогнозы общих и частных водно-солевых балансов (рис. 5.14). При анализе результатов балансовых расчетов выявляются направления мелиоративных процессов, общие количественные изменения показателей за определенный период, основные факторы, их обуславливающие. Определяется момент ухудшения мелиоративного состояния и с учетом недопущения ущерба урожаю заблаговременно назначаются сроки

очистки. Прогнозные расчеты производятся ежемесячно на ЭВМ по разработанной программе (рис. 5.16).

При установлении сроков ремонтно-восстановительных работ учитывается влияние снижения работоспособности КДС на мелиоративное состояние и урожайность хлопчатника. Ниже приведена корреляционная связь снижения урожайности хлопчатника от степени засоления почв (А.А.Адылов):

$$Y = 0,9993 - 0,1328 S - 0,0888 S^2 + 0,169 S^3 - 0,0008 S^4 \quad (5.44)$$

Для определения объема работ устанавливается  $h_{др}^p$  - глубина дренажа, обеспечивающая необходимую дренированность и глубина УГВ ( $D_{г}$ ,  $h_{ГР}$ ), определенная расчетом прогнозных водно-солевых балансов по формуле

$$h_{др}^p = h_{ГР} + H + h_0 + \Delta H \quad (5.45)$$

где  $H$  - средний потребный напор в междренье для обеспечения необходимой дренированности для легких грунтов рекомендуется принимать равным 0,5 м; средних - 0,8; тяжелых - 1,0;  $h_0$  - наполнение воды в дрене, м;  $\Delta H$  - высота высачивания грунтовых вод в дрены, м.

Изменение глубины открытой КДС в процессе эксплуатации определяется по зависимостям (5.8, 5.9).

$$\text{Объем ежегодных работ} \quad W = \omega \sum l, \quad (5.46)$$

$$\omega \Delta h (2m_3 \Delta h + b)$$

$$\Delta h = h_{др}^p - h_{др}^{\phi}$$

где  $m_3$  - коэффициент заложения откосов;  $b$  - ширина дрены по дну, м;

$\sum l$  - суммарная протяженность дренажа, подлежащая очистке в год

$$\sum l = \frac{l_{общ}}{t_{МРП}} \quad (5.47)$$

где  $l$  - общая протяженность дренажа, м;  $t_{МРП}$  - продолжительность межремонтного периода, лет.

Обоснование оперативных ремонтно-восстановительных работ или дополнительного строительства дренажа для конкретных объектов решается в следующем порядке:

1. На картографическом материале определяются искомые контуры, требующие повышения дренированности ( $D$ ), т.е. территории, где  $h_{\phi} < [h]$  при  $B_{\phi} \leq [B]$

здесь  $h_{\phi}$ ,  $[h]$  - фактическая и нормативная (оптимальная) глубина грунтовых вод, м;  $B_{\phi} \leq [B]$  - фактическая и нормативная водообеспеченность, м<sup>3</sup>/Га .

2. Анализируется техническое состояние дренажных систем на изучаемой территории по схеме: водоприемник-коллектор-собираТЕЛЬ-дренаж.

3. Прогнозным расчетом водно-солевого режима почвы определяется ее дренированность ( $D$ ).

4. С использованием значения глубины грунтовых вод ( $h_{ГР}$ ) по прогнозным расчетам или действующей "Инструкции по ведению кадастра..." определяется расчетная глубина дренажа по формуле (5.45)

5. Если при фактической глубине ( $h_{др}^{\phi}$ ) и междренним расстояниям ( $a_d^{\phi}$ ) необходимая дренированность ( $D$ ) не обеспечивается, требуется очистка дренажа до расчетной глубины

$$t_1 = h_{др}^p - h_{др}^{\phi} \quad (5.48)$$

6. Для наиболее распространенной геофильтрационной схемы Сырдарьинской области при заданном необходимом значении дренированности междреннее расстояние определяется по формуле

$$a_d = 4 \left( \sqrt{f + \frac{TH}{2q}} - f \right) \quad (5.49)$$

где  $f$  - фильтрационное сопротивление, м;  $T$  - проводимость водонапорной толщи, м<sup>2</sup>/сут;  $H$  - необходимый напор на междренье, м;  $q$  - интенсивность инфильтрационного питания, м/сут.

7. При  $h_{др}^p = h_{др}^\phi$  и  $a'_d < a_d^\phi$  рассматривается вариант углубления до  $a''_d$ , при этом учитывается вертикальное сопряжение КДС

$$t_2 = h_{др}^{p1} - h_{др}^\phi \quad (5.50)$$

8. Междреннее расстояние ( $a''_d$ ) рассчитывается при  $h_{др}^{p1}$ , в случае  $a''_d < a_d^\phi$  предусматривается дополнительное строительство дренажа. Протяженность дополнительного дренажа на данную территорию ( $F$ ) определяется так

$$l = \Delta l_{уд} F \quad (5.51)$$

где  $\Delta l_{уд}$  - прирост удельной протяженности для обеспечения необходимой дренированности

$$\Delta l_{уд} = \frac{10000}{a''_d - a_d^\phi} \quad (5.52)$$

Сроки и объем очистки КДС в зоне действия вертикального дренажа определяются исходя из условия поддержания проектной глубины собирающих, коллекторов и минимального целесообразного объема использования механизмов. Количество механизмов определяется с учетом директивной доработки.

При очистке КДС нормальная выработка и рентабельность экскаваторов с рабочим оборудованием драглайн обеспечиваются при удельном объеме выемки не менее  $1 \text{ м}^3/\text{м}$ , который при первом типе размера дренажных каналов соответствует высоте заиления  $0,55 \text{ м}$ , а при втором -  $0,35 \text{ м}$ .

В зависимости от типа почвогрунтовых профилей по формуле (5.5) определяется время достижения высоты заиления  $0,55$  или  $0,35$ .

Расчеты сроков и объёмов очистки открытой коллекторно-дренажной сети производим на примере Гулистанского района.

**1 участок.** Пойменного массива Гулистанского района. Протяженность дренажной сети  $51,3 \text{ км}$ , собирающих и коллекторов  $48,9 \text{ км}$

1. Из графика изменения показателей мелиоративного состояния земель при длительном прогнозе (см. рис.5.14) устанавливаем срок начала очистки КДС - 5 лет.

2. С учетом критической дренированности ( $h_{УГВ}$  - 1,6 м) определяем расчетную глубину дрен

$$h_{ДР}^P = 1,6 + 0,5 + 0,1 + 0,3 = 2,5 \text{ м}$$

3. Определяем прогнозную (фактическую) глубину дрен при периодичности очистки 5 лет.

$$h^\Phi = 2,5 - 0,31 + 0,31 (1 - e^{-0,058 \cdot 5}) = 2,11 \text{ м}$$

4. Определяем объем ежегодных объемов очистки

$$\Delta h = h_{ДР}^\Phi - h_{ДР}^P = 2,5 - 2,11 = 0,39 \text{ м}$$

$$\sum L = \frac{L_{общ}}{t_M P \Pi} = \frac{51300}{5} = 10260 \text{ м}$$

$$W = \omega \sum L = 1,04 * 10,260 = 10684 \text{ м}^3$$

5. Объем работ по коллекторной сети

$$\omega = 0,39 (2 * 1,5 * 0,39 + 2) = 1,24 \text{ м}^2$$

$$\sum L = \frac{48900}{5} = 9780 \text{ м}$$

### II участок. Пойменного массива

1. При  $h_{УГВ}^{BCГ} = 2,5$  существующие дрены (8,8 км) не действуют, поэтому их можно засыпать.

2. Из графика изменения показателей мелиоративного состояния земель (рис.5.15) установим начало очистки - 4 года.

3. При исходной глубине коллекторов 3,0 м, периодичности очистки 4 года и интенсивности заиления

$$\Delta h = 0,31 + 0,31 (1 - e^{\lambda t}) = 0,37 \text{ м}$$

определяем ежегодные объёмы работ

$$\omega = 0,37 (2 * 1,5 * 0,37 + 2) = 1,15 \text{ м}^2$$

$$\sum L = \frac{25500}{4} = 6375 \text{ м}$$

$$W = 1,15 * 6375 = 7331 \text{ м}^3$$

Профильные объемы земляных работ по поддержанию КДС в рабочем состоянии в зоне горизонтального дренажа Гулистанского района составляют ежегодно

$$\Sigma W = 10684 + 12127 + 7331 = 30142$$

**Зона вертикального дренажа.** Из 541,7 км КДС 128,7 км проходит на почвогрунтовых профилях II типа и 413,0 км - на III. По классификации типоразмеров ко II типу, т.е.  $b = 1,2 - 3 \text{ м}$ ,  $H = 3,5 - 5 \text{ м}$ ,  $m = 1,5$ .

Прогнозные расчеты изменения показателей МСОЗ со снижением работоспособности КДС выполнены при условии, что снижение производительности СВД не допускается (см. рис. 5.12).

С учетом интенсивности заиления КДС в различных типах почвогрунтовых профилей путем подбора определяем время достижения допустимой высоты заиления 0,35 м для каналов дренажной сети для II типа почвогрунтовых профилей

$$0,35 = 0,22 + 0,22 (1 - e^{-0,206 t}) \quad t = 4 \text{ года}$$

для III типа почвогрунтовых профилей

$$0,35 = 0,20 + 0,20 (1 - e^{0,227 t}) \quad t = 5,5 \text{ года}$$

Определяем протяженность КДС ежегодно подлежащей очистке

$$L_{II} = \frac{128700}{4} = 32185 \text{ м}$$

$$L_{III} = \frac{413000}{5,5} = 75210 \text{ м}$$

$$\omega = 0,35 (2 * 1,5 * 0,35 + 3) = 1,41 \text{ м}^2$$

$$W_{II} = 1,41 * 32185 = 45380 \text{ м}^3$$

$$W_{III} = 1,41 * 75210 = 106046 \text{ м}^3$$

$$\Sigma W = 45380 + 106046 = 151426 \text{ м}^3$$

## ГЛАВА 6

# ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ СОЗДАНИЯ КОМПЬЮТЕРНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ВОДНО- СОЛЕВЫМ РЕЖИМОМ ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ

## 6.1. Общие принципы разработки компьютерных информационных систем

Компьютерные информационные системы - один из этапов разработки автоматизированной системы управления водно-солевым режимом орошаемых земель, который, в свою очередь, является составной частью сложной организационно-технической системы управления мелиоративно-хозяйственной деятельностью.

При разработке компьютерных систем управления целесообразно, разделение ее на ряд подсистем, элементарными составляющими в которых служат подсистемы информационного, программного и технического обеспечения. При этом в качестве основной выделяется базовая подсистема.

Решение любой задачи в компьютерной системе управления водно-солевым режимом орошаемых земель невозможно без совокупности собранных, введенных в память компьютера и прошедших начальную обработку первичных данных. Следовательно, необходима подсистема, обеспечивающая возможность ввода, хранения данных, определяющих по структуре и значению предметную область, первичную обработку исходной информации, а также представляющая удобную для поиска любого блока информации с дальнейшей ее переработкой.

В связи с этим целесообразно принять за базисную подсистему информационную систему, которая должна содержать данные, необходимые для решения всех задач с помощью компьютерной системы управления водно-солевым режимом. Отметим, что любые изменения в информаци-

онной системы отражаются на всей соответствующей системе материального обеспечения.

При современной вычислительной технике и создании компьютерных систем с помощью объектно-ориентировочного подхода, данные и связанные с ними требования пользователя определяют систему обработки информации. В настоящее время сложился общий принцип при проектировании компьютерных систем, отражающих их общую направленность на максимальное удовлетворение потребностей конечного пользователя: "Данные первичны, программный код вторичен". Суть его заключается в том, что данные, определяющие по структуре и значению предметную область и характер требований пользователя и компьютерной системы, в общем случае определяют структуру программного кода.

Таким образом, компьютерная информационная система для управления водно-солевыми режимами представляет собой базу данных в комплексе с программными средствами ее поддержки и коммуникации с внешними информационными структурами, а также локальными серверами и конечными пользователями (рис.6.1). Ядром АИС является информационная база данных.

## 6.2. Подсистема информационного обеспечения

Информационное обеспечение предназначено для организации и ведения сложного информационного процесса в системе управления. Включает комплекс операций по сбору и подготовке информации об объекте, ее передачу, размещение и хранение в памяти компьютера для решения комплекса функциональных задач при принятии управленческих решений. На основании многолетних исследований автора, а также обобщения экспериментальных данных САНИИРИ и др. сформулированы новые принципы управления водно-солевым режимом орошаемых земель при остром

дефиците водных ресурсов и ухудшении экологической обстановки. Основные комплексы функциональных задач управления водно-солевыми режимами орошаемых земель на различных иерархических уровнях приведены в табл. 6.1.

Структура информационных потоков на различных иерархических уровнях управления показана на рис. 6.2 - 6.4.

При составлении информационных систем очень важно обеспечение достоверной и репрезентативной информацией АИСС с учетом сложности природно-хозяйственных условий объектов, динамичности процессов, а также намечаемых целей и задач, методик принятия решений и обоснование необходимых мероприятий. Для этого разработан ряд нормативно-методических документов, используемых в практике проектирования и эксплуатации ГМС. При решении управленческих вопросов следует определить, на каком иерархическом уровне они будут использоваться "поле" (фермер)", "хозяйство (ассоциация фермеров)" и "ирригационная система". Для целей обоснованного принятия управленческих решений и контроля водно-химических режимов орошаемых земель на различных иерархических уровнях разработаны требования к информации и режиму их сбора на основе типизации природно-хозяйственных условий по сложности рассоления почв (табл. 6.2).

Х.И.Якубовым ( 1990 ) с учетом геофильтрационного строения и почвенно-мелиоративных параметров территорий выделяются четыре группы условий - сравнительно простые, средней сложности, сложные и весьма сложные . Приняв за основу указанную типизацию, а также основные комплексы табл.6.1 функциональных задач на различных иерархических уровнях управления для прослеживания изменений и анализа мелиоративных процессов, их влияния на продуктивность земель, основных воздействующих факторов, технического состояния ГМС, а также обоснования необходимых инженерно-мелиоративных и агро-

тивных мероприятий, определены минимальные и максимальные объемы полевых наблюдений, натурных обследований, обработки информации. Такой подход использовался для условий Сырдарьинской области с выполнением районирования и учетом указанных типов условий, что позволило детально определить структуру информационной базы данных и оценить их объем для АИС.

Совокупность исходных данных формирует потоки информации, хранимой на магнитных носителях или в памяти компьютера, и называется информационной базой (информационным фондом). Основным элементом ее - информационный массив, представляющий собой совокупность данных о группе однородных объектов с одинаковым набором сведений.

Различают следующие информационные массивы:

- постоянные, содержащие директивные, нормативные, справочные и другие данные, редко меняющиеся;
- вспомогательные - производные от постоянных, получаемых в ходе их обработки (сортировка, объединение, выделение и т.д.);
- текущие - рабочие массивы с данными о состоянии объекта во времени;
- служебные, содержащие информацию об организации информационного обеспечения системы управления, а также комплексы программ, каталоги и т.д.

Каждый информационный массив имеет название (идентификатор) и состоит из записей, каждая из которых включает данные, описывающие свойства одного объекта. Элемент записи - риквизит - заносится в память ПЭВМ, занимает поле записи. Информационный массив может содержать несколько десятков миллиона записей.

### 6.3. Подсистема программного обеспечения

До 1991-1993 гг. в бывших республиках СССР большинство программных систем написаны на алгоритмических языках COBOL и FORTRAN и им подобных, основанных на уникальных, ни с чем не совместимых структурах данных и поддерживающих уникальные протоколы обмена информации. В связи с этим многие организации вынуждены до сегодняшнего дня использовать вычислительную технику, выпуск которой прекратился. В результате этого сложился принципиальный подход составления аппаратно и программно независимой модели представления информации как основы всех компьютерных систем. Программное обеспечение не должно быть жестко привязано к конкретному типу аппаратных средств. Используемая операционная среда, новая операционная оболочка должна дать возможность приобретения широко распространенных в настоящее время таких программных пакетов, как сетевые и коммуникационные системы, текстовые процессоры, персональные или групповые планировщики, электронные таблицы, СУБД, экспертные системы. В качестве примера программной системы, облегчающей разработку прикладных программных систем решения проблемы переносимости, можно привести операционную систему WINDOWS NT, выпускаемую с 1993 года. Она хорошо функционирует на разных типах разномоощных ПК, разработанный программный комплекс хорошо функционирует по управлению WINDOWS NT на всех типах поддерживающих эту систему компьютерах .

Для скорейшего решения проблемы компьютерных АИС необходимы наиболее благоприятные условия для деятельности самостоятельных независимых разработчиков программного обеспечения, предназначенного для решения конкретных функциональных задач управления водно-солевыми режимами. С другой стороны, требуется слаженность действий всех разработчиков и принципиальная совместимость всего созданного матобеспечения. Решить эту проблему можно следующим образом. Ис-

ходя из общего принципа базирования всего матобеспечения на информационной системе предъявляют к независимым разработчикам только одно требование: создавать разработки на базе сформулированных задач АИС, поддерживать формат входных и выходных данных задач, по возможности совместимый с форматом данных АИС. Компьютерная АИС должна представлять каждому пользователю максимально простой в изучении, интуитивно понятный и настраиваемый интерфейс, так как эффективность работы пользователя с компьютерной АИС зависит и от простоты ее использования.

Из принятых в мире стандартов интерфейса пользователя в бывшем СССР наиболее известны TURBO - среды фирмы BORLAND INTERNATIONAL для текстового режима функционирования дисплея, вариант GUI (GRAPHICS USER INTERFACE) применим в системах WINDOWS, WINDOWS NT и PRESENTAIN MANAGER - оболочке операционной системы OS/2 фирмы IBM для графического дисплея. Следует отметить, что в начале 90-х годов единственно приемлемым интерфейсом пользователя выступают разновидности системы CUT - графического интерфейса, более наглядного и с широкими выразительными возможностями.

Одним из наиболее перспективных в настоящее время является язык СУБД реляционного исчисления SOL (STRUCTURED QUERY LANGUAGE), разработанный фирмой IBM. Внутри реляционной модели существует множество стандартов СУБД, включающих, как правило, стандарт формата файла и стандарт языков запросов.

В 80-е годы доминирующим стандартом для СУБД ПК был стандарт XBASE, базирующийся на совместимости с форматом БД и языком запросов серии СЧБД DBASE.

В настоящее время главенствующее положение занимают иные стандарты, в частности стандарт PARADOX.

#### 6.4. Подсистема технического обеспечения

Должна обеспечить доступ каждого руководителя и специалиста (т.е. пользователя) к данным АИС средствами телекоммуникации, а также предоставить максимально полную и оперативную информацию (при необходимости в реальном масштабе времени) на рабочее место, которое должно быть оборудовано ПЭВ, связанным в локальную или телекоммуникационную сеть другими ПК АИС или терминалом мощного компьютера и принтера для получения твердой копии необходимой информации. При решении вопросов обеспечения развиваемости, переносимости и мобильности существенную помощь оказывают производители аппаратных средств и инструментального программного обеспечения. При проектировании серий как аппаратуры, так и программного обеспечения общепринятым является принцип "совместимости снизу вверх". Это значит, что новый продукт серии (компьютер, принтер, система локальных вычислительных сетей или проект программы) наследует все возможности предыдущего продукта той же серии. Следовательно, все АИС и другие программные комплексы, разработанные на основе предыдущей версии программного или аппаратного продукта, должны без какой-либо переделки заработать на новой серии. Кроме того, новые версии программных и аппаратных средств обусловят новые возможности, отсутствовавшие предыдущих вариантах. Так, рабочие станции серии SPARS STATIONS фирмы SUN MICROSYSTEMS проектируются с расчетом, позволяющим превышать производительность путем замены центрального процессора. Компьютеры спроектированы таким образом, что возможно использование типов микропроцессоров еще не поступивших в серийное производство. Решению вышеуказанной проблемы помогает блочность современной аппаратуры и инструментальных систем. Например, если для функционирующей на IBM PC - AT небольшой инструментальной системы не

хватает 40-МБ магнитного диска, то, можно подключить второй такой же диск или вместо него подсоединить 80-МБ. В этом случае не потребуется более мощный и другой компьютер. Если же имеется несколько изолированных АРМ на базе IBM совместных ПК и СЧБД PARADOX и необходимо связать их в единую сеть, то проблема по сути сведется к установке на ПК сетевого оборудования, ARSNET, сетевого ПО, NOVEL и установки на все ПК сетевой версии PARADOX. Следовательно, качественное изменение ИС - превращение нескольких изолированных АРМ в единую информационную и вычислительную структуру - возможно путем добавления нескольких новых блоков к существующему аппаратному и программному обеспечению.

На рис. 6.5, 6.6 приведена структура компьютерной информационной базы данных и программного обеспечения "мелиоративный контроль", разработанная и внедренная нами (Р.К.Икрамов, Н.Г.Пулатова, Г.Т.Рузиева) для Бухарской гидрогеолого-мелиоративной экспедиции Минводхоза Республики Узбекистан. Эта база данных создана с использованием СУБД DBASE III, позволяет систематизированно принять и обрабатывать данные различных потоков информации и выдавать по согласованному с заказчиком выходным формам, удобным для анализа и принятия управленческих решений. Программа для ПЭВМ написана в среде DBASE III с помощью возможностей самого пакета. Для функционирования базы данных эксплуатационной водохозяйственной организации достаточно иметь IBM, совместимый с ПЭВМ, объемом оперативной памяти не менее 640 Кб, монитор типа EGA и матричный принтер.

## Выводы

1. При сегодняшнем дефиците водных и других материальных ресурсов все более усложняется решение мелиоративных водохозяйственных задач. На первый план выходят проблемы четкой координации дея-

тельности мелиоративно-водохозяйственных организаций различных иерархических уровней, необходимость принятия максимально обоснованных управленческих решений, базирующихся на предельно полной и оперативной информации, ее всесторонний анализ и оценка, а также прогнозы развития ситуации. Решение этих проблем должно быть неразрывно связано с автоматизацией на основе компьютеризации.

2. Технические аспекты информационного обеспечения базируются на теории управления мелиоративными режимами. Состав и структура информационных потоков, режимы обработки информации должны устанавливаться на основе взаимосвязей различных подсистем ГМС, дерева целей на различных иерархических уровнях и комплексов функциональных задач.

## ГЛАВА 7

### НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ОРГАНИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ И МЕЛИОРАТИВНО-ВОДОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ В ОРОШАЕМОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ УЗБЕКИСТАНА

#### 7.1. Возможность создания межведомственной службы инспекции и анализа МСОЗ

В главе 1 показано современное состояние дел в управлении водно-солевыми режимами в орошаемом земледелии Узбекистана.

Ниже приводятся принципиальные подходы к определенным изменениям в структуре Минсельводхоза Республики Узбекистан, которые должны улучшить управление водно-солевыми режимами орошаемых

земель, ликвидировать несогласованность в управлении сельскохозяйственной и мелиоративно-водохозяйственной деятельностью.

Реальное сельскохозяйственное производство на орошаемых землях функционирует как единая целостная система, включающая как сельскохозяйственное производство, так и гидромелиоративную систему. Поэтому для управления орошаемым земледелием необходимо иметь информацию о всех компонентах / 138 /.

Кроме того, для создания эффективной системы управления необходимо проанализировать состояние отдельных элементов объекта управления и всей системы в целом; дать прогноз обстановки, с помощью математического моделирования, рассмотреть возможность оптимизации процесса; принимать решение на основе вариантных проработок (рис. 2.4).

Главный критерий будущего отрасли - обеспечение максимальной продуктивности земли и воды за счет сокращения потерь воды и повышения плодородия почв в различных ее формах, удешевления эксплуатации внутрихозяйственных и межхозяйственных ГМС. Эти проблемы должны решаться на стыке сельскохозяйственной и мелиоративно-водохозяйственной деятельности, при этом необходимо:

- выполнить оценку фактического и потенциального уровней продуктивности земель и причин недобора сельскохозяйственной продукции;
- разработать рекомендации по достижению потенциальной продуктивности земель, в том числе обосновать выбор приоритетных экономических мероприятий;
- осуществлять контроль и инспекцию переданных различным структурам МСВХ предложений и рекомендаций по повышению эффективности земли и воды, рациональному их использованию, а также снижению их эксплуатационных затрат;

- организовать обучение и тренинг по повышению квалификации специалистов сельского и водного хозяйства в вопросах повышения продуктивности земли и воды;
- создать компьютерные базы данных на различных иерархических уровнях.

Для научно-обоснованного решения проблемы повышения продуктивности орошаемых земель и оросительной воды, а также коренного улучшения мелиоративного состояния земель и системы водопользования, повышения обоснованности как оперативных, так и долговременных рекомендаций по развитию орошаемого земледелия и его усовершенствования предлагается внести изменения в структуру взаимосвязей ряда организаций Минсельводхоза и создать на местах районную и областную сети информационно-аналитических служб, нацеленных на повышение продуктивности земли и воды, которые должны давать ответы на указанные выше вопросы.

Исходя из сути проблем и решения перечисленных задач, предлагается объединить областные гидрогеолого-мелиоративные экспедиции и агрохимлаборатории в единую независимую Службу повышения продуктивности земель (ППЗ) (Духовный, Икрамов).

С точки зрения объективного независимого анализа и контроля, реализации разработанных рекомендаций, новые службы должны подчиняться не облсельводхозам, а непосредственно Минсельводхозу, так как только он сможет выполнить объективную оценку плодородия почв, анализ причин снижения урожая сельскохозяйственных культур (мелиоративных и агротехнических), наличия резервов и разработать необходимые рекомендации, которыми могли бы пользоваться все, начиная от фермера до начальника облсельводхоза.

Руководство Службы повышения продуктивности земель (ППЗ) целесообразно возложить на Управление мелиорации Минсельводхоза РУз.

Для координации работ службы ППЗ на уровне Министерства создается Совет по анализу сельскохозяйственной и мелиоративно-водохозяйственной деятельности в орошаемой земледелии, включающий ведущих специалистов Научно-производственного центра сельского хозяйства, Управления мелиорации МСВХ, НПО САНИИРИ, РО Узводрем-эксплуатация, Узгипрозем, РЦ защиты растений и агрохимисследований. На рис.7.1 показана предлагаемая функциональная схема структуры МСВХ, включающая Службу повышения продуктивности орошаемых земель.

Финансирование реорганизованной службы на начальном этапе предполагается за счет госбюджетных средств, а в дальнейшем частично в финансировании будут принимать участие, как и во всем мире, создаваемые ассоциации земле- и водопользователей.

Предположительно, по мере развития частных и кооперативных форм землепользователей будут развиваться Ассоциации водо-, землепользователей, как это имеет место в различных странах, и эти ассоциации будут опираться (и одновременно финансировать) на деятельность службы ППЗ.

В этом случае научно-исследовательский институт будет выполнять методическое руководство в проведении комплекса мероприятий и организации мониторинга за:

- состоянием орошаемых земель;
- техническим состоянием межхозяйственных и внутрихозяйственных оросительно-дренажных систем;
- распределением и использованием оросительной воды в хозяйствах;
- качеством и количеством вод, отводимых из хозяйственных и межхозяйственных коллекторно-дренажных сетей;

- состоянием других водных объектов, т.е. состоянием и использованием полос отчуждений крупных гидротехнических сооружений, крупных каналов-коллекторов, водохранилищ и др.

Организация и проведение системы наблюдений для мониторинга остается за вновь созданной группой по сбору, первичной обработке материалов МСОЗ и технического состояния ГМС. В составе службы ППЗ планируется создать группу или отдел анализа и разработки рекомендаций, который должен быть оснащен современной техникой обработки, связи и нормативно-методическими документами по обработке информации. На рис.7.2 приведена структура областной Службы повышения продуктивности орошаемых земель.

Вся информация по комплексу мониторинга за состоянием земель, распределением и использованием оросительной воды, техническим состоянием всех элементов межхозяйственных и внутрихозяйственных сетей, состоянием водных объектов, качеством воды, объемом отводимых вод и т.д. должна поступать в отдел анализа. Сюда же передается информация от райсельхозхозов по плановому и фактическому объемам водоподачи по всем водопользователям, а также необходимые материалы Метеослужбы и Госкомприроды.

На первом этапе эти материалы систематизируются в отделе анализа и по их результатам оценивается современный водно-солевой режим орошаемых земель, состояние водных объектов, технический уровень всех элементов межхозяйственных и внутрихозяйственных систем, а также эффективность использования водоземельных ресурсов. По оценкам выявляются основные причины недостаточной эффективности использования водоземельных ресурсов и изменения работоспособности всех элементов ГМС.

Второй и основной этап работы группы анализаторов - разработка комплекса организационно-технических и эксплуатационных мероприя-

тий как инженерных, так и агротехнических по повышению продуктивности орошаемых земель и оросительной воды. Рекомендации будут основаны на результатах комплексной оценки современного состояния земель, технического уровня ГМС, количества воды и прогноза с учетом ежегодного изменения водности года по метеоусловиям, качества воды, агротехнического потенциала и его поэлементного использования, мелиоративного состояния почв, и т.д.

Рекомендации составляются для различных уровней управлений: облсельводхозов, райсельводхозов и хозяйств-землепользователей с учетом решаемых ими задач.

Третий этап работы службы - контроль реализации переданных различным структурам Минсельводхоза предложений и рекомендаций по повышению эффективности земли и воды, снижению эксплуатационных затрат.

Поскольку управления сельским и водным хозяйствами решают различные задачи, направленные на единую цель, то состав информации и рекомендаций по повышению эффективности их деятельности должен распределяться по направлениям, сохраняя связи показателей. Поэтому ниже приводятся структуры функциональных задач анализа, оценки и разрабатываемых рекомендаций для различных иерархических уровней управления сельскохозяйственной и мелиоративно-водохозяйственной деятельностью (табл.7.1 и 7.2).

Группа инспекции осуществляет контроль за состоянием и использованием водных объектов, правильностью использования охранных зон крупных межхозяйственных каналов и коллекторов, рациональным использованием лимитированных водных ресурсов водопотребителями, качеством и объективностью водораспределения, выполнением обязательств землеводопользователями по отношению к управлениям водного и сельского хозяйства, качественным изменением оросительной и дре-

нажной воды в хозяйствах, реализацией рекомендаций, подготовленных группой анализаторов.

Преимущество организации Службы повышения продуктивности орошаемых земель для различных иерархических уровней управления.

#### На иерархическом уровне "поле"

1. В результате анализа комплекса информации устанавливаются причины, уровни продуктивности земли (максимально возможной, потенциальной, действительно возможной), а также определения разрыва между ними и снижающие продуктивность земли и воды, а также обуславливающих высокие эксплуатационные затраты и повышенные затраты воды;
2. Рекомендации по мероприятиям, необходимым для получения экономически целесообразных высоких урожаев, снижению эксплуатационных затрат, повышению работоспособности оросительной сети и полевого (регулируемого) дренажа.

#### *II. На иерархическом уровне "хозяйство"*

1. В результате анализа комплекса информации по всем полям, а также анализа состояния технического уровня внутрихозяйственных систем разрабатываются кратковременные, среднесрочные и долгосрочные меры по повышению продуктивности земли и воды;
2. Рекомендации по организационно-техническим мероприятиям для улучшения управления хозяйством и использования лимитированных водных ресурсов, направленных на получение максимальной работоспособности внутрихозяйственной ГМС, определение первоочередных объектов реконструкции.

III. На иерархическом уровне "система" (райсельводхозы и облсельводхозы)

A. Подразделения, занимающиеся управлением использованием водных ресурсов

1. Результаты анализа соответствия фактических и плановых режимов водоподачи в хозяйства и районы и меры по их устранению;
2. Результаты анализа, вскрывающие причины неустойчивости работы и нестабильности расходов межхозяйственных оросительных каналов и дренажных сооружений;
3. Рекомендации по оптимальному режиму водоподачи в хозяйства и водоотведению с орошаемых земель и способам поддержания требуемой работоспособности в межхозяйственных ГМС;
4. Разработка и ведение компьютерной информационно-советующей системы "эксплуатации межхозяйственной ГМС";
5. Предложения по стратегии снижения потерь воды, эксплуатационных затрат и оптимизации использования оросительных, подземных и возвратных вод;
6. Оперативное корректирование планов и режимов работы ГМС на основании текущей оценки изменений состояния земель, водности года, метеорологических условий;
7. Разработка предложений по капитальному ремонту и реконструкции ГМС и сооружений на них;
8. Оптимальное решение распределения материально-технических ресурсов и расстановка машин и механизмов по объектам капремонтов с учетом технического уровня ГМС и МСЗ.

*Б. Подразделения, занимающиеся управлением орошаемым земледелием*

1. Результаты анализа, вскрывающих причины недополучения максимально высоких урожаев как на уровне отдельных полей, так и в орга-

низации управления сельскохозяйственной и водохозяйственной деятельности в районе, области;

2. Разработка и ведение автоматизированной информационно-советующей системы (АИСС) "Орошаемое земледелие района (области)";
3. Рекомендации по оптимальному составу и размещению сельхозкультур с позиций комплексного использования водно-земельных ресурсов с максимальной эффективностью;
4. Рекомендации по комплексной или частичной реконструкции переустройства территории и их очередности;
5. Рекомендации по организационно-техническим мероприятиям для улучшения управления орошаемым земледелием в районе (области) направленных на получение максимально высоких урожаев и снижение себестоимости продукции;
6. Предложения по стратегии по повышению эффективности использования земли и воды путем оперативной корректировки режима орошения с учетом изменения МСЗ, технического уровня ГМС, водности года, качества воды.

В. Подразделения минсельводхоза, занимающиеся управлением использования водных ресурсов

1. Результаты анализа продуктивности воды и земли с нижних иерархических уровней, агрегирование по районам, областям и по республике;
2. Текущий анализ экономической эффективности и экологических последствий водно-мелиоративной деятельности на крупных массивах орошения и оазисах с вскрытием причинно-следственных связей;
3. Результаты анализа устойчивости работы, эксплуатационной надежности крупных магистральных каналов и водохранилищ;

4. Предложения для проектных институтов по объектам, требующим проведения частичной или комплексной реконструкции ГМС, а также по очередности работ;
5. Корректирование стратегических решений снижения потерь воды, снижения эксплуатационных затрат и по рациональному использованию водно-земельных ресурсов;
6. Составление схем комплексного использования водных и земельных ресурсов (бассейнов рек, областей, республик бассейна Аральского моря).

Г. Подразделения минсельводхоза, занимающиеся управлением орошаемого земледелия

1. Результаты текущего анализа эффективности орошаемого земледелия на крупных орошаемых массивах и оазисах с вскрытием причинно-следственных связей;
2. Корректирование стратегических решений по рациональному использованию водно-земельных ресурсов при сельскохозяйственной деятельности в районах, областях и республике;
3. Предложения для проектных институтов по объектам, требующим проведения частичного или комплексного переустройства, а также по очередности работ по внутрихозяйственным объектам.

Кроме того, этот орган сможет осуществлять функции возложенные минсельводхозом на водные инспекции - контроль водораспределения, водопользования, использования рекомендаций, водные и мелиоративные дисциплины и т.д.

Наконец в деятельности Совета значительное место должно быть уделено повышению квалификации, тренингу и обучению специалистов

водного и сельского хозяйства, связанных с повышением продуктивности использования воды и земли.

Предположительно, что на первых порах, учитывая, что большая часть включенных в систему "Совета по анализу сельскохозяйственной и мелиоративно-водохозяйственной деятельности в орошаемом земледелии" органов принадлежат Минсельводхозу, он будет осуществлять функции руководства и поддержки, а также слежения за тем, чтобы тот орган стабилизировался и в дальнейшем смог включиться в систему Ассоциации водо- и землепользователей.

## 7.2. Природно-мелиоративные аспекты обоснования хозрасчетных взаимоотношений между эксплуатационными водохозяйственными организациями (ЭВО) и сельскохозяйственными организациями на землях склонных засолению

Перевод эксплуатационных водохозяйственных организаций (ЭВО) и сельскохозяйственных предприятий на хозрасчетные взаимоотношения требует четкого определения состава и количественных значений показателей мелиоративно-водохозяйственной деятельности, на основании которых они должны получить плату за свой труд.

При орошении земель в аридной зоне вода и гидромелиоративные системы (ГМС) превращаются в средства производства сельскохозяйственной продукции, а также фактор повышающий плодородие почвы. Конечная цель мелиоративно-водохозяйственной деятельности - получение планового объема сельскохозяйственной продукции. Вместе с тем при мелиорации крупных орошаемых массивов естественное природное равновесие сохранить невозможно. Поэтому другой целью мелиоративно-водохозяйственной деятельности является минимизация отрицательных экологических последствий.

В условиях Центральной Азии главенствующим в мелиоративно-водохозяйственной деятельности является создание оптимальных водно-солевых режимов на орошаемых землях с наименьшим водоотведением. Для этого необходимо в вегетационный период, соответствующим режимом орошения поддерживать требуемый влажностный и солевой режим в зависимости от фазы развития растений. При наличии реставрации засоления почв на конец вегетации в последующий период проводятся промывные поливы.

Исходя из целей сельскохозяйственного производства мелиоративно-водохозяйственная деятельность решает следующие задачи:

1. Для конкретной структуры посевных площадей исходя из принятого режима орошения сельхозкультур, технического уровня оросительных каналов обеспечить своевременный забор и транспортирование необходимых объемов оросительной воды из источника орошения до границы севооборотного поля.

2. Организовать полив сельскохозяйственных культур исходя из условия создания требуемой влажности в корнеобитаемом слое и требований к солевому режиму по фазам развития растений, минимизации непродуцительных потерь оросительной воды.

3. Поддержание оптимального мелиоративного режима путем создания на землях склонных к засолению промывного режима орошения на фоне дренажа.

4. Поддержание требуемой надежности и работоспособности оросительной и дренажной систем путем своевременного проведения ремонтно-восстановительных работ и их реконструкции.

Как ранее указывалось, мелиоративно-водохозяйственная деятельность на землях склонных к засолению должна обеспечить на орошаемых полях главным образом требуемый влажностный и солевой режимы, при

которых обеспечиваются оптимальные условия для роста и развития сельхозкультур.

В настоящее время в Центральной Азии контроль за влажностью, в производственных условиях, практически невозможен, условия его обеспечения закладываются на стадии проектирования ГМС, через размеры поливных участков, параметра элементов техники полива, оросительной сети, режим работы дренажных систем и гидромодульное районирование.

Косвенно влагообеспеченность орошаемых земель в вегетационный и невегетационный периоды можно контролировать и оценивать сопоставляя фактическую водоподачу с нормативной. Засоленность почв, согласно действующим нормативным документам контролируется осенними и весенними солевыми опробованиями областных гидрогеолого-мелиоративных экспедиций и периодическими солевыми съемками региональных Гипроземов /63/.

В современной практике одним из главных показателей характеризующих мелиоративное состояние является значение средней за вегетационный период "допустимой" глубины грунтовых вод /113/, при ведении кадастра мелиоративного состояния орошаемых земель /63/.

Как уже отмечалось благоприятное мелиоративное состояние в аридной зоне главным образом зависит от соотношения водоподачи и дренированности, и может обеспечиваться при широком диапазоне глубин уровня грунтовых вод. Важно, чтобы оно было оптимальным. На указанные параметры мелиоративного режима существенное влияние оказывает технический уровень ГМС и показатели землепользования (КЗИ, КЗО).

Из изложенного видно, что показатели мелиоративно-водохозяйственной деятельности зависят от метеорологических, гидро-

геолого-почвенно-мелиоративных, ирригационно-хозяйственных условий и технического уровня ГМС.

Таким образом, контрольными параметрами мелиоративно-водохозяйственной деятельности для заключения хоздоговорных взаимоотношений между ЭВО и сельскохозяйственными организациями в современных условиях для аридной зоны, на землях склонных к засолению должны быть следующие: глубина грунтовых вод по периодам года; засоление почвы; водозабор на границах хозяйств по месяцам; режим работы дренажных систем (сток дренажно-сбросных вод, выклинивание грунтовых вод в горизонтальный дренаж и режим работы вертикального дренажа).

В настоящей работе, нами для примера обоснованы контрольные показатели по Гулистанскому району Голодной степи с разнообразными природно-мелиоративными условиями и типами дренажа (рис. 4.17). Описание природно-мелиоративных условий района приведено в подразделе 4.5. Фактические водно-солевые балансы в современных условиях приведены в таблицах 7.3 и 7.4.

Контрольные показатели рассчитаны исходя из установленных современных лимитов на оросительную воду в вегетационный и невегетационный периоды, качества оросительной воды и технического состояния (таблица 7.5). Расчетное обоснование выполнялось прогнозом общих и частных водно-солевых балансов по разработанной нами методике. Как видно, путем регулирования работы дренажных систем можно достигнуть некоторого увеличения темпов рассоления почв (до 25 %) однако в ближайшие годы полностью рассолить невозможно. Для зоны горизонтального дренажа расчеты выполнены отдельно для площадей где возможно создание субиригации, (хоз.Бешбулак и часть земель хозяйств Узбекистан и Дустлик), где дренирование производится в основном отдельными коллекторами (хоз.Бобура, Кызыл Тонг и часть хоз-ва Узбекистан).

Расчетные показатели мелиоративных режимов установлены на среднемноголетние условия в качестве плановых показателей. Эти показатели в процессе эксплуатации, в зависимости от изменения метеорологических условий и водности года, нуждаются в оперативном корректировании как по месяцам, так и по результатам ежегодной оценки мелиоративного состояния /191, 203/.

При формировании хозяйственных взаимоотношений принципиально могут быть 2 подхода:

1. Это как и землепользователи получают оплату по конечному продукту от прибыли за счет реализации сельскохозяйственной продукции.

2. ЭВО получают оплату за выполнение договорных условий по водообеспеченности и мелиоративных показателей (как сервисная служба).

При первом случае ЭВО в принципе могут взять на себя проведение поливов на полях (особенно при применении современных технически-сложных поливных средств) и промывку земель (Рафиков А.1951г.). Это будет стимулировать экономию воды, самое главное, повышению технического уровня межхозяйственных ГМС и другое.

Однако урожайность, как известно, зависит от множества факторов, в том числе от метеорологических и поражения сельхозвредителями.

В результате ЭВО по независимым от них причинам и обстоятельствам могут терпеть убытки.

Во втором случае в договорном соглашении оговариваются условия оплаты за обеспечение водой и мелиоративных показателей (такое применяется в современной практике, только без договорных соглашений).

С введением собственности на землю и появлением конкретного хозяина несомненно должно возрасти требование к контролю результатов труда ЭВО. Контроль и учет выделенных объемов воды и его качество будет производиться и ЭВО и хозяином (в связи с острым дефицитом это уже выполняется на практике).

При мониторинге мелиоративного состояния - измерение глубины и минерализации грунтовых вод, солевые опробования также целесообразно выполнять и самим "хозяйном".

Химической лаборатории производящей анализы не обязательно быть в составе ЭВО.

Разработанные в настоящей работе контрольные показатели могут быть использованы в любом варианте. Принцип договорных взаимоотношений определяется договаривающимися сторонами.

Для повышения водообеспеченности орошаемых земель Гулистанского района необходимо выполнить переустройство оросительной сети с применением антифильтрационных мероприятий на внутрихозяйственных каналах и водосберегающих технологии и техники полива на орошаемых полях. Для повышения дренированности необходимо: развернуть ремонтно-восстановительные работы по повышению производительности скважин вертикального дренажа с ежегодным объемом 8-9 скважин, или же производить переборку старых скважин с ежегодным объемом 6-7 скважин, обеспечить службу вертикального дренажа 49-ю новыми погружными насосами, согласно нормам амортизационных отчислений и 155 отремонтированными в ремонтной базе. На Пойменном массиве, в зоне, где возможна субиригация необходимо перевести открытый горизонтальный дренаж в закрытый с сооружениями для регулирования дренажного стока.

## *ВЫВОДЫ*

1. Сельскохозяйственное производство на орошаемых землях функционирует как единая целостная система, включая в состав гидромелиоративную систему и систему сельхозпроизводства. Для выработки управленческих решений в орошаемом земледелии необходимо осуществлять сбор и анализ как сельскохозяйственной, так и мелиоративной информации одновременно и взаимосвязанно.

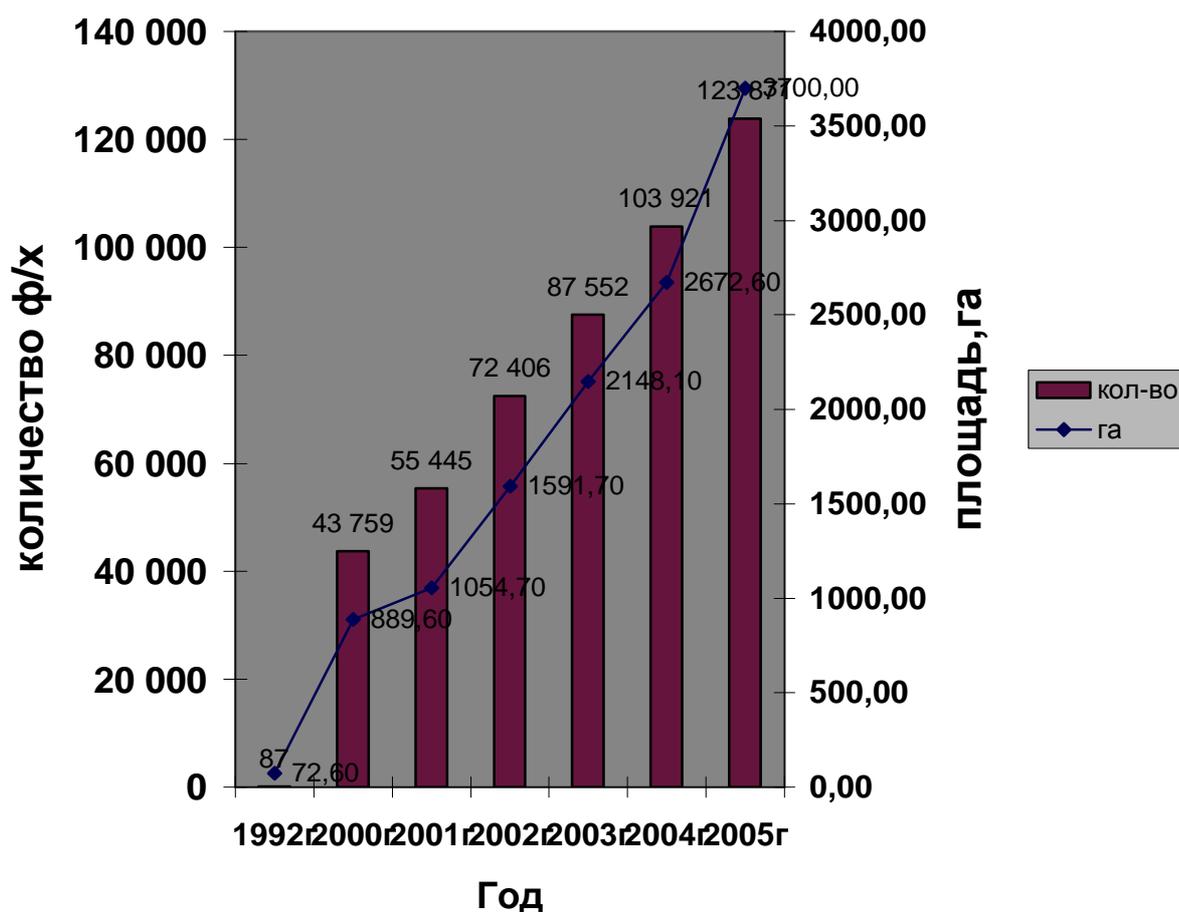
2. В современных условиях, для координации и взаимосогласования мероприятий по повышению продуктивности земли и воды, целесообразным является создание в районах и областях "служб повышения продуктивности орошаемых земель", а на республиканском уровне "Совет по анализу сельскохозяйственной и мелиоративно-водохозяйственной деятельности в орошаемом земледелии".

3. Одним из способов повышения эффективности орошаемого земледелия является перевод ЭВО и СХО на хозрасчетные взаимоотношения. В связи с тем, что ГМС являются сложными производственно-техническими системами, контрольные показатели мелиоративно-водохозяйственной деятельности и их количественные значения для отдельных объектов должны устанавливаться индивидуально с учетом прогноза водно-солевых процессов.

## Упрощенный вариант мелиоративного мониторинга орошаемых земель

Мониторинг- это наблюдение, контроль и анализ состояния объекта, выработка специальных мероприятий по обеспечению надлежащей работы объекта.

Фермер-дехканин (владелец, арендатор орошаемой пашни), который производит сельскохозяйственную продукцию.



Ассоциация водопользователей (АВП) является некоммерческой организацией, инициатива создания и управления которой принадлежит группе водопользователей, представляющих одну или более гидрологические подсистемы (распределительные каналы, представляющие более высокий уровень, чем отводы, вдоль которых расположены непосредственные водопользователи/фермеры), независимо от типа рассматриваемых хозяйств. Под водопользователями понимаются те, кто непосредственно работает на земле, от-

дельных членов арендных сельхозпредприятий и ширкатных хозяйств, собственников приусадебных хозяйств и т.п. Все они являются потенциальными членами АВП, которые объединяют свои финансовые, материальные, технические и человеческие ресурсы в целях эксплуатации и техобслуживания ирригационной и коллекторно-дренажной сети в рамках своих законных полномочий с пользой для каждого из членов. Членство в АВП оформляется контрактами и/или договорами, заключаемыми между АВП и её членами, оформляются права и обязанности договаривающихся сторон, согласованные сроки и объемы водоподачи, а также условия и размер оплаты оператору (водохозяйственной организации) за оказываемые услуги.

Задачи деятельности АВП:

1. Разработка плана водопользования обслуживаемой площади в разрезе хозяйств – членов АВП и его согласование с государственной водохозяйственной организацией, с которой АВП находится в договорных отношениях с целью поставки воды;
2. Содержание в технически исправном состоянии внутривозвратной оросительной и коллекторно-дренажной сети находящихся в ведении АВП, и их эксплуатация;
3. Проведение ремонтно-восстановительных работ на внутривозвратной оросительной и коллекторно-дренажной сети;
4. Равномерное распределение оросительной воды между членами АВП в объемах и сроках, установленных планом водопользования;
5. Оказание мелиоративных услуг, водоотведение;
6. Осуществление контроля за правильностью работы водоизмерительных устройств как на оросительных, так и коллекторно-дренажной сети;
7. Ведение учета подачи воды на оросителях и их отводах, и учета водоотведения коллекторно-дренажной сети, находящейся в ведении АВП;
8. Представлять интересы и защищать права своих членов Вов взаимоотношениях с государственными, хозяйственными общественными организациями;
9. Экономические и оперативные взаимоотношения между АВП и водохозяйственной организацией и между АВП и водопользователями членам и нечленами АВП.

Схема АВП «Пахтакор»

АВП «Пахтакор», расположенная в Сырдарьинской области, включает в себя 14 фермерских хозяйств. Данное задание направлено на проведение мониторинга каждого фермерского хозяйства для их сопоставления, выявления недостатков и разработки рекомендаций для более эффективного развития АВП.0

Площадь брутто фермерского хозяйства определяется по формуле:

$\Omega_{\text{брутто}} = a * v$ , га

Где, а – длина ф/х; в – ширина ф/х;  $\Omega_{\text{брутто1}} = 3,7 * 1,9 = 7,03$  га;  
 $\Omega_{\text{брутто2}} = 3,7 * 1,6 = 5,92$  га;  $\Omega_{\text{брутто3}} = 3,7 * 1,9 = 7,03$  га;  $\Omega_{\text{брутто4}} = 3,7 * 1,9 = 7,03$  га;  $\Omega_{\text{брутто5}} = 3,7 * 1,9 = 7,03$  га;  $\Omega_{\text{брутто6}} = 3,7 * 1,9 = 7,03$  га;  
 $\Omega_{\text{брутто7}} = 3,7 * 1,9 = 7,03$  га;  $\Omega_{\text{брутто8}} = 2,3 * 1,9 = 4,37$  га;  
 $\Omega_{\text{брутто9}} = 2,3 * 1,6 = 3,68$  га;  $\Omega_{\text{брутто10}} = 2,3 * 1,9 = 4,37$  га;  
 $\Omega_{\text{брутто11}} = 2,3 * 1,9 = 4,37$  га;  $\Omega_{\text{брутто12}} = 2,3 * 1,9 = 4,37$  га;  
 $\Omega_{\text{брутто13}} = 2,3 * 1,9 = 4,37$  га;  $\Omega_{\text{брутто14}} = 2,3 * 1,9 = 4,37$  га.

Суммируя площади брутто каждого фермерского хозяйства получаем площадь брутто АВП:  $\Omega_{\text{бруттоАВП}} = \sum \Omega_{\text{бруттоп}} = 78,0$  га

где,  $\sum \Omega_{\text{бруттоп}}$  – сумма площадей брутто фермерских хозяйств в АВП.

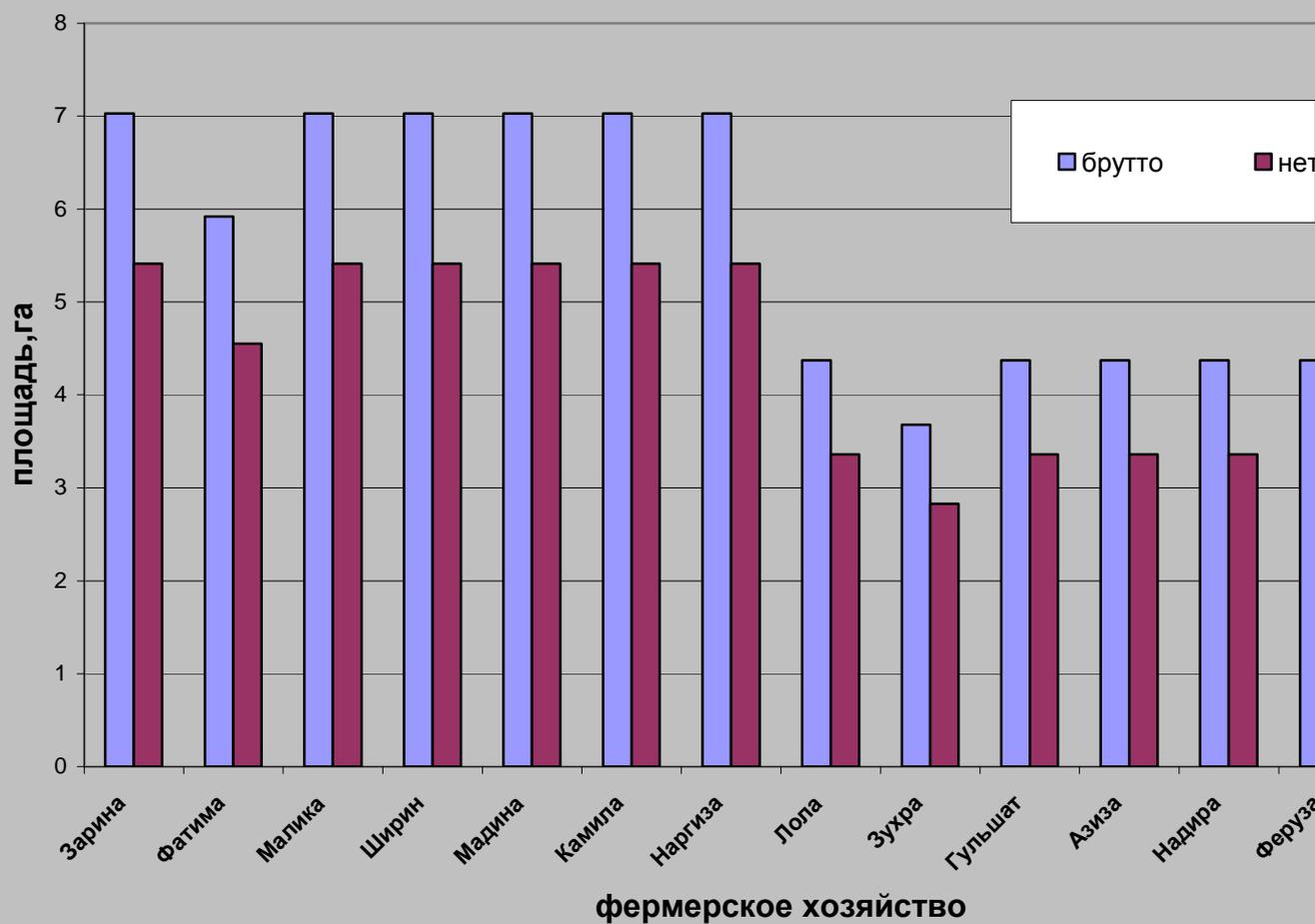
Площадь нетто фермерского хозяйства определяется по формуле:

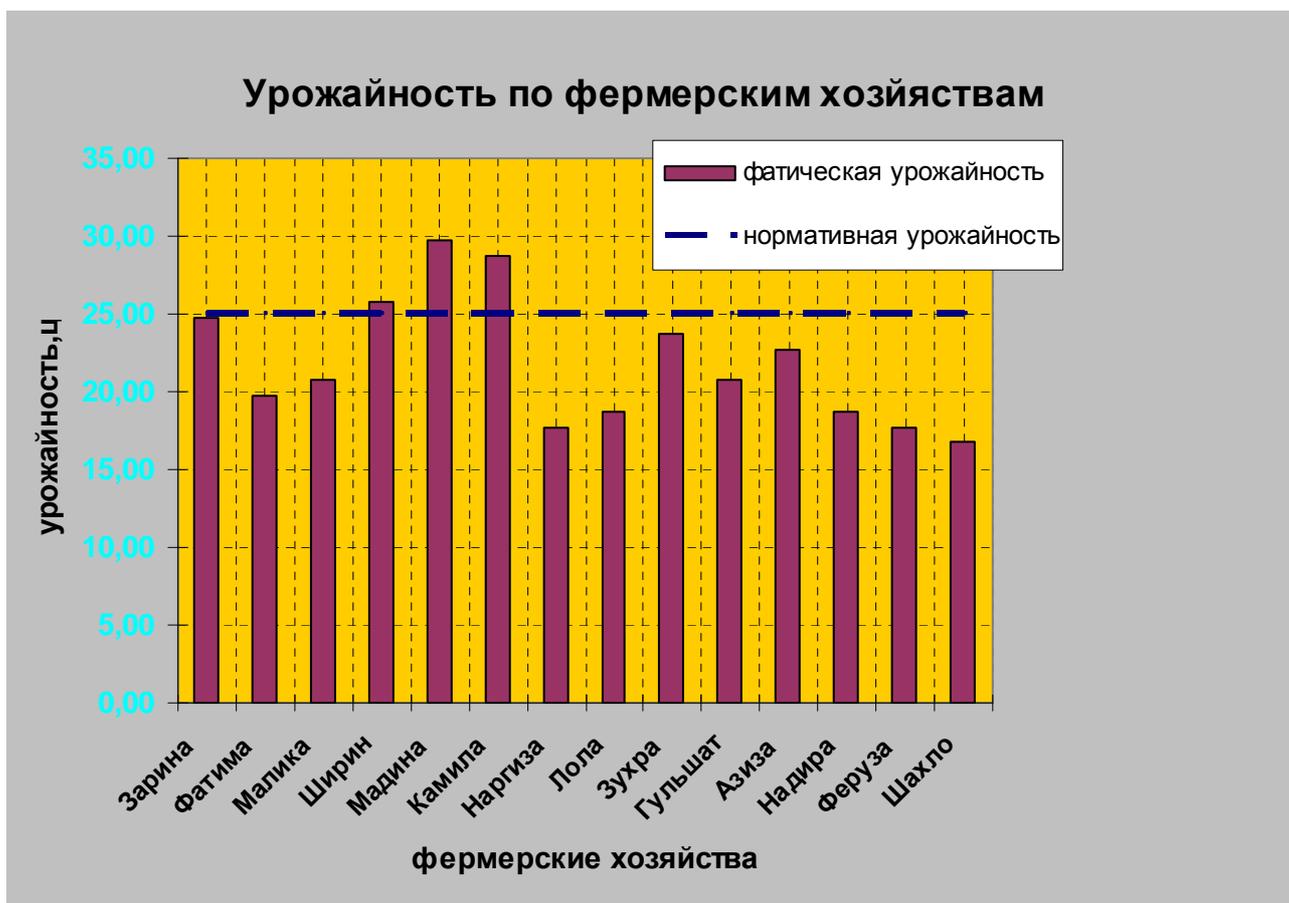
$\Omega_{\text{нетто}} = \Omega_{\text{брутто}} * \text{КЗИ}$ , га; КЗИ – коэффициент земельного использования.  
В данном задании КЗИ = 0,77

$\Omega_{\text{нетто1}} = 7,03 * 0,77 = 5,83$  га;  $\Omega_{\text{нетто2}} = 5,92 * 0,77 = 4,91$  га;  $\Omega_{\text{нетто3}} = 7,03 * 0,77 = 5,83$  га;  
 $\Omega_{\text{нетто4}} = 7,03 * 0,77 = 5,83$  га;  $\Omega_{\text{нетто5}} = 7,03 * 0,77 = 5,83$  га;  
 $\Omega_{\text{нетто6}} = 7,03 * 0,77 = 5,83$  га;  $\Omega_{\text{нетто7}} = 7,03 * 0,77 = 5,83$  га;  $\Omega_{\text{нетто8}} = 4,37 * 0,77 = 3,36$  га;  
 $\Omega_{\text{нетто9}} = 3,68 * 0,77 = 2,83$  га;  $\Omega_{\text{нетто10}} = 4,37 * 0,77 = 3,36$  га;  
 $\Omega_{\text{нетто11}} = 4,37 * 0,77 = 3,36$  га;  $\Omega_{\text{нетто12}} = 4,37 * 0,77 = 3,36$  га;  
 $\Omega_{\text{нетто13}} = 4,37 * 0,77 = 3,36$  га;  $\Omega_{\text{нетто14}} = 4,37 * 0,77 = 3,36$  га;

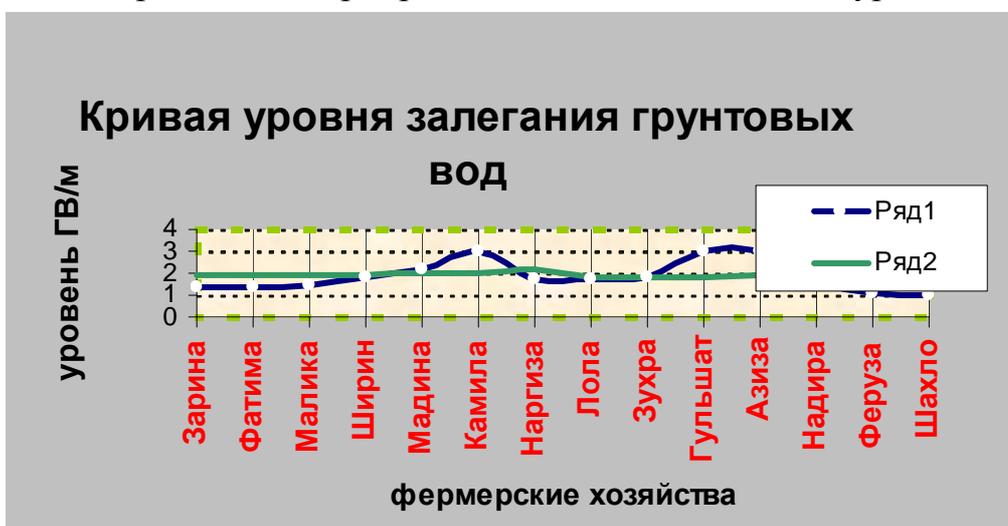
$\Omega_{\text{неттоАВП}} = \sum \Omega_{\text{неттоп}} = 60$  га, где,  $\sum \Omega_{\text{неттоп}}$  – сумма площадей нетто фермерских хозяйств в АВП.

## Площадь фермерских хозяйств



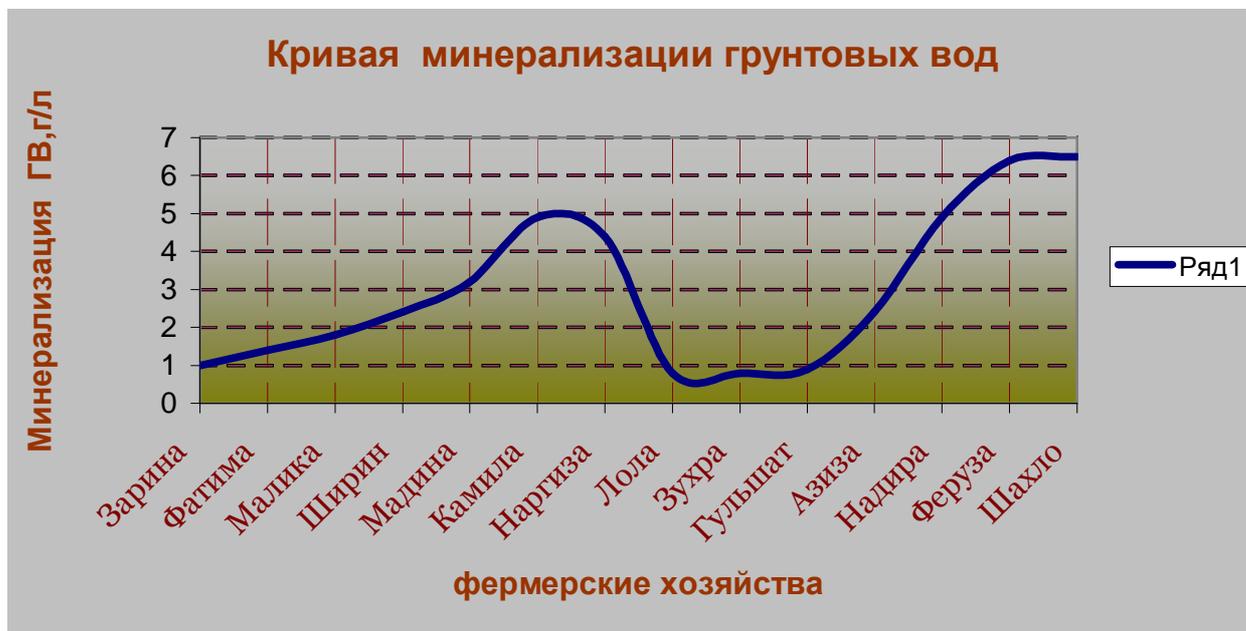


Министерством сельского и водного хозяйства Республики Узбекистан установлена нормативная урожайность по Сырдарьинской области равной 25 ц/га. Из диаграммы видно, что фактическая урожайность в трех ф/х (Ширин, Мадина, Камила) оказалась выше относительно нормативной урожайности, а во всех остальных ф/х фактическая урожайность ниже, чем нормативная. Поэтому в дальнейших расчетах данного задания необходимо установить причины низкой урожайности и дать фермерам рекомендации по проведению мелиоративных мероприятий с целью повышения урожайности.

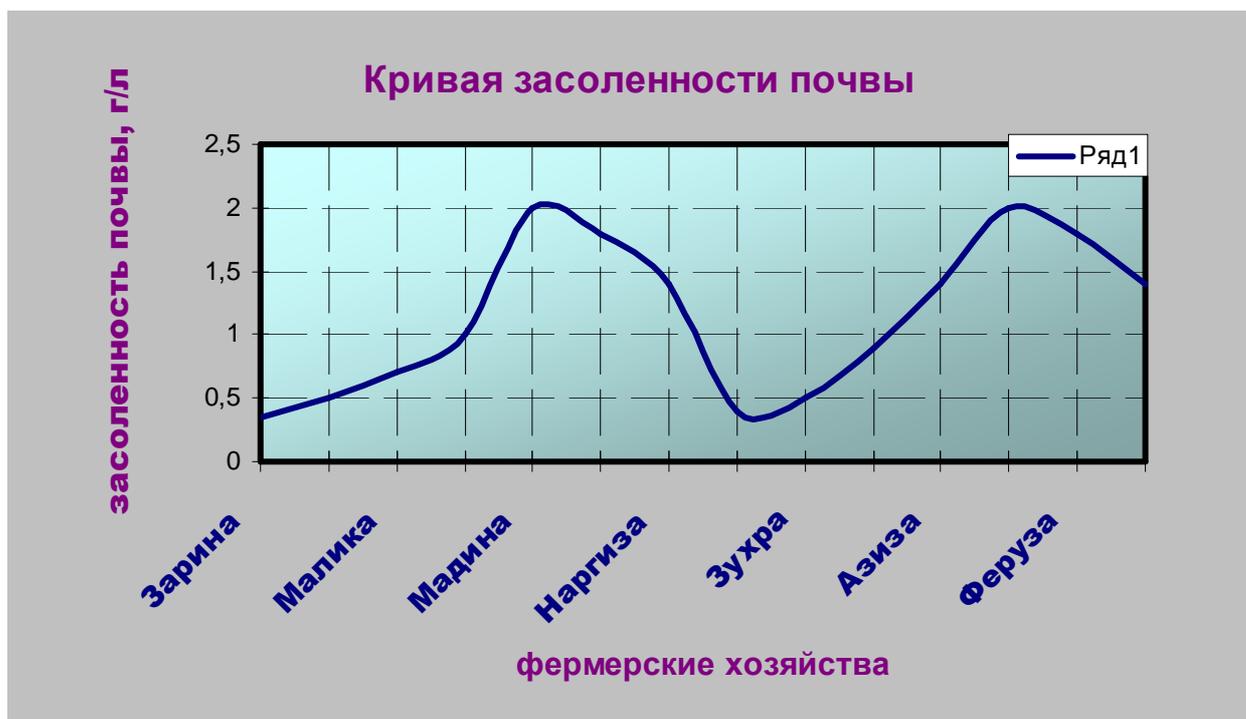


Уровень залегания грунтовых вод (УГВ) оказывает значительное влияние на рост и развитие сельскохозяйственных культур. Чем ниже УГВ, тем больше условий для создания аэрации, что приводит к повышению урожайности.

Особенно неблагоприятное воздействие на сельхозкультуры оказывает близкое расположение УГВ к поверхности земли при высокой минерализации грунтовых вод.



Каждой степени минерализации грунтовых вод соответствует свой критический УГВ. Допустимой степенью минерализации поливной воды для сельхозкультур является 3 г/л по плотному осадку.



Одной из причин отрицательного влияния минерализованных грунтовых вод на рост и развитие сельхозкультур является накопление солей в верхних слоях почвы.

Рентабельность каждого хозяйства зависит в первую очередь от стоимости валовой продукции. Валовая продукция делится на нормативную (плановую) и фактическую. Для подсчета нормативной валовой продукции используется формула:

$ВП_n = Y_n \cdot \Omega_{\text{нетто}}$ , ц; где:  $ВП_n$  – нормативная валовая продукция;  $Y_n$  – нормативная урожайность, ц/га;  $\Omega_{\text{нетто}}$  – площадь нетто, га.

Фактическая ВП подсчитывается по формуле:  $ВП_f = Y_f \cdot \Omega_{\text{нетто}}$ , ц; где:  $ВП_f$  – фактическая валовая продукция;  $Y_f$  – фактическая урожайность, ц/га;  $\Omega_{\text{нетто}}$  – площадь нетто, га.

Стоимость ВП хлопка-сырца определяется ценой на мировом рынке. Стоимость 1 кг хлопкового волокна составляет \$1. Выход хлопкового волокна составляет 33% от веса.

$$СВП_f = ВП_f \cdot C_{\text{вп}}$$

Теперь необходимо найти прибыль хозяйства, учитывая то, что государство выплачивает 70% от стоимости:  $\Pi = СВП_f \cdot 0,7$

Далее определяем чистый доход фермерского хозяйства:

$$ЧД = СВП - И - \text{налоги}$$

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основным итогом настоящего учебника являются: доведение до студентов бакалавриата, магистратуры, аспирантов и докторантов знаний для понимания сущности и места мелиоративного мониторинга и кадастра орошаемых земель, а через них и мелиоративно-технологических принципов управления водно-солевым режимом орошаемых земель в условиях водохозяйственной и экологической напряженности; методология мониторинга позволяет взаимосогласовать, через призму обеспечения оптимального водно-солевого режима почв, водно-мелиоративную деятельность, систему сельхозпроизводства и урожайность растений, а также требования охраны окружающей среды.

Учитывая дефицит водных ресурсов в Бассейна Аральского моря стратегия должна быть направлена на максимальное водосбережение в орошаемом земледелии путем повышения работоспособности, реконструкции и совершенствования технического уровня ГМС, максимальное повышение продуктивности земли и воды, развитие симплиментного орошения в предгорных зонах, выращивание маловодоемких, засухоустойчивых, солеустойчивых растений, переход на автоморфный и полуавтоморфный мелиоративные режимы, постепенный вывод в будущем трудномелиорируемые, экономически убыточные орошаемые массивы из оборота, высвобождающееся население переводить в другие отрасли народного хозяйства.

Рыночные преобразования в водохозяйственном комплексе следует производить путем введения платы за водохозяйственные услуги при сохранении государственной собственности на крупные водохозяйственные объекты, а также приватизацию водохозяйственных объектов хозяйственного и районного уровней и организация Ассоциации Водопользователей на основе обеспечения законодательно-правовой базы.

Создание широкой сети научно консультативных консалтинговых служб, которые по платным заявкам со стороны фермеров и АВП выполняли

бы по мелиоративному мониторингу и кадастру орошаемых земель с выдачей научно- обоснованных рекомендаций по улучшению эффективности использования земельно-водных ресурсов на территории заказчика.

### **Литература**

- 1.Икрамов Р.К. Мелиоративно-технологические принципы управления водно-солевым режимом орошаемых земель.Т.,2002
- 2.Кац Д.М. Режим грунтовых вод орошаемых районов и его регулирование. М,Сельхозиздат, 1963
- 3.Кац Д.М. Контроль режима грунтовых вод на орошаемых землях. М., Колос, 1967.
- 4.Юсупов Г.У. Основы мелиоративного мониторинга.Т.,2002

### **Аннотация**

Учебник предназначен для студентов обучающихся по направлению бакалавратуры «Мелиоративные системы на орошаемых землях» и «Мелиорация и водное хозяйство, специальностям магистратуры «Эксплуатация гидромелиоративных систем» и «Мелиорация и орошаемое земледелие», а также аспирантам, докторантам и широкому кругу специалистов в области мелиорации и водного хозяйства.

### **Аннотация**

Дарслик олий укув юртлари бакалавр ва магистратурада талим олаётган талабалар, шунингдек кенг микёсдаги аспирантлар, докторантлар, олим ва кишлок ва сув хужалиги мутахасислари учун мулжалланган.

Китоб илк бор чикмокда, бунда илмий тадқиқод ва назарий тажрибалар умумлашуви ва аниқ тахлиллар, шунингдек турли ишлаб- чиқариш, илмий тадқиқод ва олий укув юртларининг арид худудлардаги сугориш ерларининг мелиоратив мониторинги ва кадастри буйича материаллари натижаси хисобланади.

### **The summary**

The textbook is intended for the students of the trainees on a direction bakalavrat « meliorations of system on irrigations grounds » and « Meliorations and water facilities(economy), specialities of magistrs « Operation of irrigation and meliorations of systems and irrigations agriculture », and also post-graduate

students, doctors and to a circle of the experts in area meliorations and water facilities(economy).

### Оглавление

Введение		4
1	Мелиоративный мониторинг организации и управления водно-солевым режимом орошаемых земель	7
2	Принципы и методы мониторинга водно-солевого режима орошаемых земель	14
3	Принципы и методика совершенствования кадастра мелиоративного состояния орошаемых земель и технического состояния гидромелиоративных систем	47
4	Методы обоснования ремонтно-эксплуатационных мероприятий на дренажных системах, обеспечивающих управление водно-солевым режимом почв в оптимальных пределах.	71
5	Практическая реализация мониторинга ремонтно-эксплуатационных мероприятий на дренажных системах	86
6	Технологические принципы создания компьютерных информационных технологий для управления водно-солевым режимом орошаемых земель	
7	Некоторые аспекты совершенствования организации управления сельскохозяйственной и мелиоративно-водохозяйственной деятельностью в орошаемом земледелии Узбекистана.	210
	Заключение.	220

