ФАО ИПТРИД, Италия
Всемирный банк, США
ЕС «Коперникус», Евросоюз
ИЦ «Валлингфорд», Великобритания
Университет МакГилл, Канада
НИЦ МКВК, Узбекистан

# ДРЕНАЖ В БАССЕЙНЕ АРАЛЬСКОГО МОРЯ В НАПРАВЛЕНИИ СТРАТЕГИИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

(предварительный отчет)

Ташкент | 2004

Отчет подготовлен проф., д.т.н. В.А. Духовным при участии к.т.н. Х.И. Якубова, к.т.н. П.Д. Умарова и инж. Х. Дейнеке (ФАО), а также областных представителей:

| | |
|---|---|
| Республика Казахстан | - Джумадилов Д.<br>- Сагимбаев С. |
| Кыргызская Республика | - Сооров К. |
| Республика Таджикистан | - Ходжаев Х. |
| Туркменистан | - Сапаров У. |
| Республика Узбекистан | - Мирходжиев М.<br>- Талипова Ш.<br>- Тен В.<br>- Хасанов Х.<br>- Ассомитдинов С.<br>- Гаипназаров Н.<br>- Ташев Р.<br>- Бекмурадов Т. |

В отчете использованы материалы НИЦ МКВК, представителей Министерств водного хозяйства (водного и сельского хозяйства) стран региона и представителей областных водохозяйственных учреждений Казахстана, Кыргызстана, Таджикистана, Туркменистана и Узбекистана.

Отдельные разделы составлены:

| | |
|---|---|
| • водные ресурсы - ретроспектива | Ф.Я.Эйнгорн |
| и перспектива | А.Г.Сорокин |
| • дренаж и засоление, | |
| общее состояние и анализ | к.т.н. Х.И.Якубов |
| | к.т.н. П.Д.Умаров |
| • горизонтальный дренаж | к.т.н. В.В.Хегай |
| | М.М.Мирходжаев |
| • вертикальный дренаж | к.т.н Х.И.Якубов |
| | к.т.н. А.Абиров |
| • социально-экономический раздел | к.б.н. С.А.Нерозин |
| | В.Г.Приходько |
| • моделирование дренажа | А.И.Тучин |
| | к.т.н. П.Д.Умаров |
| • ГИС и ДИ | А.Г.Платонов |
| • водопотребление | к.ф.-м.н. Э.Д.Чолпанкулов |

# СОДЕРЖАНИЕ

Перечень сокращений ..... 6
**ВВЕДЕНИЕ ..... 7**
**I. ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ БАССЕЙНА АРАЛЬСКОГО МОРЯ. ДИНАМИКА ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ ..... 8**
1.1. Бассейны рек Амударьи и Сырдарьи ..... 8
1.2. Водные ресурсы бассейна Аральского моря ..... 9
1.3. Использование водных ресурсов в бассейне Амударьи ..... 12
1.4. Особенности использования водных ресурсов ..... 14
1.5. Ретроспективный анализ динамики качества поверхностного стока ..... 15
1.6. Перспектива использования водных ресурсов ..... 16
**II. МЕЛИОРАТИВНОЕ СОСТОЯНИЕ ЗЕМЕЛЬ БАССЕЙНА АРАЛЬСКОГО МОРЯ ..... 23**
**III. ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ БАССЕЙНА АРАЛЬСКОГО МОРЯ ..... 35**
3.1. Гидрогеологические условия и динамика их в условиях орошения ..... 35
**IV. ТЕХНИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ДРЕНАЖНЫХ СИСТЕМ В РЕСПУБЛИКАХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ ..... 54**
4.1. Горизонтальный дренаж в Узбекистане, динамика и общие показатели ..... 54
**V. ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ДРЕНАЖА И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ ..... 79**
5.1. Эксплуатация открытой горизонтальной коллекторно-дренажный сети ..... 80
5.2. Дефекты, возникающие при эксплуатации ЗГД и их устранение ..... 81
5.3. Особенности эксплуатации системы вертикального дренажа ..... 83
5.4. Эксплуатационные затраты на коллекторно-дренажную сеть ..... 88
5.5. Мониторинг дренажных систем ..... 92
5.6. Организация эксплуатации коллекторно-дренажных систем ..... 94
**VI. МОДЕЛИРОВАНИЕ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ДРЕНАЖНЫХ СИСТЕМ ..... 96**
6.1. Методика моделирования ..... 96

6.2 Бухарская область ..... 108
6.3 Ферганская область ..... 134
6.4 Сырдарьинская область ..... 162
6.5 Республика Каракалпакстан ..... 187
6.6. Кашкадарьинская область ..... 214
6.7. Выводы и рекомендации ..... 245

**VII. КОЛЛЕКТОРНО-ДРЕНАЖНЫЙ СТОК (КДС) В РЕГИОНЕ, РАЗМЕЩЕНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НА ОРОШЕНИЕ ..... 247**

7.1. Формирование КДС и современный уровень его использования ..... 247
7.2. Принципы размещения и использования КДВ в Центральной Азии ..... 250
7.3. Количество и качество дренажного стока и последующие альтернативы его размещения ..... 252
7.4. Состояние водоприемников коллекторно-дренажных вод (КДВ) Центральной Азии и управление КДС ..... 253
7.5. Современный уровень и перспективы управления трансграничными возвратными водами (ТГВВ) и коллекторно-дренажным стоком ..... 266

**VIII. МЕТОДЫ РАССОЛЕНИЯ ЗЕМЕЛЬ ..... 273**

**IX. АГРО-СОЦИО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ ДРЕНАЖА И ОРОШЕНИЯ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ (БАССЕЙН АРАЛЬСКОГО МОРЯ) ..... 282**

9.1. Общая характеристика роли аграрного сектора и его влияния на экономику и социальные показатели региона ..... 282
9.2. Тенденции в сельхозпроизводстве по основным сельхозкультурам и их управление ..... 288
9.3. Оценка воздействия факторов засоления, заболачивания почв, разрушения коллекторно-дренажной сети, уровня механизированного труда, применения удобрений и средств химзащиты растений на сельхозпроизводство ..... 298
9.4. Возможность вывода земель из сельхозоборота и его социальные и экономические последствия ..... 300
9.5. Влияние засоления на урожайность сельхозкультур ..... 302

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ..... 307**

Приложение

Рекомендации международной конференции «Стратегия устойчивого развития орошаемого земледелия с реально осуществимыми инвестициями в дренаж: бассейн Аральского моря» ..... 308

# Перечень сокращений

| | | |
|---|---|---|
| АВП | - | Ассоциация водопользователей |
| БАМ | - | бассейн Аральского моря |
| ВД | - | вертикальный дренаж |
| GEF | - | Глобальный экологический фонд |
| ГМС | - | гидромелиоративная система |
| ГМ | - | гидрологическая модель |
| ГИС | - | географическая информационная система |
| $Д_ч$ | - | чистый дренажный модуль |
| $Д_о$ | - | естественный дренажный сток |
| ДЗ | - | дистанционное зондирование |
| ЗГД | - | закрытый горизонтальный дренаж |
| ЗП | - | зона планирования |
| КДС | - | коллекторно-дренажная сеть |
| НАЦ | - | национальное видение |
| ОПУ | - | опытно-производственный участок |
| ОГМЭ | - | областная гидромелиоративная экспедиция |
| ОГД | - | открытый горизонтальный дренаж |
| ОПТ | - | оптимистичный |
| ПБАМ | - | программа бассейна Аральского моря |
| $\underline{П}$ - $\underline{О}$ | - | «приток-отток» грунтовых вод |
| $\overline{П} - \overline{О}$ | - | «приток-отток» поверхностных вод |
| ППР | - | планово-предупредительный ремонт |
| САНИИРИ | - | Среднеазиатский НИИ ирригации |
| СВД | - | скважины вертикального дренажа |
| ССТ | - | сохранение существующих тенденций |
| ТГВВ | - | трансграничные возвратные воды |

# ВВЕДЕНИЕ

Бассейн Аральского моря расположен в острозасушливом климате, где величина испарения намного превышает естественные осадки. Климатические условия, а также замкнутый характер бассейна и его расположение в зоне Арало-Каспийской трансгрессии с огромными запасами солей и многовековыми процессами соленакопления вызывает естественное засоление значительной части сельскохозяйственных угодий, еще более усиливающееся в условиях орошения, которое является главным источником обеспечения населения продуктами питания и в значительной степени определяет социально-экономическое развитие региона, включая занятость и доходность.

С незапамятных времени земледелие приспосабливалось к борьбе с засолением путем «сухого дренажа» в зонах с низким коэффициентом земельного использования, созданием «зауров» и «муфрига» - открытых дрен и коллекторов в зонах выклинивания и интенсивного земледелия. Закрытые дрены из гончарных вручную изготовленных труб вскрыты по территории бывшего города Мерва, где были уложены на глубину 3,5…5 метров (10…11 век нашей эры).

Интенсивное развитие орошения в XX веке, особенно во второй половине, освоение новых орошаемых земель Голодной, Каршинской, Джизакской, Шерабадской степей, зоны Каракумского и Кзылкумского каналов, Центральной Ферганы, Аштского массива в Таджикистане поставило проблему дренажа на ведущее место в регионе. Оросительные системы стали дренажно-оросительными – мелиоративными комплексными системами, где только совместная эксплуатация и управление дренажных и ирригационных сетей позволяло создать фон устойчивого сельскохозяйственного производства и поддержания плодородия земель. Масштабы создания этих систем были уникальны – до 60 тыс.га в год!

Тем не менее, интенсивный дренаж спровоцировал ряд экологических проблем:

- ухудшение качества воды в реках и водоемах, куда сбрасывались увеличенные расходы дренажных вод;
- нарушение баланса солей и интенсивное вовлечение солевых масс в зону аэрации из грунтовых горизонтов;
- проблему Арала и Приаралья;
- сложность поддержания и развития дренажа в необходимых размерах.

Хотя современные типы дренажа (горизонтальный, закрытый, вертикальный и комбинированный) показали свою высокую эффективность несмотря на высокую стоимость, а также возможность на их основе создать оптимальный мелиоративный режим с минимумом суммарных затрат на единицу урожая, тем не менее они требовали высокого качества ремонтно-эксплуатационных работ, постоянного мониторинга и дренажа и мелиоративного состояния земель, и контроль водопотребления.

Распад СССР и переход к независимости сопровождался ломкой всех привычных и установившихся правил эксплуатации, ремонта; ослаблением экономической и организационной базы сельского и водного хозяйства, экономической и финансовой оснащенности как органов водного хозяйства, ранее эксплуатировавших эти типы дренажа, так и всего государственного потенциала. В результате темпы реконструкции и развития дренажа сократились до нуля, затраты на эксплуатацию – в десятки раз, служба мелиорации резко ослабела, что не могло не отразиться на росте засоления и заболачивания, также как и на потере продуктивности земель. Приходится удивляться, как в этих условиях при 30…50 % работоспособности дренажных систем раковая опухоль засоления не охватила всех земель, хотя такие примеры имеются.

В современных условиях стоит очень важная задача – организовать работу по сохранению устойчивости мелиоративного фонда при вышеперечисленных обстоятельствах путем:

- привлечения внимания «решающих лиц» к проблеме дренажа, его поддержания и развития;
- найти организационные формы сочетания государственного и частного участия (в первую очередь землеводопользователей) в восстановлении, ремонте, эксплуатации и поддержании дренажа в условиях перехода к рыночной экономике;

- обучить людей (эксплуатационников и водопользователей) как сочетать умелое управление оросительной и дренажной водой для эффективного выращивания сельхозкультур при низких затратах воды, сохранения дренажа путем применения низкостоимостных методов, снизить до предела солеобмен между грунтовыми водами и зоной аэрации, с одной стороны, и между оросительными массивами и рекой, с другой;

- организовать управление коллекторно-дренажным стоком: его размерами, сбросом в реки, лимитированием в рамках бассейна и бассейновых организаций.

# I. ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ БАССЕЙНА АРАЛЬСКОГО МОРЯ. ДИНАМИКА ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ

## 1.1. Бассейны рек Амударьи и Сырдарьи

По формированию водных ресурсов бассейн Аральского моря составляют бассейны рек Амударьи и Сырдарьи. В границах бассейна Амударьи сформированы бассейны рек Заравшана, Кашкадарьи, Мургаба и Теджена, потерявшие в настоящее время связь со стволом основной реки. Гидрографическая сеть бассейна характеризуется крайней неравномерностью распределения по площади.

Вся территория бассейна Аральского моря по орографическим, гидрографическим, геоморфологическим особенностям и стокообразующей характеристике делится на равнинную и горную (стокообразующую) части. В горах, где формируется речной сток, насчитывается около шести тысяч водотоков длиной более 10 км каждый со средними высотами водосборов до 4000 м. Горная часть в основном представлена горными системами Памира и Тянь-Шаня.

По типу водного режима имеет место ледниково-снеговое питание с наибольшей средневзвешенной высотой бассейнов, снегово-ледниковое питание с несколько меньшей, снеговое питание с еще меньшей, и снегово-дождевое питание с наиболее низкой средневзвешенной высотой.

**Бассейн реки Амударьи.** Амударья является наиболее водоносной рекой бассейна Центральной Азии. Бассейн Амударьи с севера на юг растянут на 1230 км и с запада на восток на 1470 км. А расстояние от устья до самой удаленной точки ее речной системы (по руслу) составляет 2620 км. Амударья образуется слиянием рек Пянджа и Вахша. На долю Пянджа приходится 60 %, а Вахша – около 40 % всего объема стока. Бассейн состоит из двух существенно различных по рельефу частей: горной, где по существу формируется весь сток, и равнинной. Границей между горной и равнинной частями бассейна принимается створ Керки.

Водосборная площадь бассейна до створа ниже устья р. Шерабад составляет 226800 км$^2$, в т.ч. в пределах государств Центральной Азии 61 % и в Афганистане 39 %. Площадь, занимаемая бассейнами рек Кашкадарьи и Заравшан, равна 24300 км$^2$.

Водосборы рек бассейна Амударьи расположены в пределах высочайших горных поднятий Памиро-Алая и Гималаев, имеющих среднюю высоту 5,0…5,5 км с отдельными вершинами выше 7,0 км. Такое высотное положение водосборов определяет особенности формирования стока и условий поступления воды в русло. Влияние рельефа на формирование стока выражается в косвенном воздействии его на некоторые метеорологические элементы, являющиеся ведущими факторами стока. Это, в первую очередь, относится к количеству осадков, температуре воздуха и интенсивности испарения.

**Бассейн реки Сырдарьи.** Сырдарья является второй по величине рекой бассейна Центральной Азии. Основная водосборная (горная) часть бассейна Сырдарьи по широте вытянута на 550 км, а с запада на восток на 900 км, поэтому можно было бы предполагать наличие заметной разницы в условиях формирования стока в водосборах рек северной и южной частей этого бассейна, как это имеет место в равнинных районах. Однако в данном случае, широтная

(географическая) зональность в условиях формирования речного стока нарушается наличием более ярко выраженной высотной поясности, так как водосборы подавляющего большинства рек бассейна находятся в горной и высокогорной местностях. При этом средняя высота отдельных водосборов до гидрологических постов изменяется в широких пределах от 600 до 4000 м, высота отдельных участков местности от 300 до 5880.

Сырдарья образуется слиянием рек Нарына и Карадарьи. Длина Сырдарьи от слияния Нарына и Карадарьи до Аральского моря 2212 км.

Сырдарья на протяжении около 300 км протекает по Ферганской долине. Здесь она принимает значительное число притоков, стекающих с Чаткальского, Кураминского и Туркестанского хребтов. Большая часть стока этих притоков расходуется на орошение и в настоящее время до Сырдарьи не доходит. Наиболее крупными притоками в пределах Ферганской долины являются слева – Исфайрам, Шахимардан, Сох, Исфара, Хаджибакирган, Аксу, справа – Падшаата, Касансай, Гавасай, Чаадаксай. После выхода из Ферганской долины принимает справа реки Ахангоран, Чирчик, Келес и Арысь.

Сырдарья по средней высоте водосбора уступает Амударье, вследствие чего вечные снега и оледенение здесь менее развиты. Все наиболее крупные реки бассейна имеют снегово-ледниковое питание. Общий сток с водосборной площади равен примерно 38 млрд. $м^3$. Среднемноголетний расход реки при выходе из Ферганской долины – 570 $м^3/с$, выше Чардарьинского водохранилища – 720.

Всего в бассейне насчитывается 29784 реки, общая протяженность их составляет 108634 км. Наибольшее количество составляют реки длиной менее 10 км, длина их равна 55% суммарной длины всех рек бассейна. Наиболее важной в хозяйственном отношении является категория средних рек длиной порядка 100…200 км и площадью водосбора 1500…4500 $км^2$. Таких рек имеется 3…4 десятка, многие из них выходят из горной области в обжитые предгорные и равнинные пространства и вода их полностью или почти полностью разбирается на орошение.

Как и в бассейне Амударьи, по высотному положению стокообразующей территории различают реки ледниково-снегового, снегово-ледникового, снегового и снегово-дождевого питания.

На начальном участке река имеет режим стока, унаследованный от главных ее составляющих – рек Нарына и Карадарьи и присущий рекам снегово-ледникового питания. Однако уже в пределах Ферганской долины режим стока начинает существенно меняться под влиянием регулирования, забора воды в каналы и сбросом дренажных вод.

## 1.2. Водные ресурсы бассейна Аральского моря

Водные ресурсы бассейна Аральского моря складываются из возобновляемых поверхностных и подземных вод, а также возвратных вод антропогенного происхождения.

**Поверхностный сток.** На основе опубликованных гидрологических данных за весь период наблюдений произведена оценка общих ресурсов рек в бассейне Аральского моря с подразделением на бассейны рек Амударьи и Сырдарьи. Средняя арифметическая величина суммарного стока за этот период (1911-2000 годы) составляет по бассейну Аральского моря 112 609 млн.$м^3$/год, в том числе 77093 млн.$м^3$ /год по Амударье и 34076 млн.$м^3$/год по Сырдарье.

Анализ гидрографов годовых стоков рек бассейнов Амударьи и Сырдарьи достаточно четко выделяет шесть 12-летних циклов, начиная с 1928 года и заканчивая 1997 годом. На гидрографе Амударьи столь же четко выделяются три 19-летних цикла, начиная с 1934 года и заканчивая 1992 годом.

Оценка среднемноголетнего стока рек, каждого бассейна, произведена по средней арифметической величине ряда, соответствующего полным циклам колебаний водности. Такой подход позволяет учесть все характерные годы - маловодные и многоводные, на спаде и подъеме водности и т.д. НИЦ МКВК рекомендует для рек бассейна Сырдарьи принять ряд данных с 1951 года по 1974 год; для рек бассейна Амударьи принять ряд данных с 1934 года по 1992 год. Оценка нормы стока по этим рядам приведена в таблицах. Таким образом, величина среднемноголетнего стока принята: для рек бассейна Сырдарьи– 37,203 $км^3$/год; для рек бассейна

Амударьи – 79,280 км$^3$/год. Следовательно, суммарные среднемноголетние ресурсы поверхностных вод в бассейне Аральского моря составляют 116,483 км$^3$/год. Данная оценка сопоставима с аналогичными расчетами, полученными институтом «Средазгипроводхлопок» в Схеме комплексного использования и охраны водных ресурсов Сырдарьи в 1987 году (37,1 км$^3$/год) и в Схеме комплексного использования и охраны водных ресурсов Амударьи в 1984 году (79,4 км$^3$/год).

Годовые значения поверхностного стока, вследствие колебаний водности, изменяются от маловодных лет (95%-ной обеспеченности) до многоводных (5%-ной обеспеченности) в следующих пределах: по Амударье от 58,6 км$^3$ до 109,9 км$^3$, по Сырдарье - от 23,6 км$^3$ до 51,1 км$^3$.

Полученные данные показывают, что в пределах Кыргызстана формируется 25,1% от общего стока бассейна Аральского моря, в Таджикистане - 43,4%, в Узбекистане - 9,6%, в Казахстане -2.1%, в Туркменистане -1,2% ; в Афганистане и Иране - 18,6%.

**Таблица 1.2.1 Естественный речной сток в бассейне реки Амударьи (среднемноголетний сток за период трех циклов водности 1934-1992 г.г., км3 в год)**

| Бассейн реки | | Речной сток, формирующийся в пределах государства | | | | | Всего бассейн Амударьи |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Кыргызстан | Таджикистан | Узбекистан | Туркменистан | Афганистан и Иран | |
| Пяндж | | - | 21,089 | - | - | 13,200 | 34,289 |
| Вахш | | 1,604 | 18,400 | - | - | - | 20,004 |
| Кафирниган | | - | 5,452 | - | - | - | 5,452 |
| Сурхандарья | | - | 0,320 | 3,004 | - | - | 3,324 |
| Кашкадарья | | - | - | 1,232 | - | - | 1,232 |
| Зеравшан | | - | 4,637 | 0,500 | - | - | 5,137 |
| Мургаб | | - | - | - | 0,868 | 0,868 | 1,736 |
| Теджен | | - | - | - | 0,560 | 0,561 | 1,121 |
| Атрек | | - | - | - | 0,121 | 0,121 | 0,242 |
| Реки Афганистана | | - | - | - | - | 6,743 | 6,743 |
| Всего бассейн Амударьи | (км$^3$) | 1,604 | 49,898 | 4,736 | 1,549 | 21,593 | **79,280** |
| | (%) | 2,0 | 62,9 | 6,0 | 1,9 | 27,2 | 100 |

**Таблица 1.2.2 Естественный речной сток в бассейне реки Сырдарьи (среднемноголетний сток за период двух циклов водности 1951-1974 г.г., км3 в год)**

| Бассейн притока | | Речной сток, формирующийся в пределах государства | | | | Всего бассейн Сырдарьи |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Кыргызстан | Казахстан | Таджикистан | Узбекистан | |
| Нарын | | 14,544 | - | - | - | 14,544 |
| Карадарья | | 3,921 | - | - | - | 3,921 |
| Реки междуречья Нарына и Карадарьи | | 1,760 | - | - | 0,312 | 2,072 |
| Правый берег Ферганской долины | | 0,780 | - | - | 0,408 | 1,188 |
| Левый берег Ферганской долины | | 3,500 | - | 0,855 | 0,190 | 4,545 |
| Реки среднего течения | | - | - | 0,150 | 0,145 | 0,295 |
| Чирчик | | 3,100 | 0,749 | - | 4,100 | 7,949 |
| Ахангаран | | - | - | - | 0,659 | 0,659 |
| Келес | | - | 0,247 | - | - | 0,247 |
| Арысь и Бугунь | | - | 1,183 | - | - | 1,183 |
| Реки нижнего течения | | - | 0,600 | - | - | 0,600 |
| Всего бассейн Сырдарьи | (км$^3$) | 27,605 | 2,426 | 1,005 | 6,167 | **37,203** |
| | (%) | 74,2 | 6,5 | 2,7 | 16,6 | 100 |

**Подземные воды.** Возобновляемые ресурсы подземных вод могут быть подразделены на две части: формирующиеся естественным путем и формирующиеся под влиянием орошения. В целом на территории обоих бассейнов разведаны 339 месторождений. Общие региональные запасы подземных вод оценены в 43,49 км$^3$, из которых 25,09 км$^3$ находится в бассейне Амударьи и 18,4 км$^3$ – в бассейне Сырдарьи. Месторождения подземных вод имеют заметную гидравлическую взаимосвязь с поверхностным стоком они утверждены и разрешены для отбора. Общая величина эксплуатационных запасов подземных вод, утвержденных Национальными государственными комиссиями, составляет 16,94 км$^3$. Суммарный отбор подземных вод составляет около 11,04 км$^3$ в год.

**Таблица 1.2.3 Запасы подземных вод и их использование государствами в пределах бассейна Аральского моря (млн. м$^3$ в год)**

| Государство | Оценка региональных запасов | Утвержденные запасы для использования | Фактический отбор в 1999 году | Использовано в целях | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Питьевое водоснабжение | Промышленность | Орошение | Верт. дренаж | Опытные откачки | Прочие |
| Казахстан* | 1 846 | 1 270 | 293 | 200 | 81 | 0 | 0 | 0 | 12 |
| Кыргызстан* | 1 595 | 632 | 244 | 43 | 56 | 145 | 0 | 0 | 0 |
| Таджики- | 18 700 | 6 020 | 2 294 | 485 | 200 | 428 | 18 | 0 | 60 |
| Туркменистан | 3 360 | 1 220 | 457 | 210 | 36 | 150 | 60 | 1 | 0,15 |
| Узбекистан | 18 455 | 7 796 | 7 749 | 3 369 | 715 | 2 156 | 1 349 | 120 | 40 |
| Всего бассейн Аральского моря | 43 486 | 16 938 | 11 037 | 4 307 | 1 088 | 4045 | 1409 | 121 | 67 (?) |

**Возвратные воды** являются существенным дополнительным резервом для использования. Однако ввиду их повышенной минерализации, эти воды являются в то же время и главным источником загрязнения водных объектов и окружающей среды. Около 95% от общего объема возвратных вод составляют коллекторно-дренажные воды, отводимые с орошаемых земель, оставшаяся доля приходится на сточные воды от промышленных и коммунальных предприятий. (см.табл.1.2.4).

По мере развития оросительных и дренажных систем в регионе наблюдался постоянный рост объема формирования возвратных вод. После 1991 года объем возвратных вод несколько стабилизировался. В среднем за период 1990-1999 годов суммарный объем возвратных вод колебался от 28.0 км$^3$ до 33.5 км$^3$ в год. Около 13.5… 15.5 км$^3$ возвратных вод ежегодно формировалось в бассейне Сырдарьи и около 16...19 км$^3$ - в бассейне Амударьи (см. табл.1.2.4)

Более 51 % от общего объема возвратных вод отводится по коллекторам в реки; около 33 % - в понижения и 16 % возвратных вод повторно используется для орошения.

В результате сбросов возвратных вод в понижения создано несколько сотен водоемов различных объемов. Среди них следует отметить такие, как Айдар-Арнасайское понижение с объемом более 20 км$^3$, Сарыкамыш с объемом около 100 км$^3$, Денгизкуль, Соленое, Судочье и ряд менее емких, содержащих до несколько миллионов кубометров воды. Эти водоемы, как правило, не имеют проточности и рыбопродуктивности, фауна и флора в них не развиваются из-за нестабильности водно-солевого режима.

**Таблица 1.2.4 Формирование возвратных вод и водоотведение в бассейне Аральского моря (среднее за период 1990-1999 г.г.), км$^3$ в год**

| Государство | Коллекторно-дренажные воды от орошения* | Сточные воды от промком-быта | Всего формируется возвратных вод | Водоотведение и утилизация | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | в реки | в природные понижения | повторное использование для орошения |
| Казахстан** | 1,6 | 0,19 | 1,79 | 0,84 | 0,7 | 0,25 |
| Кыргызстан** | 1,7 | 0,22 | 1,92 | 1,85 | 0 | 0,07 |
| Таджикистан** (всего) | 4,05 | 0,55 | 4,60 | 4,25 | 0 | 0,35 |
| в т.ч. басс. Сырдарьи | 1,05 | 0,14 | 1,19 | 0,92 | 0 | 0,27 |
| Бассейн Амударьи | 3,00 | 0,41 | 3,41 | 3,33 | o | 0,08 |
| Туркменистан | 3,8 | 0,25 | 4,05 | 0,91 | 3,1 | 0,04 |
| Узбекистан (всего) | 18,4 | 1,69 | 20,09 | 8,92 | 7,07 | 4,1 |
| в т.ч. басс. Сырдарьи | 7,6 | 0,89 | 8,49 | 5,55 | 0,84 | 2,1 |
| Бассейн Амударьи | 10,8 | 0,8 | 11,6 | 3,37 | 6,23 | 2 |
| **Всего в бассейне Аральского моря** | **29,55** | **2,9** | **32,45** | **16,77** | **10,87** | **4,81** |
| **в т.ч. басс. Сырдарьи** | **11,95** | **1,44** | **13,39** | **9,16** | **1,54** | **2,69** |
| **Бассейн Амударьи** | **17,60** | **1,46** | **19,06** | **7,61** | **9,33** | **2,12** |

**Регулирование стока** В бассейне Аральского моря построено более 60 водохранилищ с полезным объемом воды свыше 10 млн. м$^3$ каждое. Суммарный объем водохранилищ составляет 64,5 км$^3$, в том числе полезный объем – 46,5 км$^3$, включая 20,2 км$^3$ в бассейне Амударьи и 26,3 км$^3$ - в бассейне Сырдарьи.

Степень зарегулированности стока по Сырдарье высокая - 0,94. Это обеспечивает полное многолетнее регулирование стока совместная работа пяти водохранилищ: Токтогульское, Андижанское, Кайракумское, Чарвакское и Чардаринское. По Амударье может осуществляться сезонное регулирование стоком Нурекским и Тюямуюнским водохранилищами с коэффициентом зарегулированности - 0,78. После завершения строительства Рогунского водохранилища также может быть обеспечено многолетнее регулирование.

## 1.3. Использование водных ресурсов в бассейне Амударьи

Водные ресурсы в бассейне Амударьи используются, главным образом, для питьевых нужд и орошения. Интенсивно водные ресурсы стали использоваться после 1960 года, что было обусловлено быстрым ростом населения, развитием промышленности и, особенно, ирригации. В целом по региону орошаемое земледелие потребляет более 90% от суммарного водозабора.

В таблице 1.3.1 приведены данные о динамике использования водных ресурсов в бассейне Аральского моря, начиная с 1960 года.

**Таблица 1.3.1 Динамика использования водных ресурсов в бассейне Аральского моря (млн. м$^3$)**

| Государство | 1960 | | 1970 | | 1980 | | 1990 | | 1995 | | 1999 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Всего | Орошение | Всего | Орошение | Всего | Орошение | Всего | Орошение | Всего | Орошение | Всего | Орошение |
| **Казахстан** | 9750 | 9495 | 12850 | 12275 | 14200 | 12830 | 11320 | 10136 | 11300 | 10100 | 8235 | 7959 |
| **Кыргызстан** | 2210 | 2117 | 2980 | 2850 | 4080 | 3895 | 5155 | 4910 | 4966 | 4730 | 3291 | 3100 |
| **Таджикистан** | 9800 | 8690 | 11170 | 10440 | 10750 | 11820 | 9259 | 10239 | 12089 | 10400 | 12521 | 10150 |
| **Туркмени-** | 8070 | 7950 | 17270 | 17092 | 23000 | 22735 | 23338 | 22963 | 23230 | 22470 | 18075 | 16788 |
| **Узбекистан** | 30780 | 27900 | 48060 | 43450 | 64910 | 55510 | 63611 | 58156 | 54220 | 49020 | 62833 | 56660 |
| **Всего бассейн Аральского моря** | **60610** | **56152** | **94560** | **86837** | **120690** | **106790** | **116271** | **106404** | **105805** | **96720** | **104955** | **94657** |
| в т.ч. **Амударья** | 30970 | 28550 | 53220 | 49282 | 66950 | 60345 | 69247 | 65151 | 64392 | 60700 | 66079 | 59568 |
| **Сырдарья** | 29640 | 27602 | 41340 | 37555 | 53740 | 46445 | 47024 | 41253 | 41413 | 36020 | 38876 | 35089 |

Как видно из представленных данных, суммарный водозабор в 1960 году в бассейне Аральского моря составлял 60,61 км$^3$, а к 1990 году он увеличился до 116,271 км$^3$, или в 1,8 раза.

Основные показатели использования водно-земельных ресурсов в бассейне Аральского моря приведены в таблице 1.3.2.

**Таблица 1.3.2**

| Показатель | Ед. измерения | 1960 | 1970 | 1980 | 1990 | 2000 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Население | млн.чел. | 14,1 | 20,0 | 26,8 | 33,6 | 41,5 |
| Площадь орошаемых земель | тыс. га | 4510 | 5150 | 6920 | 7600 | 7990 |
| Орошаемая площадь на душу населения | га на чел. | 0,32 | 0,27 | 0,26 | 0,23 | 0,19 |
| Суммарный водозабор | км$^3$ в год | 60,61 | 94,56 | 120,69 | 116,27 | 105,0 |
| В том числе на орошение | км$^3$ в год | 56,15 | 86,84 | 106,79 | 106,4 | 94,66 |
| Удельный водозабор на гектар орошения | м$^3$ на га | 12450 | 16860 | 15430 | 14000 | 11850 |
| Удельный водозабор на душу населения | м$^3$ на чел в год | 4270 | 4730 | 4500 | 3460 | 2530 |

## 1.4. Особенности использования водных ресурсов

**Бассейн Амударьи.** До 1992 года распределение водных ресурсов Амударьи среди республик бассейна Амударьи осуществлялось на основе Генеральной Схемы использования и охраны водных ресурсов в бассейне. Были установлены лимиты вододеления, утвержденные решением Министерства водного хозяйства СССР. Доля поверхностных вод, выделенных каждому государству согласно этому решению, составляла (в процентах от расчетного стока по стволу р. Амударьи):

- Кыргызстан 0.6
- Таджикистан 15.4
- Туркменистан 35.8
- Узбекистан 48.2

До настоящего времени сохраняется принцип лимитирования, предусматривающий равное деление между Туркменистаном и Узбекистаном (50/50) в створе гидропоста Керки, с учетом водозабора в Каракумский канал. Это положение было подтверждено особым двусторонним Соглашением, подписанным главами двух государств в 1996 году.

Приведенная таблица отражает фактические показатели водозабора за 1993-2000 г.г., из которых ясно, что в бассейне р.Амударьи имеют место регулярные отклонения от согласованных лимитов национального водопотребления.

Следует особо подчеркнуть отсутствие должного мониторинга за водными ресурсами и их распределением. Наличие крупных бесплотинных водозаборов, особенно много водозаборов в зоне Каракумского канала, позволяют бесконтрольно осуществлять сверхлимитные расходы воды.

Рассматривая перспективное использование водных ресурсов следует учесть возможность увеличения отбора воды Афганистаном по мере стабилизации политической обстановки и подъема экономики.

**Бассейн Сырдарьи.** Параметры всех основных водорегулирующих сооружений в бассейне были приняты исходя из ирригационного режима их использования. Выработка электроэнергии на комплексных гидроузлах предусматривалась на ирригационных попусках. Во время существования СССР такой режим работы соблюдался, а межреспубликанское вододеление осуществлялось по лимитам, установленным „Схемой комплексного использования и охраны водных ресурсов“, утвержденной союзным Министерством водного хозяйства.

Различия экономического развития государств региона, сформировали противоречие интересов относительно графика пропусков воды из Токтогульского водохранилища. Казахстан и Узбекистан заинтересованы в ирригационном режиме работы водохранилища, а Кыргызстан и частично Таджикистан – в энергетическом режиме его работы. В связи с этим, начиная с 1993 года режим работы Токтогульского каскада трансформировался в направлении резкого усиления накопления воды летом и попусков в зимний периодов, в интересах производства гидроэлектроэнергии Кыргызстаном. На регулирование стока воды и нарушение лимита вододеления по периодам года – половодье в зимний период и искусственное маловодье в период вегетации, наносит большой ущерб всем неэнергетическим потребителям, это затопление сельскохозяйственных угодий и инфраструктуры особенно в приарнасайском понижении и значительные непродуктивные расходы воды.

Лимиты межреспубликанского вододеления повсеместно нарушались, не учитывались и экологические требования в бассейне.

**Таблица 1.4.1. Динамика искажения гидрографа стока Токтогульским гидроузлом**

| Период | За год | | За вегетацию | | За невегетацию | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | млн.м$^3$ | % | млн.м$^3$ | % | млн.м$^3$ | % |
| Среднее за 1948-1973гг. | 12528 | 1000 | 9761 | 77,9 | 2767 | 22,1 |
| Среднее за 1974-1989гг. | 10389 | 100 | 7787 | 75 | 2602 | 25 |
| 1995г. | 14591 | 100 | 6391 | 43,1 | 8300 | 56,9 |
| 1998г. | 11281 | 100 | 3689 | 32,7 | 7592 | 67,3 |
| 2000г. | 15180 | 100 | 6482 | 42,7 | 8697 | 57,3 |

## 1.5. Ретроспективный анализ динамики качества поверхностного стока

Ретроспективный анализ качества поверхностного стока выполнен по материалам бассейновых схем использования и охраны водных ресурсов рек Амударьи и Сырдарьи, Генсхемы развития орошаемого земледелия и водного хозяйства Республики Узбекистан до 2015 года, Гидрологических ежегодников Узгидромета, базы данных НИЦ МКВК.

**Бассейн реки Амударьи**

Анализ динамики проводился по пяти участкам:

- р. Вахш от нижнего бьефа Нурекского водохранилища до устья;
- р. Пяндж по гидропосту Нижний Пяндж;
- слияние рек Вахша и Пянджа (условно названо – Нижний Пяндж) до гидропоста Керки;
- гидропост Керки до Тюямуюнского водохранилища (верхний бьеф);
- нижний бьеф Тюямуюнского водохранилища до головы канала Кызкеткен (условно названа Тахиаташский гидроузел.

Оценка проводилась укрупненно по сумме водозаборов и сбросов на участке с учетом потерь и притока. Сходимость с данными разовых гидрометрических замеров укладывается в пределы 5 – 13 процентов.

Результаты проведенного анализа по участкам сведены в представленную ведомость „Ретроспективного анализа динамики минерализации…“ (Приложение № 1) и отображены на графике.

По результатам анализа видно влияние увеличивающихся водозаборов воды в Кайракумский, Каршинский и Амубухарский каналы и сбросов возвратных вод с массивов орошения в новой зоне Каршинской степи, Бухарской области и прибрежных земель Туркмении на минерализацию воды в реке на нижележащих участках. Основной прирост минерализации выявляется на участке Керки – Тюямуюн с 408 – 517 мг/л до 1363 мг/л в зависимости от водности года.

**Бассейн реки Сырдарьи**

Анализ динамики проводился по шести участкам:

- р. Нарын от Токтогульского водохранилища до устья (слияние с р. Карадарьей);
- р. Карадарья от Андижанского водохранилища до устья (слияние с р. Нарын);
- от истока (слияние рек Нарын и Карадарья) до Кайракумского водохранилища;
- от нижнего бьефа Кайракумского водохранилища до Фархадского гидроузла;

- от Фархадского гидроузла до Чардаринского водохранилища;
- от нижнего бьефа Чардаринского водохранилища до Казалинского гидроузла.

Результаты проведенного анализа по участкам сведены в представленную ведомость „Ретроспективного анализа динамики минерализации…“ (Приложение № 2) и отображены на графике.

По результатам анализа видно влияние увеличивающихся водозаборов воды и сбросов в связи с развитием орошения. За рассматриваемый период площади орошения в бассейне увеличились с 5150 тыс. га до7990 тыс. га. Минерализация на рассматриваемом участке меняется от 287 мг/л до 1238 - 1466 мг/л в створе Казалинского гидроузла в зависимости от водности года, наибольшее значение отмечено в маловодный 1975 год. Причем , если в створе Фархадского гидроузла отмечается довольно стабильная не высокая минерализация с изменением в пределах 526 – 698 мг/л, то на участке Фархадский гидроузел – Чардаринское водохранилище – Казалинский гидроузел значение минерализации удваивается.

## 1.6. Перспектива использования водных ресурсов

### 1.6.1. Методика оценки

Оценка перспективного использования водных ресурсов выполнена по результатам многочисленных исследований, проведенных с использованием гидрологической модели (ГМ) комплекса ASBMM (модель управления бассейном Аральского моря). Согласно рассматриваемым сценариям (1- “Сохранение существующих тенденций”, 2 – “Оптимистичный”, 3 – “Национальное видение”) на перспективу (50 лет) получены гидрографы речного стока и минерализации воды в расчетных створах рек Сырдарья, Амударья и их основных притоков, включая Приаралье (дельты), а также объемы и минерализация оросительной воды, подаваемой в зоны планирования (области).

По источникам водных ресурсов использован фактический, ранее наблюдаемый сток за 1952/1953 – 2001/2002 годы (по притокам к верхним водохранилищам – Нурек, Токтогул, Андижан, Чарвак, боковому притоку к рекам), который был трансформирован на перспективу.

Гидрологическая модель с шагом в сезон (октябрь-март, апрель-сентябрь) работала в оптимизационном режиме, распределяя воду посредством водохранилищ и водозаборов (каналов) между потребителями (зонами планирования) с целью удовлетворения требований орошаемого земледелия, гидроэнергетики и природного комплекса. Водозабор в зону планирования (ЗП) и водоотведение - сброс коллекторного стока с ЗП и минерализация возвратного стока определялись согласно сценариям развития. Требуемое водопотребление на перспективу определялось по расчетным коэффициентам (отношение водозабора к лимитам), изменяющим (уменьшающим или увеличивающим) современный водозабор. Для сценария “Оптимистичный” коэффициенты получены по расчетам на социально-экономической модели комплекса ASBMM, а для сценария “ Национальное видение ” - в результате анализа материалов Проекта GEF (уровни 2010-2015, 2025-2030 годов). Требования Афганистана учтены в размере годового водозабора 2,1 км$^3$. При составлении водно-солевых балансов ГМ рассчитывала потери в руслах рек и в водохранилищах.

**Таблица 1.6.1 Характеристика сценариев**

| Сценарии | Характеристика |
|---|---|
| 1 “Сохранение существующих тенденций” | Сценарий сохранения существующих тенденций: стабилизации продуктивности и требований на воду из трансграничных рек, развитие на основе потенциала местных источников воды, энергетического режима работы Токтогульского водохранилища |
| 2 Оптимистичный” | Оптимистический сценарий: достижения 80 % потенциальной продуктивности земель, водосбережения, значительного уменьшения водозабора из трансграничных рек, ирригационно-энергетического режима работы Токтогульского водохранилища |
| 3 “Националь-ное видение” | Вариант анализа возможности перспективного развития по предложениям национальных стратегий по подкомпоненту А-1 Проекта GEF, энергетического режима работы Токтогульского водохранилища. |

**Таблица 1.6.2 Коэффициенты изменения лимитов к уровню 2030 года**

| Страны | Национальное видение | Национальное видение | Оптимистичный |
|---|---|---|---|
| | Сырдарья | Амударья | Сырдарья и Амударья |
| Казахстан | 1.00 | - | 0.74 |
| Кыргызстан | 1.56 | 1.00 | 0.31 |
| Таджикистан | 2.73 | 1.44 | 0.56 |
| Туркменистан | - | 1.00 | 0.82 |
| Узбекистан | 1.29 | 1.56 | 0.70 |

**Таблица 1.6.3 Водозабор (лимиты) из трансграничных рек (км$^3$/год)**

| | Страна | Сырдарья | Амударья | Сумма |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Казахстан | 8.2 | - | 8.2 |
| 2 | Кыргызстан | 0.22 | 0.15 | 0.37 |
| 3 | Таджикистан | 2.0 | 8.3 | 10.3 |
| 4 | Туркменистан | - | 22.15 | 22.15 |
| 5 | Узбекистан | 11.15 | 22.65 | 33.8 |
| | Всего | 21.57 | 53.25 | 74.82 |

Учтены следующие особенности использования водных ресурсов по рассматриваемым областям (ЗП).

Наманганская область. Основными источниками орошения области являются реки Нарын и Сырдарья (учитываются в ГМ), а также малые реки правобережья Сырдарьи (учитываются в модели ЗП). Малые реки Падшаата, Касансай, Коксарек являются реками межгосударственного значения, около 80% стока которых используется в Узбекистане. Главными каналами являются: Северный Ферганский Канал (СФК), Большой Ферганский Канал (БФК), Левобережный Наманганский Канал (ЛНК), Ахунбабаева. Часть воды из Наманганской области передается в другие области (транзит оценивается приблизительно в 40% от поступающей в область воды). Водоотведение осуществляется в Сырдарью. В ГМ Наманганская область рассматривается как две ЗП – Наманган-Нарынская и Наманган-Сырдарьинская.

Андижанская область (ЗП). Основными источниками орошения области являются реки Нарын, Карадарья и местные источники (Акбура, Араван, Майлису и др.). Крупными каналами, которые учтены схемой ГМ, являются БФК, Большой Андижанский Канал (БАК), ЛНК, Южный Ферганский Канал (ЮФК). Регулирование стока реки Карадарья осуществляется

Андижанским водохранилищем. ГМ учитывается водозабор из этого водохранилища и Карадарьи ниже него (Савай, Шахрихансай, Андижансай, Правобережный канал, Пахтаабад, Сиза и др.). Одна из особенностей области заключается в том, что в нее поступает больше воды, чем используется, поскольку часть её передается по каналам в Ферганскую область. Водоотведение осуществляется по коллекторам в Карадарью и Сырдарью (часть транзитом из Ферганской области).

Ферганская область (ЗП). Основными источниками орошения области являются реки Исфайрамсай, Сох, Шахимардан, Исфара, текущие с территории Кыргызстана (в области используется около 70 % их стока), Каркидонское водохранилище и межгосударственные каналы БФК, ЮФК, БАК, подающие воду из рек Нарына и Карадарьи. Часть воды подается насосными станциями из реки Сырдарья. ГМ учтены водозаборы из рек Нарын, Карадарья, вода из которых поступает через Андижанскую область, а также водозабор из Сырдарьи. Местные источники учитываются моделью ЗП. Водоотведение осуществляется в Андижанскую область и реку Сырдарья.

Сырдарьинская область (ЗП). Основным источником оросительной воды области является река Сырдарья (деривационный канал Фархадской ГЭС, насосные станции из реки). Часть воды по каналу Дустлик (канал Кирова) передается в Казахстан (Голодностепская ЗП), а часть по Южному Голодноспепскому Каналу (ЮГК) в Джизакскую ЗП. Водоотведение осуществляется в Арнасай, Сырдарью, небольшая часть передается в Джизакскую ЗП.

Джизакская область (ЗП). Источниками оросительной воды области является река Сырдарья (ЮГК), местные реки (Заамин, Санзар) и родники, а также река Заравшан (канал Иски-Тюятартар). ГМ учитывается сток реки Сырдарьи, поступающий из Сырдарьинской области, остальной сток (около 0.1 км$^3$/год) – моделью ЗП. В области функционирует Джизакское водохранилище, наполнение которого осуществляется из реки Санзар. Водоотведение осуществляется в Арнасай и Санзар.

Сурхандарьинская область (ЗП). Основной рекой области является река Сурхандарья, которая образуется от слияния рек Каратаг и Тупаланг. В Сурхандарью впадают несколько притоков, основными из которых являются Сангардак и Халкаджар. Вторым источником орошения области является река Шерабаддарья. Часть воды подается в область (нижний район) из Амударьи по насосным станциям и каналу Амузанг (1…1.3 км$^3$/год). Функционирует ряд водохранилищ (Южно-Сурханское, Учкызылское и др.) с полезным объемом около 0.7 км$^3$. Водоотведение осуществляется в Амударью по рекам Сурхандарья, Шерабаддарья и коллекторам.

Кашкадарьинская область. Основной рекой области является Кашкадарья, имеющая ряд притоков (Аксу, Танхаз, Гузардарья, Яккабагдарья и др.). В ГМ водные ресурсы данной реки учтены в сумме с саями, которые не достигают Кашкадарьи. В целом поверхностный сток рек бассейна Кашкадарьи оценивается в 1.6 км$^3$, из них 1.4 км$^3$ – сток рек и притоков. Орошение в области осуществляется за счет стока местных рек, а также переброски стока из Амударьи (Каршинский магистральный канал - КМК) и Заравшана (канал Эскиангар). На КМК расположено Талимарджанское водохранилище, работающее как ирригационный сезонный регулятор. Согласно структуре ГМ вода в область подается из данных источников раздельно для Кашкадарьинской ЗП и Каршинской ЗП в зависимости от располагаемых водных ресурсов. Водоотведение осуществляется в понижения, реку Амударью и в небольшом объеме в Кашкадарью.

Бухарская область (ЗП). Основными источниками орошения Бухарской области являются реки Амударья (водозабор по Амубухарскому магистральному каналу - АБМК) и Заравшан. На объем водозабора АБМК влияет водность реки и общая водохозяйственная обстановка в бассейне Амударья (наличие общего дефицита). Река Заравшан до водозаборов в Бухарскую область является источником питания водохозяйственных районов Таджикистана (Заравшанская ЗП) и Узбекистана (Самаркандская, Навоийская области, переброска части стока в бассейн Кашкадарьи). В Бухарской области функционирует три внутрисистемных водохранилища, которые изменяют режим водозаборов, приспосабливая их под требования орошаемого земледелия. Это – Тудакульское (полезный проектный объем 1.1 км$^3$), Куюмазарское (0.3 км$^3$ ) и Шуркульское (0.38 км$^3$) водохранилища, работающие как сезонные регуляторы (наполнение в межвегетацию, сработка в вегетацию). Годовой объем потерь из этих емкостей оценивается в 0.1

км$^3$ (расчет по испаряемости 1800 мм/год, при площадях зеркал водной поверхности соответствующих средним уровням). Суммарный объем регулирования стока (сезонная составляющая), соответствующий современному состоянию водохранилищ, оценивается в 0.6 - 1.0 км$^3$. Водоотведение осуществляется в понижения и реку Амударью.

Хорезмская область (ЗП). Водные источники Хорезмской области – река Амударья в нижнем течении и водохранилища Тюямуюнского гидроузла (левобережный канал), которые в ГМ учитываются раздельно.

Каракалпакстан. Водные источники Каракалпакстана – река Амударья в нижнем течении и водохранилища Тюямуюнского гидроузла (правобережный канал). ГМ распределяет воду раздельно в Южную и Северную (ниже створа Кипчак) ЗП. В Амударью сбрасывается не более 10 % стока коллекторов области.

## 1.6.2. Результаты расчетов

### 1.6.2.1. Бассейн Сырдарьи

**Сценарий 1 - " Сохранение существующих тенденций (ССТ)"**

В целом по бассейну дефицит в орошаемом земледелии (средний за 50 лет) составляет 6 % от лимита, с максимальной глубиной в отдельные годы до 20 %. Сбросы в Арнасай составляют 0.6 км$^3$/год, средний попуск в дельту Сырдарьи (Казалинск) – 5.5 км$^3$/год с средней годовой минерализацией 1.3 г/л. Сбросы в Малый Арал оцениваются в 3.5…4.0 км$^3$/год. Сценарий характеризуется работой Токтогульского гидроузла в энергетическом режиме, дефицит в гидроэнергетике Кыргызстана отсутствует. Расчеты показывают - в случае перевода Токтогула на ирригационно-энергетический режим дефицит в орошении можно практически ликвидировать (0.5 % от лимита за период, с максимальной глубиной не более 5 %), при этом компенсация Кыргызстану со стороны Узбекистана и Казахстана оценивается в 2.0 млрд.кВт.ч в энергетическом эквиваленте, а сбросы в Арнасай можно уменьшить в 3 раза.

**Сценарий 2 - " Оптимистичный (ОПТ)"**

По данному сценарию дефицит в орошаемом земледелии отсутствует, дефицит в гидроэнергетике - 1.9 млрд.кВт.ч. Сбросы в Арнасай составляют около 0.2 км$^3$/год (что необходимо для поддержания экосистемы озер), попуск в дельту Сырдарьи (Казалинск) - 8.0 км$^3$/год, с средней годовой минерализацией 1.0 г/л. Увеличение объема попуска при снижении минерализации воды (по сравнению с первым сценарием) произошло за счет сокращения водозабора и сброса коллекторного стока, а также более эффективного (по отношению к природе) режима работы Токтогульского гидроузла, регулирующего сток Нарына и Сырдарьи как в интересах орошаемого земледелия, так и гидроэнергетики. Несколько уменьшилась (на 20% по сравнению с первым сценарием) минерализация воды в среднем течении реки и соответственно минерализация водозабора в ЗП. Подача воды в Малый Арал составляет около 6.0 км$^3$/год, что достаточно для стабилизации его уровня на отметке 42 м.

**Сценарий 3 - "Национальное видение (НАЦ)"**

Сценарий характеризуется энергетической работой Токтогульского гидроузла, что приводит к дефициту в орошаемом земледелии в размере 19 % от требований на воду, с максимальной глубиной до 30 %. При этом сбросы в Арнасай составляют 0.6 км$^3$/год. За счет зимних попусков приток в дельту Сырдарьи (Казалинск) поддерживается на уровне 4.5 км$^3$/год, с резкими колебаниями по воде (в межвегетацию до 6.5 км$^3$, в вегетацию 0.1 км$^3$) и минерализации (1.0….1.8 г/л). При этом варианте в Малый Арал будет поступать не более 2.5 …2.8 км$^3$ в межвегетацию, а летний сток будет практически отсутствовать. В случае перевода Токтогула на ирригационно-энергетический режим дефицит в орошении для этого сценария можно было бы

сократить до 3...4 % от лимита за период, с максимальной глубиной не более 10 %, сбросы в Арнасай уменьшить до 0.1…0.2 км$^3$/год, изменив при этом режим реки, перенеся часть зимнего стока на летний.

**Таблица 1.6.4. Средний расчетный сток (км$^3$) и минерализация воды (г/л) реки Сырдарьи в основных створах по сезонам и сценариям за 50 лет**

| Створы и сценарии | Показатель | X-III | IV-IX | X-IX |
|---|---|---|---|---|
| Пост Каль | | | | |
| 1. “ССТ”. | Сток реки | 7.72 | 6.08 | 13.80 |
| | Минерализация | 0.40 | 0.45 | 0.42 |
| 2. “ОПТ” | Сток реки | 6.59 | 7.61 | 14.20 |
| | Минерализация | 0.39 | 0.39 | 0.39 |
| 3. “НАЦ” | Сток реки | 8.17 | 5.32 | 13.49 |
| | Минерализация | 0.40 | 0.46 | 0.42 |
| Приток к Чардаре | | | | |
| 1. “ССТ”. | Сток реки | 9.17 | 5.96 | 15.13 |
| | Минерализация | 0.96 | 0.92 | 0.94 |
| 2. “ОПТ” | Сток реки | 8.53 | 7.16 | 15.69 |
| | Минерализация | 0.85 | 0.79 | 0.82 |
| 3. “НАЦ” | Сток реки | 9.33 | 5.11 | 14.44 |
| | Минерализация | 0.98 | 0.96 | 0.97 |
| Пост Казалинск | | | | |
| 1.“ССТ”. | Сток реки | 4.30 | 1.24 | 5.54 |
| | Минерализация | 1.27 | 1.33 | 1.28 |
| 2. “ОПТ” | Сток реки | 4.73 | 3.29 | 8.02 |
| | Минерализация | 1.06 | 0.99 | 1.03 |
| 3. “НАЦ” | Сток реки | 4.05 | 0.46 | 4.51 |
| | Минерализация | 1.31 | 1.37 | 1.32 |

**Таблица 1.6.5. Средний за 50 лет годовой объем (км$^3$) и минерализация воды (г/л) используемой в областях (ЗП) по сценариям**

| Область | Показатель | “ССТ” | “ОПТ” | “НАЦ” |
|---|---|---|---|---|
| Наманганская | Сток реки | 2.72 | 2.39 | 2.59 |
| | Минерализация | 0.46 | 0.41 | 0.46 |
| Андижанская | Сток реки | 3.12 | 2.80 | 3.00 |
| | Минерализация | 0.62 | 0.56 | 0.66 |
| Ферганская | Сток реки | 4.13 | 3.57 | 3.97 |
| | Минерализация | 0.64 | 0.57 | 0.67 |
| Сырдарьинская | Сток реки | 2.15 | 1.81 | 2.06 |
| | Минерализация | 0.98 | 0.81 | 1.05 |
| Джизакская | Сток реки | 2.32 | 1.99 | 2.30 |
| | Минерализация | 1.25 | 0.91 | 1.35 |
| Кзыл-Ординская | Сток реки | 5.09 | 4.33 | 5.14 |
| | Минерализация | 1.38 | 1.17 | 1.47 |

Объем используемой в областях оросительной воды, рассчитываемый по разнице подаваемой в область воды и отводящей транзитов в другие области плюс водозабор из местных источников, по сценариям изменяется в пределах 19 % (средние годовые значения за 50 лет). Наименьшие значения наблюдаются для сценария “ОПТ”, наибольшие - для сценариев “ССТ” и “НАЦ”. При этом наибольшие требования к водозабору, но и наибольшие дефициты воды характеризуют сценарий “НАЦ”.

### 1.6.2.2. Бассейн Амударьи

**Сценарий 1 - “ССТ”**

Дефицит в орошаемом земледелии в среднем по бассейну за период (50 лет) составил 2.5 % от лимита, с максимальным значением 10 % в отдельные годы. Средний годовой сток Амударьи изменялся: в створе Келиф – 58.4 км$^3$, Дарганата – 32.5 км$^3$, Саманбай – 8.8 км$^3$, соответственно средняя годовая минерализация воды - от 0.42 г/л в створе Келиф до 1.01 г/л в Дарганате и 1.23 г/л в Саманбае. Приток в дельту Амударьи колеблется по объему 1.6…15.8 км$^3$ в вегетацию и 0.8…12.4 км$^3$ в межвегетационный период. Средняя за сезон минерализация в Саманбае изменяется от 0.8 г/л до 2.1 г/л. Экологические требования для Амударьи выдерживаются в многоводные и средние по водности годы.

**Сценарий 2 - “ОПТ”**

Дефицит в орошаемом земледелии практически отсутствует. Средний годовой сток Амударьи изменяется: в створе Келиф – 59.4 км$^3$, Дарганата – 35.7 км$^3$, Саманбай – 14.3 км$^3$, что на 5.5 км$^3$ больше, чем по сценарию “ССТ” и на 9.4 км$^3$ больше, чем по сценарию “НАЦ”. Средняя годовая минерализация воды изменяется от 0.38 г/л в створе Келиф до 0.83 г/л в Дарганате и 0.95 г/л в Саманбае, с экстремальными значениями за сезон - 0.6…1.6 г/л. Экологические требования для Амударьи (санпопуск по руслу и подача воды в систему озер дельты) выдерживаются, при этом в Большое море возможен сброс в размере 7…9 км$^3$/год. Средняя минерализация воды за сезон в устье реки Заравшан не превышаем 2.2 г/л, а в устье реки Кашкадарья 1.7 г/л, минимальные значения составляют 0.5…0.7 г/л.

**Сценарий 3 - “НАЦ”**

Дефицит в орошаемом земледелии в целом по бассейну за период составил 12 % от требований, с максимальным значением 40 %. Средний годовой сток Амударьи изменялся: в створе Келиф – 55.7 км$^3$, Дарганата – 30.9 км$^3$, Саманбай – 4.9 км$^3$, соответственно средняя годовая минерализация воды - от 0.46 г/л в створе Келиф до 1.23 г/л в Дарганате и 1.53 г/л в Саманбае (увеличение в 3.3 раза). Приток в дельту колеблется значительно (0.6…11.3 км$^3$ за сезон), так как его выравнивание ограничено регулирующими возможностями водохранилищ, которые работают практически как сезонные регуляторы, Нурек в энергетическом режиме, Тюямуюн и внутрисистемные водохранилища как ирригационные компенсаторы. Максимальные значения минерализации воды за сезон в Саманбае достигают 3.0 г/л, минимальные – 1.0 г/л. Экологические требования для Амударьи выдерживаются лишь в отдельные многоводные годы. Средняя расчетная минерализация воды в устье реки Заравшан за сезон колеблется в пределах 0.9…3.3 г/л, а в устье реки Кашкадарья – 0.9…2.3 г/л.

Средний за период годовой объем использования оросительной воды в рассматриваемых областях изменялся (максимальные значения в сценарии “НАЦ”, минимальные – в сценарии “ОПТ”) следующим образом: Кашкадарьинская область (включает Кашкадарьинскую и Каршинскую ЗП) - 4.2…6.4 км$^3$ (в 1.5 раза), Сурхандарьинская – 3.4…4.8 км$^3$, Бухарская – 3.8…5.3 км$^3$, Навоинская – 1.3…1.5 км$^3$, Хорезмская – 4.1…5.3 км$^3$, Каракалпакстан (включает северную и южную ЗП) – 6.5…9.6 км$^3$. Наибольшие многолетние колебания водозабора наблюдаются в Хорезме и особенно в Каракалпакстане в сценарии “НАЦ” (до 45 %). Это вызвано неравномерностью распределения дефицитами воды по течению, с наибольшими “провалами” в низовьях.

**Таблица 1.6.6. Средний расчетный сток (км$^3$) и минерализация воды (г/л) реки Амударья в основных створах по сезонам и сценариям за 50 лет**

| Створы и сценарии | Показатель | X-III | IV-IX | X-IX |
|---|---|---|---|---|
| Келиф | | | | |
| 1. “ССТ”. | Сток реки | 17.55 | 40.84 | 58.39 |
| | Минерализация | 0.52 | 0.38 | 0.42 |
| 2. “ОПТ” | Сток реки | 17.43 | 41.92 | 59.35 |
| | Минерализация | 0.47 | 0.35 | 0.38 |
| 3. “НАЦ” | Сток реки | 17.32 | 38.40 | 55.72 |
| | Минерализация | 0.58 | 0.42 | 0.46 |
| Дарганата | | | | |
| 1.“ССТ”. | Сток реки | 10.68 | 21.77 | 32.45 |
| | Минерализация | 1.38 | 0.83 | 1.01 |
| 2. “ОПТ” | Сток реки | 0.83 | 25.88 | 35.71 |
| | Минерализация | 1.22 | 0.68 | 0.83 |
| 3. “НАЦ” | Сток реки | 11.38 | 19.55 | 30.93 |
| | Минерализация | 1.58 | 1.02 | 1.23 |
| Саманбай | | | | |
| 1.“ССТ”. | Сток реки | 4.00 | 4.76 | 8.76 |
| | Минерализация | 1.39 | 1.10 | 1.23 |
| 2. “ОПТ” | Сток реки | 3.59 | 10.68 | 14.27 |
| | Минерализация | 1.22 | 0.86 | 0.95 |
| 3. “НАЦ” | Сток реки | 2.91 | 1.99 | 4.90 |
| | Минерализация | 1.61 | 1.42 | 1.53 |

Средняя годовая минирализация оросительной воды изменялась от 0.68 г/л (Кашкадарья, сценарий “ОПТ”) до 1.5 г/л (Каракалпакстан, сценарий “НАЦ”). Внутри года по сезонам минерализация оросительной воды колебалась в пределах 80…130 %, достигая максимальных значений в межвегетацию (октябрь-март) – 2.4 г/л (Каракалпакстан, сценарий “НАЦ”) и минимума в вегетацию (апрель-сентябрь) – 0.5 г/л (Сурхандарья и Кашкадарья, сценарий “ОПТ”).

**Таблица 1.6.7. Средний за 50 лет годовой объем (км$^3$) и минерализация воды (г/л) используемой в областях (ЗП) по сценариям**

| Область | Показатель | “ССТ” | “ОПТ” | “НАЦ” |
|---|---|---|---|---|
| Кашкадарьинская | Сток реки | 5.08 | 4.21 | 6.40 |
| | Минерализация | 0.71 | 0.68 | 0.81 |
| Сурхандарьинская | Сток реки | 4.22 | 3.43 | 4.84 |
| | Минерализация | 0.83 | 0.77 | 0.90 |
| Бухарская | Сток реки | 4.47 | 3.77 | 5.32 |
| | Минерализация | 0.91 | 0.81 | 1.08 |
| Навоинская | Сток реки | 1.49 | 1.32 | 1.54 |
| | Минерализация | 1.09 | 0.93 | 1.30 |
| Хорезмская | Сток реки | 4.89 | 4.13 | 5.32 |
| | Минерализация | 1.04 | 0.89 | 1.21 |
| Каракалпакстан | Сток реки | 7.61 | 6.49 | 9.64 |
| | Минерализация | 1.21 | 0.99 | 1.50 |

**Таблица. 1.6.8. Годовой баланс рек бассейна Аральского моря рассчитанной гидрологической моделью согласно ее структуре по 50-летнему ряду,**
современный уровень водопотребления (км$^3$/год)

| № | Показатель | Сырдарья | Амударья | Всего |
|---|---|---|---|---|
| | *Приход* | | | |
| 1 | Водные ресурсы | 28.5 | 75.7 | 104.2 |
| 2 | Возвратный сток | 11.8 | 9.0 | 20.8 |
| | Итого | 40.3 | 84.7 | 125.0 |
| | *Расход* | | | |
| 1 | Водозабор | 31.6 | 67.7 | 99.3 |
| 2 | Потери | 3.7 | 8.0 | 11.7 |
| 3 | Подача в Приаралье | 5.0 | 9.0 | 14.0 |
| | **Итого** | **40.3** | **84.7** | **125.0** |

# II. МЕЛИОРАТИВНОЕ СОСТОЯНИЕ ЗЕМЕЛЬ БАССЕЙНА АРАЛЬСКОГО МОРЯ

Известно, что засоление в аридной зоне имеет три основных источника:

- содержание солей в оросительной воде, качество которой изменяется от верховьев (0,2…0,3 г/л) к низовьям по мере увеличения отбора воды из рек и сброса в русла возвратных вод (1,0…1,5 г/л);

- исходных запасов солей, содержащихся в почвогрунтах в результате процессов многолетнего соленакопления и трансформации почвенно-грунтового покрова от периода оледенения и последующих необратимых процессов, в результате которых соли накапливались в базисах дренирования и миграции;

- Аральский бассейн как часть Арало-Каспийской или Туранской низменности находится под воздействием внешних потоков напорных подземных вод, выклинивающихся в конусах выноса, депрессиях, речных и подгорных долинах, а также аэральных дельтах, в результате чего грунтовые воды являются одним из основных источников питания солями зоны аэрации.

Накопление солей в почвах и грунтовых водах идет в основном в зонах недостаточной дренированности, приуроченной как к зонам выклинивания, так и к зонам рассеивания стока (рис.2.1).

Бесспорно, человек, развивая орошение, еще более усиливает процессы солеобмена и зачастую вызывает вторичное засоление. Однако в Аральском бассейне исходное засоление неорошаемых земель имеет первоочередное значение и главная задача при освоении новых земель – построить определенную стратегию управления не только водой, но и солями.

В то же время засоление и высокий уровень грунтовых вод является не только экологическим фактором, они определяют условия сельскохозяйственного производства.

Бассейн Аральского моря с его уникальными природно-хозяйственными условиями, характеризующимися бессточностью и естественной глубиной засоленностью почво-грунтов на значительной части территории, аридностью климата и ограниченностью водных ресурсов на современном уровне располагает мощным агроэкономическим потенциалом – мелиоративным фондом для развития орошаемого земледелия (табл.2.1).




**Рис 2.1. Схема гидрогеологических зон орошения территорий Центральной Азии**

Условные обозначения: А - зона погружения поверхностных вод; Б - зона выклинивания грунтовых вод; В – зона рассеивания грунтовых вод; Г - пойма реки; Д – русло.

**Таблица 2.1. Характеристика мелиоративного фонда Центральноазиатского региона и Южного Казахстана, тыс.га**

| Республики | Общая площадь | Площадь сельхозугодий*** | Мелиоративный фонд | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Всего | Незасоленные | % | Засоленные | % | В т.ч. сильно засоленные | % от засоленных | Орошаемые всего |
| Кыргызстан | 15994 | 10057 | 3021 | 2267,5 | 75 | 753,5 | 25 | 63 | 8,0 | 1034,2 |
| Таджикистан | 9470 | 4158 | 1964 | 1595,5 | 81,2 | 368,5 | 18,8 | 73,9 | 19,0 | 689,7 |
| Туркменистан | 32968 | 30325 | 12198 | 1423,2 | 11,7 | 10774,8 | 88,3 | 4253,5 | 39,5 | 1317 |
| Ю.Казахстан | 63679 | 27300 | 4707 | 700 | 15 | 4000 | 85 | 1500 | 37,5 | 768 |
| Узбекистан | 32889 | 26085 | 10710 | 2684,3 | 25 | 8025,7 | 75 | 1532 | 19,0 | 4164,2 |
| **ИТОГО** | **15500** | **97925** | **32,600** | **8670,5** | **26,8** | **23922,5** | **73,6** | **7422,5** | **31,0** | **7973,1** |

Общий земельный фонд Аральского моря составляет 155 млн.га, из которых около 32,6 млн.га считаются пригодными для развития орошаемого земледелия, в том числе площадь засоленных земель оценивается 23922,5 тыс.га или 73,6 %, а незасоленных – 8670,5 (26,8 %). При этом из общей площади засоленных земель – 7422,5 тыс.га 31 % представлены сильнозасоленными почво-грунтами.

Из таблицы 2.1 видно, что незасоленные земли в основном, приходятся больше на долю республик Кыргызстан и Таджикистан, орошаемые земли которых расположены в пределах зон погружения поверхностных вод, где территория естественно интенсивно дренирована, т.е. в верхних водосборах рек Сырдарьи и Амударьи. Здесь грунтовые воды залегают глубоко и не участвуют в почвообразовательных процессах и поэтому орошаемые земли представлены незасоленными почво-грунтами, за исключением отдельных небольших массивов, расположенных в межгорных и межадырных понижениях.

Наиболее неблагоприятным мелиоративным фондом, обладают республика Туркменистан и южные области Казахстана, где соответственно 88 и 85 % земель, пригодных к орошению, характеризуются засоленными почво-грунтами и они расположены в пределах зоны рассеивания «В» и выклинивания «Б» грунтовых вод в дельтовых зонах рек Амударьи и Сырдарьи, представленные смесью слабо- и не дренированными условиями с близким залеганием минера-

лизованных грунтовых вод к поверхности земель (Рис.2.1). Несколько меньшим засоленным мелиоративным фондом, чем Казахстан и Туркменистан обладает Республика Узбекистан, хотя по общей площади засоления она занимает 2-е место после Туркменистана. В Узбекистане из общей площади пригодной к орошению 10710 тыс.га засолению подвержены 8025,7 тыс.га или 75 % земель. Притом если в Туркменистане и Казахстане площади сильно засоленных земель составляют 39,5 % и 37,5 % соответственно, то в Узбекистане она равна 19,0 %, что обусловлено главным образом геоморфолого-гидрогеологическими условиями.

На современном уровне (2000 г) из имеющегося мелиоративного земельного фонда Центральной Азии 32.6 млн.га фактически орошаются только 8 072,9 тыс. га со следующим распределением их по государствам : Казахстан - 786,2 тыс.; Кыргызстан -425,5 тыс., Таджикистан - 719,2 тыс., Туркменистан - 1860,2 тыс. и Узбекистан 4280.6 тыс.га (табл.(2.2).

**Таблица 2.2. Распределение орошаемых площадей Центральной Азии**

| Государство | 1990 | 2000 | Изменение | Изменение в % |
|---|---|---|---|---|
| Казахстан | 781,8 | 786,2 | 4,4 | 0,6 |
| Кыргызская Республика | 423,7 | 423,7 | 0 | 0 |
| Таджикистан | 709,1 | 719,2 | 10,1 | 1,4 |
| Туркменистан | 1329,3 | 1860,6 | 531,3 | 39,9 |
| Узбекистан | 4222,0 | 4280,6 | 58,6 | 1.4 |
| **Всего** | **7465,9** | **8072,9** | **607** | **8,6** |

Из таблицы видно, что после 1990 года в странах Центральной Азии не произошло существенных изменений в площадях орошаемых земель, за исключением Республики Туркменистан, где она расширилась на 531,3 тыс.га под посевы зерновых. При этом из общей площади орошения в регионе 8072,9 тыс.га более 55-60 % в той или иной мере засолены и переувлажнены, либо подвержены засолению из-за близкого залегания уровня грунтовых вод, что требует применения искусственного дренажа. По оценкам САНИИРИ и других научно - исследовательских и проектных институтов из указанной общей площади орошения более 5,72 млн.га нуждаются в искусственном дренировании. Фактически общая площадь, обеспеченная коллекторно-дренажной сетью различной интенсивности составляет 5347,01 тыс.га (табл.2.3).

Дренажные системы в Центральной Азии получили широкое развитие в 1960-1990 гг., когда во всех республиках проводилось интенсивное освоение новых земель и реконструкция мелиоративной сети на староорошаемых землях. В результате этих работ к началу 90-х годов было построено 200,55 тыс.км коллекторно-дренажной сети, из которых 45 тыс.км - межхозяйственные и магистральные коллекторы, 155,5 тыс.км внутрихозяйственной (в том числе 48,6 тыс.км дрен закрытого типа). Было построено 7762 скважин вертикального дренажа на площади 834,6 тыс.га. Площадь, охваченная горизонтальным дренажем, составила 4750,86 тыс.га.

При этом наибольшая площадь охвата дренажем приходится на долю Узбекистана, где протяженность межхозяйственной и внутрихозяйственной коллекторно-дренажной сети составляет 137793,3 км, в том числе 31353,6 км – межхозяйственной. Аналогично в этой республике больше всего внедрены совершенные типы дренажа – закрытые горизонтальные дрены и скважины вертикального дренажа, площади которых составляют соответственно 550 и 450 тыс.га. В тоже время площадь орошаемых земель под вертикальным дренажем за последние годы несколько уменьшилась из-за консервации части работающих скважин и она сократилась к 2000 году до 380,4 тыс.га против 450 тыс.га. Аналогичная картина наблюдается и по системе закрытого дренажа из-за интенсивного отказа работоспособности первичных дрен. Объем неработающих закрытых дрен в республиках Узбекистан и Таджикистан составляет от 34 до 40 % от общей их протяженности.

Вертикальный дренаж развит также на мелиорируемой территории республик Казахстан и Таджикистан, где он внедрен на площади соответственно 320 и 41,24 тыс.га с общим числом высокодебитных скважин соответственно 1503 и 1962 штук.

Обслуживаемая площадь одной скважины изменяется в зависимости от гидрогеолого-мелиоративных условий от 107,7 и 213 га (Узбекистан, Казахстан) до 21 га по республике Таджикистан. В других республиках Центральной Азии больше всего развита открытая коллекторно-дренажная сеть, а вертикальный и закрытый их типы построены в виде опытно-производственных (пилотных) участков.

До 1991 года во всех странах Центральной Азии магистральные, межхозяйственные коллекторы, вертикальный дренаж и частично закрытый дренаж находились на балансе государства (министерств мелиорации и водного хозяйства республик), а внутрихозяйственная открытая коллекторно-дренажная сеть (КДС) и большая часть закрытых дрен на балансе хозяйств. В соответствии с этим межхозяйственная КДС, вертикальный дренаж и часть закрытого дренажа эксплуатировались областными гидрогеолого-мелиоративными экспедициями или другими специальными организациями типа управления КДС республик за счет государственных средств. Внутрихозяйственная КДС эксплуатировалась за счет собственных средств хозяйств. Такая система организации эксплуатации сохранилась в Узбекистане и до настоящего времени.

При мелиорации почв главным показателем обеспеченности дренажем орошаемых земель является его удельная протяженность на один гектар. По этому показателю мелиорируемые земли Казахстана, Таджикистана и Узбекистана с учетом наличия систем вертикального дренажа, можно отнести к территории, обеспеченной искусственной дренированностью. Таковыми условиями не обеспечен Туркменистан, где удельная протяженность дренажа в среднем составляет 14,7 м/га. При этом, следует учесть, что мелиорируемые земли этой страны представлены более сложными гидрогеолого-почвенно-мелиоративными условиями.

Показателями мелиоративного состояния земель являются:

- площади сильно- и среднезасоленных земель;
- динамика их изменения во времени;
- площади с высоким уровнем грунтовых вод, способствующие соленакоплению и создающие трудности в сельхозпроизводстве (обработке почвы, посевах, уборке и др.);
- их динамика во времени.

Наш подход к оптимальной глубине грунтовых вод базируется на определении отношения глубин грунтовых вод к высоте капиллярного подъема. На основании этого должна быть сформулирована необходимая с позиций минимального расходования воды глубина грунтовых вод в зависимости от минерализации грунтовых вод (рис.2.2). Такие расчеты были проведены нами с учетом удельных расходов воды, их стоимости и потерь урожая в 1983 году. Данный график означает, что для легких оросителей с высотой капиллярного подъема 1,4 м при минерализации грунтовых вод 1-2 г/л глубина дренажа должна обеспечить уровень грунтовых вод в пределах 0,7 м при минерализации более 5 г/л 1,2 м. В лессовых суглинках с высотой капиллярного подъема около 3,0 м оптимальная глубина грунтовых вод соответственно должна быть 1,8…2,4 м. Но такое детальное определение оптимальной глубины дренажных вод требует очень трудоемкого гидрогеологического обоснования, которое в настоящее время просто невозможно из-за ухудшения работы мелиоративных экспедиций. В связи с этим в среднем принимается граница мелиоративного неблагополучия в 2,0 м. Исходя из этих показателей, общая оценка мелиоративного состояния по бассейну приведена ниже в таблицах 2.4; 2.5.

**Таблица 2.3 Характеристика коллекторно-дренажной сети бассейна Аральского моря (на 2001 г.)**

| Страна | Орошаемая площадь, тыс. га | В том числе, тыс. га | | | | Протяженность сети, км | | | | | Скважины вертикального дренажа | | Площадь обслуживания 1-й скважины, га |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | требующая дреирования | обеспеченная дренажем | горизонтальный дренаж | вертикальный дренаж | Магистральная межхозяйственная | | Внутрихозяйственная | | | количество | в т.ч. работающие в % | |
| | | | | | | всего | удельная, м/га | всего | в т.ч. закрытый | в т.ч. удельный, м/га | | | |
| Узбекистан | 4265,7 | 3159,9 | 2893,4 | 2523,9 | 450 | 31353,6 | 8,1-19,0 | 10643 9,7 | 38300, 2 | 10-67,0 | 4179,0 | 25-30 | 107,7 |
| Казахстан | 786,2 | 530,0 | 420,2 | 257,9 | 320 | 2400,0 | 3,1 | 13700, 0 | Опытн. | 28,0 | 1503 | 00 | 213 |
| Кыргызстан | 411,8 | 158,04 | 158,04* | 157,14 | 0,9 | 42,0 | 0,27 | 869,2 | 137,5 | 5,5 | 64,0 | 37,0 | 14,0 |
| Туркменистан | 1714,3 | 1511,19 | 1511,19* | 1488,69 | 22,5 | 8988,9 | 5,24 | 25263, 4 | 6345,8 | 14,7 | 254,0 | 87,0 | 88,6 |
| Таджикистан | 718,0 | 364,47 | 364,47 | 323,23 | 41,24 | 2213,0 | 6,4 | 9279,0 | 3817 | 32,0 | 1962,0 | 20 | 21,0 |
| **Итого по бассейну Аральского моря** | **7896** | **5721,01** | **5347,3** | **4750,86** | **764,6** | **44997,5** | | **15555 1,3** | **48600, 5** | | **7762,0** | **36,7** | **107,5** |

*Орошаемая площадь, по которой имеется коллекторно-дренажная сеть.

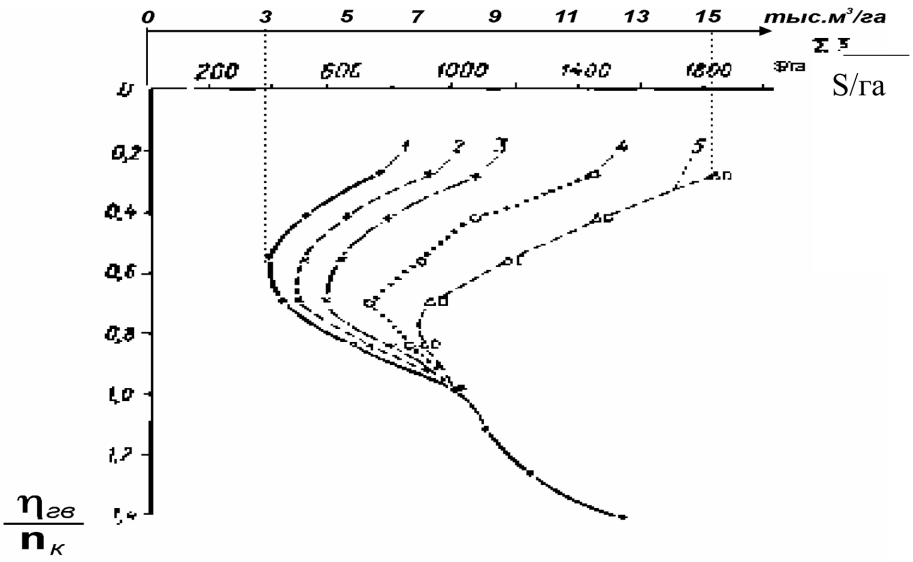



**Рис.2.2. Оптимизация мелиоративного режима по сумме приведенных затрат с учетом воды и урожая:**
1 – С= 1 г/л; 2 – С=2 г/л; 3 – 3 г/л; 5 – 15 г/л.

Анализ этих таблиц показывает, что за последнее десятилетие повсеместно мелиоративное состояние земель ухудшилось. Сильно- и среднезасоленные земли увеличились на 57 % по бассейну Амударьи, на 78 % по бассейну Сырдарьи. Соответственно земли с уровнем грунтовых вод выше 2 метров увеличились по бассейну реки Амударьи на 21 %, по бассейну реки Сырдарьи на 65 %. Причины этого явления ясны – это ухудшение эксплуатации коллекторно-дренажной сети, выход из строя дренажных сооружений, нерешенность вопросов эксплуатации, поддержания и ремонта КДС. Эти вопросы будут вскрыты в следующем разделе.

Еще одним показателем изменения содействия мелиоративного состояния является баланс поверхностных вод и солей в них по зонам планирования, хотя для полноты характеристики необходимо сопоставить по зонам планирования солевой баланс зоны аэрации с учетом подпитки солей из грунтовых вод.

В таблицах 2.6 и 2.7 эти балансы приведены по сочетанию притока солей с водоподачей и оттока с дренажем. Естественно эти показатели очень приближенные, но они дают возможность оценить погрешность процессов с 1980 г. Почти повсеместно в бассейне реки Амударья внос солей с дренажем уменьшается, за исключением Кашкадарьинской области. Такое же падение идет и по бассейну реки Сырдарья, особо напряжено в нижнем течении. Однако с учетом подпитки солей из грунтовых вод, которая будет приведена ниже, ясно видно повсеместное соленакопление из массивов орошения, которое сменило ранее имевший место повсеместно рассолительный процесс, даже с излишним выносом солей.

Последствия этого процесса отражаются на потерях урожая сельскохозяйственных культур. По данным проекта GEF «Улучшение использования водных ресурсов и окружающей среды в бассейне Аральского моря», «Гасконинг», 1998…2001 г., по всему бассейну Аральского моря общие потери национальных экономик, обусловленные высокими УГВ и вторичным засолением, оцениваются приблизительно 769 млн.долларов США или 44 % от общей суммы потерь в 1750 миллионов долларов США ежегодно, или около 32 % экономической стоимости потенциальной продукции сельскохозяйственных культур. Объем потерь в бассейне Амударьи выше, чем в бассейне Сырдарьи. Оценки экономической стоимости потерь приведены в таблице 2.8.

В этих оценках следует иметь в виду определенное снижение цен на сельскохозяйственную продукцию, которая имеет место в мире.

**Таблица 2.4 Орошаемые земли с близко расположенными к поверхности уровнями грунтовых вод**

| Зона планирования | Орошаемая площадь в 1990 г. (в тыс.га) | Территория с УГВ <2м (тыс га) | | % увеличения в 1999 г. По сравнению с 1990 годом |
|---|---|---|---|---|
| | | 1990 | 1999 | |
| **Бассейн Сырдарьи** | | | | |
| Кыргызстан (всего) | 410 | 11 | 14 | 27 |
| Узбекистан | | | | |
| *Андижан* | 280 | 86 | 124 | 44 |
| *Джизак* | 290 | 13 | 24 | 84 |
| *Наманган-Сырдарья* | 30 | 25 | 31 | 24 |
| *Наманган-Нарын* | 240 | 39 | 42 | 8 |
| *Сырдарья* | 290 | 61 | 105 | 72 |
| *Ташкент-Сырдарья* | 40 | 6 | 7 | 17 |
| *Ташкент- Чирчик* | 340 | 62 | 60 | -3 |
| *Фергана* | 350 | 121 | 173 | |
| Таджикистан | 250 | 26 | 31 | 19 |
| Казахстан | 780 | 98 | 294 | 200 |
| **Всего по бассейну Сырдарьи** | **3300** | **548** | **905** | **65** |
| **Бассейн Амударьи** | | | | |
| Таджикистан | 690 | 92 | 111 | 21 |
| Узбекистан | | | | |
| *Бухара* | 330 | 62 | 62 | 0 |
| *Кашкадарья* | 190 | 5 | 4 | -20 |
| *Карши* | 290 | 5 | 3 | -40 |
| *Навои* | 120 | 28 | 40 | 43 |
| *Самарканд* | 400 | 37 | 48 | 24 |
| *Сурхандарья* | 320 | 16 | 19 | 19 |
| *Хорезм* | 250 | 192 | 234 | 22 |
| *Каракалпакстан (юг)* | 140 | 107 | 128 | 20 |
| *Каракалпакстан (север)* | 360 | 218 | 263 | 21 |
| **Всего по Таджикистану и** | | | | |
| **Узбекистану** | **3090** | **762** | **912** | **20** |
| Туркменистан | | | | |
| *Дашогуз* | 330 | 182 | 238 | 31 |
| *Ахал* | 330 | 43 | 107 | 149 |
| *Мары* | 370 | 136 | 116 | -15 |
| *Лебап* | 260 | 162 | 187 | 15 |
| *Балкан* | 20 | 5 | 6 | 20 |
| **Всего по Туркменистану** | **1310** | **528** | **654** | **24** |
| **Всего по бассейну Амударьи** | **4400** | **1290** | **1566** | **21** |

**Таблица 2.5 Площади средне и сильно засоленных земель на орошаемых территориях (1990-1999)**

| Зона планирования | Орошаемая площадь в 1990 г. (тыс.га) | Площади со средним и высоким уровнем засоления (тыс.га) | | % роста 1990-1999 гг. |
|---|---|---|---|---|
| | | Среднее за | | |
| | | 1990 | 1995-1999 | |
| **Бассейн Сырдарьи** | | | | |
| Кыргызстан (всего) | 410 | 9,1 | 8,4 | -8 |
| Узбекистан (всего) | I860 | 199 | 330 | 66 |
| *Андижан* | 280 | 3.0 | 12,3 | 310 |
| *Джизак* | 290 | 90 | 103 | 14 |
| *Наманган-Сырдарья* | 30 | 2.4 | 8.4 | 250 |
| *Наманган-Нарын* | 240 | 2.5 | 4.5 | 80 |
| *Сырдарья* | 290 | 58 | 104 | 79 |
| *Ташкент-Сырдарья* | 40 | 0.3 | 0.3 | 0 |
| *Ташкент-Чирчик* | 340 | 1.1 | 1,2 9 | 9 |
| *Фергана* | 350 | 41.5 | 96 | 132 |
| Таджикистан | 250 | 15.3 | 54 | 253 |
| Казахстан (Южный) | 780 | 119* | 215 | 80 |
| **Всего по бассейну Сырдарьи** | **3300** | **342** | **608** | **78** |
| **Бассейн Амударьи** | | | | |
| Таджикистан (всего) | 690 | 18.6 | 18.5 | 0 |
| Узбекистан (всего) | 2400 | 505 | 638 | 26 |
| *Бухара* | 330 | 90 | 103 | 14 |
| *Кашкадарья* | 190 | 13.4 | 15.6 | 16 |
| *Карши* | 290 | 43.6 | 45.5 | 4 |
| *Навои* | 120 | 25.1 | 41.9 | 67 |
| *Самарканд* | 400 | 5.6 | 5.4 | -4 |
| *Сурхандарья* | 320 | 44.1 | 60,7 | 37 |
| *Хорезм* | 250 | 100 | 148 | 48 |
| *Каракалпакстан (юг)* | 140 | 51 | 66 30 1 | 30 |
| *Каракалпакстан (север)* | 360 | 132 | 151 | 15 |
| **Всего по Таджикистану** | **3090** | **524** | **656** | **2626** |
| **и Узбекистану** | **1310** | **636** | **1166** | **83** |
| Туркменистан (всего) | 330 | 219 | 360 | 64 |
| *Дашогуз* | 330 | 162 | 381 | 135 |
| *Ахал* | 370 | 138 | 214 | 55 |
| *Мары* | 260 | 103 | 135 | 31 |
| **Лебап** | | | | |
| *Балкан* | 20 | 14 | 76 | 443 |
| **Всего по бассейну Амударьи** | **4400** | **1160** | **1822** | **57** |

**Таблица 2.6 Приближенные водно-солевые балансы поверхностных вод зон планирования по бассейну Амударьи**

| Область | Годы | Водозабор на орошение, млн.м$^3$ | Минерализация воды, г/л | Поступление солей, тн | Сток ДВ, млн.м$^3$ | Минерализация ДВ, г/л | Вынос солей, тыс.тн | Доля КДВ от водозабора | Уменьшение (-) Увеличение (+) | Уд.вынос солей, тн/га | Макс.* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ***Верхнее течение*** | | | | | | | | | | | |
| | 1980 | 4232,6 | 0,51 | 2158,6 | 1510,7 | 2,95 | 4456,5 | 0,36 | -255,7 | -10,2 | 2,06 |
| Сурхандарьинская | 1985 | 424 | 0,63 | 2671,77 | 1215,8 | 2,36 | 2869,2 | 0,29 | -197,52 | -6,3 | 1,07 |
| | 1990 | 4784,7 | 0,41 | 1961,7 | 1064,6 | 2,35 | 2301,8 | 0,22 | -540 | -0,2 | 1,17 |
| | 1997 | 4146,4 | 0,69 | 2887,64 | 1032,5 | 1,72 | 1967,25 | 0,25 | +914,92 | +2,95 | 0,68 |
| ***Среднее течение*** | | | | | | | | | | | |
| Бухарская | 1980 | 3926 | 0,696 | 2710,0 | 1723 | 3,96 | 6805,6 | 0,44 | -4097 | -15,1 | 2,5 |
| | 1985 | 4418,6 | 1,06 | 4683,25 | 1411 | 4,09 | 5774,2 | 0,32 | -1088,9 | -4,3 | 1,23 |
| | 1990 | 186,0 | 1,06 | 5485,2 | 1888 | 3,69 | 6968,4 | 0,36 | -1458,8 | -4,14 | 127 |
| | 1997 | 4512,36 | 1,2 | 5244,23 | 1846,23 | 4,21 | 7402,25 | 0,41 | -2116,9 | -9 | 1,41 |
| Кашкадарьинская | 1980 | 3657 | 1,14 | 4168,9 | 427,0 | 4,86 | 2078,0 | 0,12 | +1416,2 | +4,3 | 0,5 |
| | 1985 | 5760 | 1,13 | 6502,23 | 567,2 | 6,52 | 3725,2 | 0,1 | +2784,25 | +5,4 | 0,57 |
| | 1990 | 5254,6 | 0,87 | 4516,2 | 1362,2 | 6,78 | 9385,4 | 0,26 | -6371,3 | -9,82 | 2,08 |
| | 1997 | 5217,03 | 0,98 | 5221,4 | 1608,4 | 5,53 | 8019,0 | 0,31 | -3697,6 | -7,7 | 1,54 |
| Навоинская | 1980 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | 1985 | 1738,6 | 1,02 | 1773,25 | 512,3 | 2,55 | 1306,2 | 0,29 | 466,75 | -3,9 | 0,74 |
| | 1990 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | 1997 | 1714,9 | 1,09 | 1875,26 | 691,6 | 3,05 | 2108,851 | 0,40 | -233,51 | -1,93 | 1,12 |
| | | | | | | | | | | | |

| Область | Годы | Водозабор на орошение, млн.м$^3$ | Минерализация воды, г/л | Поступление солей, тн | Сток ДВ, млн.м$^3$ | Минерализация ДВ, г/л | Вынос солей, тыс.тн | Доля КДВ от водозабора | Уменьшение (-) Увеличение (+) | Уд.вынос солей, тн/га | Макс.* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ***Нижнее течение*** | | | | | | | | | | | |
| Каракалпакстан | 1980 | 8099 | 1,35 | 1023,6 | 2635,6 | 3,47 | 8456,2 | 0,32 | -947,2 | -2,9 | 1,04 |
| | 1985 | 9178,9 | 0,8 | 7343,12 | 2943 | 2,95 | 8633,0 | 0,32 | -1339,91 | -2,7 | 1,18 |
| | 1990 | 7187,7 | 1,2 | 8625,3 | 2331,5 | 4,22 | 9838,9 | 0,33 | -1213,7 | -2,5 | 1,14 |
| | 1997 | 5891,85 | 1,26 | 7423,52 | 1846,03 | 4,22 | 7794,65 | 0,31 | -371,17 | -0,71 | 1,05 |
| Хорезмская | 1980 | 4500 | 0,83 | 3735,0 | 3686,0 | 3,06 | 11278,2 | 0,82 | -7543,2 | -40,7 | 3,06 |
| | 1985 | 5284 | 0,9 | 4755,69 | 3283 | 2,47 | 8110 | 0,62 | -3354,3 | - | 1,71 |
| | 1990 | 4225,2 | 0,91 | 3848,5 | 2740 | 3,72 | 10192,8 | 0,65 | -6344,3 | -24,6 | 2,65 |
| | 1997 | 4920,25 | 0,83 | 4083,97 | 3785,26 | 2,72 | 10297,23 | 0,77 | 6213,32 | -25,43 | 2,52 |

* Примечание: Отношение объема выноса солей из зоны планирования к их поступлению с оросительной водой

**Таблица 2.7 Водно-солевые балансы поверхностных вод бассейна реки Сырдарьи**

| Область | Годы | Водозабор на орошение, млн.м$^3$ | Минерализация воды, г/л | Поступление солей | Сток ДВ, млн.м$^3$ | Минерализация ДВ, г/л | Вынос солей, тыс.тн | Доля КДВ от водозабора (Дс:В) | Уменьшение (-) Увеличение (+) | Уд.вынос, тн/га | Макс. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ***Верхнее течение*** | | | | | | | | | | | |
| Верхнее течение | 1980 | 2127 | 0,37 | 787,3 | 2152,0 | 1,7 | 1960,8 | 0,54 | -1173,5 | -4,3 | 2,49 |
| | 1985 | 4265,3 | 0,6 | 2559,2 | 1767,8 | 1,62 | 2864 | 0,42 | -304,7 | -0,36 | 1,12 |
| Андижанская | 1990 | 3184,1 | 0,64 | 2037,82 | 2533,6 | 1,21 | 3053,56 | 0,79 | -1015,73 | -3 | 1,5 |
| | 1997 | 3033,7 | 0,62 | 1868,7 | 1177,0 | 1,71 | 1895,3 | 0,39 | -26,64 | +0,5 | 0,98 |
| Наманганская | 1980 | 3316,0 | 0,50 | 1658,0 | 2100,0 | 1,1 | 2289 | 0,63 | -631,1 | -2,68 | 1,38 |
| | 1985 | 5247,6 | 0,66 | 3463,4 | 2611,1 | 2,24 | 5849,0 | 0,5 | -2385,5 | -0,74 | 1,7 |
| | 1990 | 2839,4 | 0,5 | 1376 | 2143,7 | 1,37 | 2036,52 | 0,78 | -660,52 | -2,5 | 1,5 |
| | 1997 | 2454,91 | 0,5 | 1227,46 | 2168,1 | 1,16 | 2514,95 | 0,88 | -1287,49 | -4,8 | 2,0 |
| Ферганская | 1980 | 5034 | 0,63 | 3171,4 | 3023,3 | 2,12 | 6409,4 | 0,60 | -3553,7 | -11,1 | 2,02 |
| | 1985 | 5294,5 | 0,68 | 3600,3 | 2191,4 | 2,39 | 5237,4 | 0,41 | -1637,2 | -5 | 141 |
| | 1990 | 4983,4 | 0,61 | 3039,87 | 3050,6 | 2,21 | 6741,83 | 0,61 | -3701,95 | -5,3 | 2,2 |
| | 1997 | 4353,5 | 0,73 | 3265,1 | 2679,1 | 2,37 | 6349,4 | 0,62 | -3084,3 | -9 | 1,94 |
| ***Среднее течение*** | | | | | | | | | | | |
| Джизакская | 1980 | 1805,0 | 1,07 | 1931,3 | 624 | 7,03 | 4386,7 | 0,31 | -2455,4 | -10,8 | 2,2 |
| | 1985 | 1996,7 | 1,0 | 1996,7 | 611 | 6,7 | 4093 | 0,31 | -2096,3 | -7,6 | 2,05 |
| | 1990 | 2344,7 | 1,31 | 3071,56 | 751 | 8,58 | 6446,58 | 0,32 | -3372,02 | -12 | 2,1 |
| | 1997 | 2380,7 | 1,5 | 3571,1 | 1190,6 | 4,05 | 4821,9 | 0,5 | -1250,8 | -4,3 | 1,35 |
| Сырдарьинская | 1980 | 2764,0 | 1,39 | 3841,2 | 1598,4 | 3,72 | 5946,2 | 0,58 | -2152,1 | -8,8 | 1,5 |
| | 1985 | 2500 | 1,39 | 3475,0 | 1839,0 | 3,5 | 6417,4 | 0,74 | -2942,6 | -10,1 | 1,46 |
| | 1990 | 2740,5 | 1,26 | 3453,03 | 1619,4 | 4,19 | 6785,29 | 0,59 | -3332,26 | -11,7 | 1,96 |
| | 1997 | 1889,2 | 0,86 | 1531,85 | 1096,53 | 2,71 | 2291,43 | 0,57 | -760,0 | -7,3 | 1,5 |

| Область | Годы | Водозабор на орошение, млн.м$^3$ | Минерализация воды, г/л | Поступление солей | Сток ДВ, млн.м$^3$ | Минерализация ДВ, г/л | Вынос солей, тыс.тн | Доля КДВ от водозабора (Дс:В) | Уменьшение (-) Увеличение (+) | Уд.вынос, тн/га | Макс. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ***Нижнее течение*** | | | | | | | | | | | |
| Южно-Казахстанская | 1985 | 4768,7 | 1,4 | 6576,2 | 832,1 | 2,8 | 233,0 | 0,17 | +4348,1 | +4,86 | 0,34 |
| | 1990 | 5162,4 | 1,3 | 6710,8 | 968,7 | 2,6 | 250,7 | 0,19 | +4203,8 | +5,5 | 0,52 |
| Кзыл-Ординская | 1985 | 4159,0 | 1,46 | 6072,2 | 1067 | 3,6 | 3649,1 | 0,26 | +2423,1 | +4,7 | 0,6 |
| | 1990 | 4611,7 | 1,4 | 6456,4 | 1189,5 | 3,42 | 4076,4 | 0,26 | +238,0 | +3,4 | 0,63 |

**Таблица 2.8 Общие сельскохозяйственные потери (в млн. долларов США в год)**

| Республика / Речной бассейн | Значение потерь урожая по причине | | | | | | Экономическая стомость промывочной воды | Затраты по ЭиС дренажной системы[3] | Стоимость земель, оставленных по причине засоления | Общие потери (млн. долл.США/год) | Общая стоимость потенциального валового продукта[2] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | пустые участки по причине: | | засоления почв на культуру | борьбы с сорняками | недостаточной обработки земель | уплотнения почв | | | | | |
| | недостаточного объема воды | засоления почв[4] | | | | | | | | | |
| Казахстан | 91 | 61 | 8 | 17 | 4 | 11 | 11 | 0 | 3 | 206 | 606 |
| Кыргызстан | 42 | 28 | 1 | 0 | 0 | 0 | 9 | 0 | 0 | 81 | 278 |
| Таджикистан | 26 | 18 | 0 | 2 | 0 | 2 | 9 | 0 | 0 | 58 | 177 |
| Узбекистан | 196 | 130 | 9 | 14 | 2 | 20 | 11 | 5 | 4 | 390 | 1303 |
| **Бассейн Сырдарьи** | **355** | **236** | **18** | **34** | **6** | **33** | **40** | **6** | **8** | **735** | **2365** |
| Таджикистан | 56 | 38 | 1 | 3 | 1 | 3 | 9 | 0 | 0 | 112 | 376 |
| Туркменистан | 169 | 112 | 22 | 14 | 2 | 16 | 27 | 3 | 14 | 378 | 1124 |
| Узбекистан | 247 | 165 | 17 | 20 | 3 | 25 | 40 | 5 | 8 | 529 | 1647 |
| **Бассейн Амударьи** | **472** | **315** | **39** | **37** | **5** | **43** | **76** | **8** | **22** | **1019** | **3147** |
| **Бассейн Аральского моря** | **827** | **551** | **57** | **70** | **12** | **76** | **117** | **14** | **30** | **1754** | **5 512** |

# III. ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ БАССЕЙНА АРАЛЬСКОГО МОРЯ

## 3.1. Гидрогеологические условия и динамика их в условиях орошения

Под влиянием естественных процессов влагообмена на территории бассейна в неорошаемых условиях устанавливается достаточно стабильный круговорот воды, определяемый интенсивностью естественного испарения, осадков, оттока в реку, притока с вышележащих территорий и подстилающих напорных пластов, при котором складываются естественные режимы грунтовых вод (рис.3.1). При этом изменчивость уровней и минерализации грунтовых вод определены колебаниями осадков, естественной водности водотоков, процессами естественного переноса солей и их аккумуляции, а также подтоплением во время паводков или осушением во время засух.

Человеческая деятельность (строительство крупных водохозяйственных сооружений: плотин, каналов, коллекторов, засорение территории) вносит значительные коррективы в есте-

ственные гидрогеологические процессы, которые проявляются в подъеме или снижении уровней грунтовых вод, увеличении подтопления или осушения, создании сложностей в эксплуатации зданий, коммуникаций и других объектов, ибо различные виды деятельности по разному влияют на формирование подземных и грунтовых вод, их потока и взаимодействия с рекой.

Особое влияние на гидрогеологическую трансформацию оказывает развитое орошение, которое резко изменяет естественный режим и создает динамичные условия переформирования бытовых циклов, которые в последующем стабилизируются при новых скоростях водооборота и интенсивностях влагообмена между приземным слоем и почвой (включая зону аэрации), между зоной аэрации и грунтовыми водами, наконец, между грунтовыми водами и сбросной сетью, с одной стороны, и водоприемником-рекой, озером, бессточной впадиной – с другой (рис.3.2).

Любые изменения вышеуказанных факторов при реконструкции оросительных систем, а также нарушающееся установившееся равновесие в антропогенно-природном комплексе, приводят к последующей новой стабилизации вновь установившихся параметров, в первую очередь глубины грунтовых вод.

Характер нового режима водного баланса зоны аэрации и грунтовых вод зависит от коэффициента полезного действия системы, техники полива, засоленности почвогрунтов и необходимости их промывок, фильтрационных свойств, условий взаимосвязи грунтовых вод орошаемого массива с прилегающими водоносными горизонтами. При этом КПД системы и техники полива и промывная норма являются первично управляемыми факторами, а взаимосвязь их с грунтовыми водами – следствием изменения уровня грунтовых вод на массиве, который при необходимости можно регулировать дренажем различного типа.

Различия в прохождении гидрогеологомелиоративных процессов определяются, в основном, различиями в геоморфологическом построении ландшафтов и, главное степенью естественной дренированности. Из пяти классов геоморфологических образований (горный пояс, предгорные равнины, пустынные низменности, аллювиальные равнины, речные террасы) и 24 зон,* привязанных к условиям Центральной Азии, 11 зон отличаются незначительной естественной дренированностью, и поэтому характеризуются наиболее динамичным изменением как под влиянием орошения, так и при изменении водоподачи, техники полива, методов возделывания культур, возделыванием вышерасположенных земель. Эти земли и их водносолевой режим могут управляться лишь при наличии хорошо развитого дренажа, который должен вызвать соответствующие изменения природных и антропогенных процессов.

Естественно, что каждая зона планирования имеет в пределах своих административных и географических границ несколько различных геоморфологических и гидрогеологических зональностей и их детальное определение требует других масштабов и объемов работ, чем в рамках данного проекта. Тем не менее, в последующем предполагается, что с помощью географической информационной системы (ГИС) и дистанционного зондирования (ДЗ) может быть проведена детальная идентификация природных условий с тем, чтобы сосредоточить свое внимание на тех зонах, которые представляют наибольшую опасность для дестабилизации процессов соленакопления. С этих позиций, в первую очередь, опасны зоны, где интенсивность естественного подземного оттока меньше составляющих суммарной инфильтрации и притоков к подземным водам или особо там, где подземные воды напорные и формируют дополнительный подсос в зону аэрации.

---

* В приложении 3 приведена «Классификация земель аридной зоны по геоморфологическим, инженерным признакам» из книги «Водохозяйственный комплекс в зоне орошения». В.А.Духовный, 1984 г., стр.140-143.

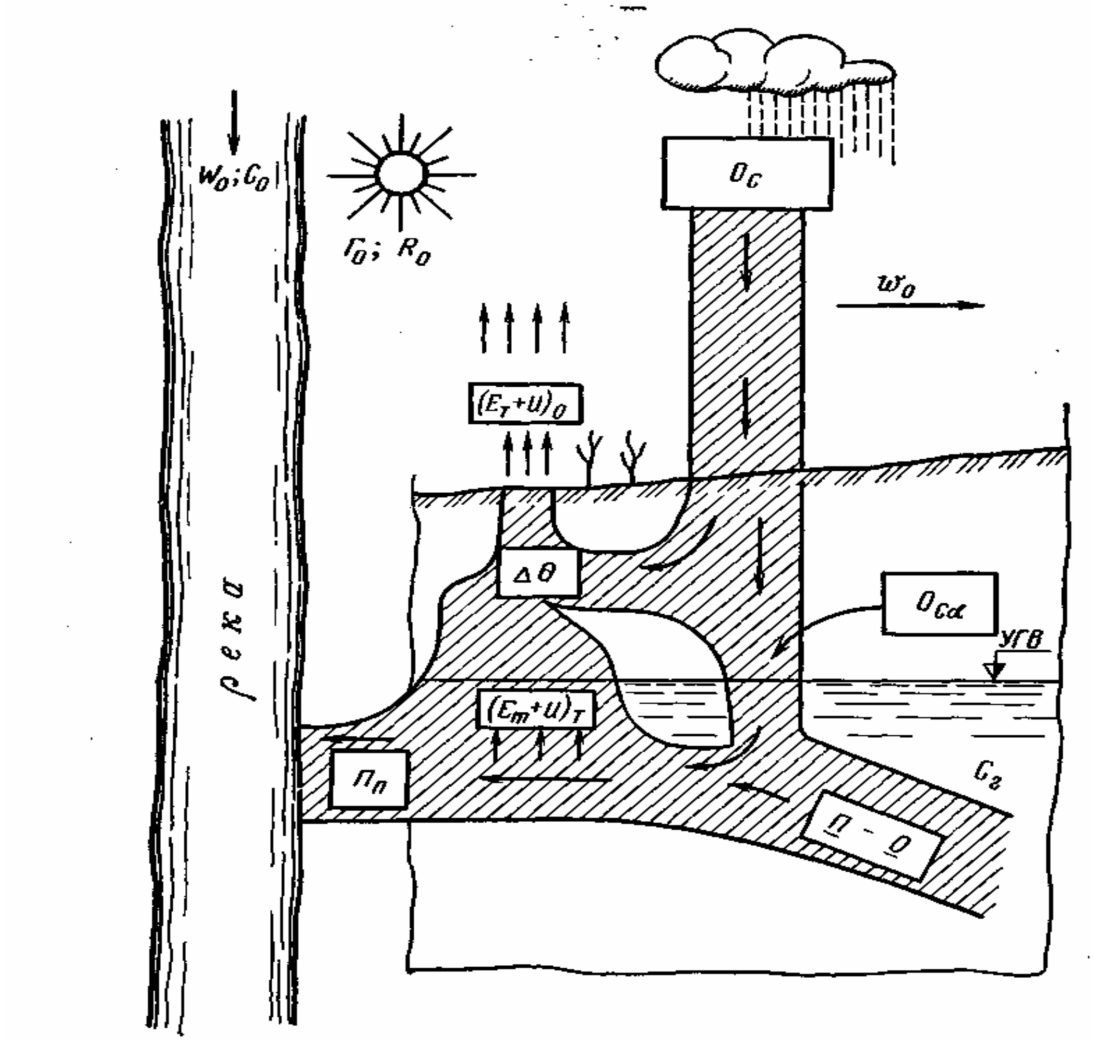



**Рис.3.1. Взаимодействие естественных вод на массиве орошения**

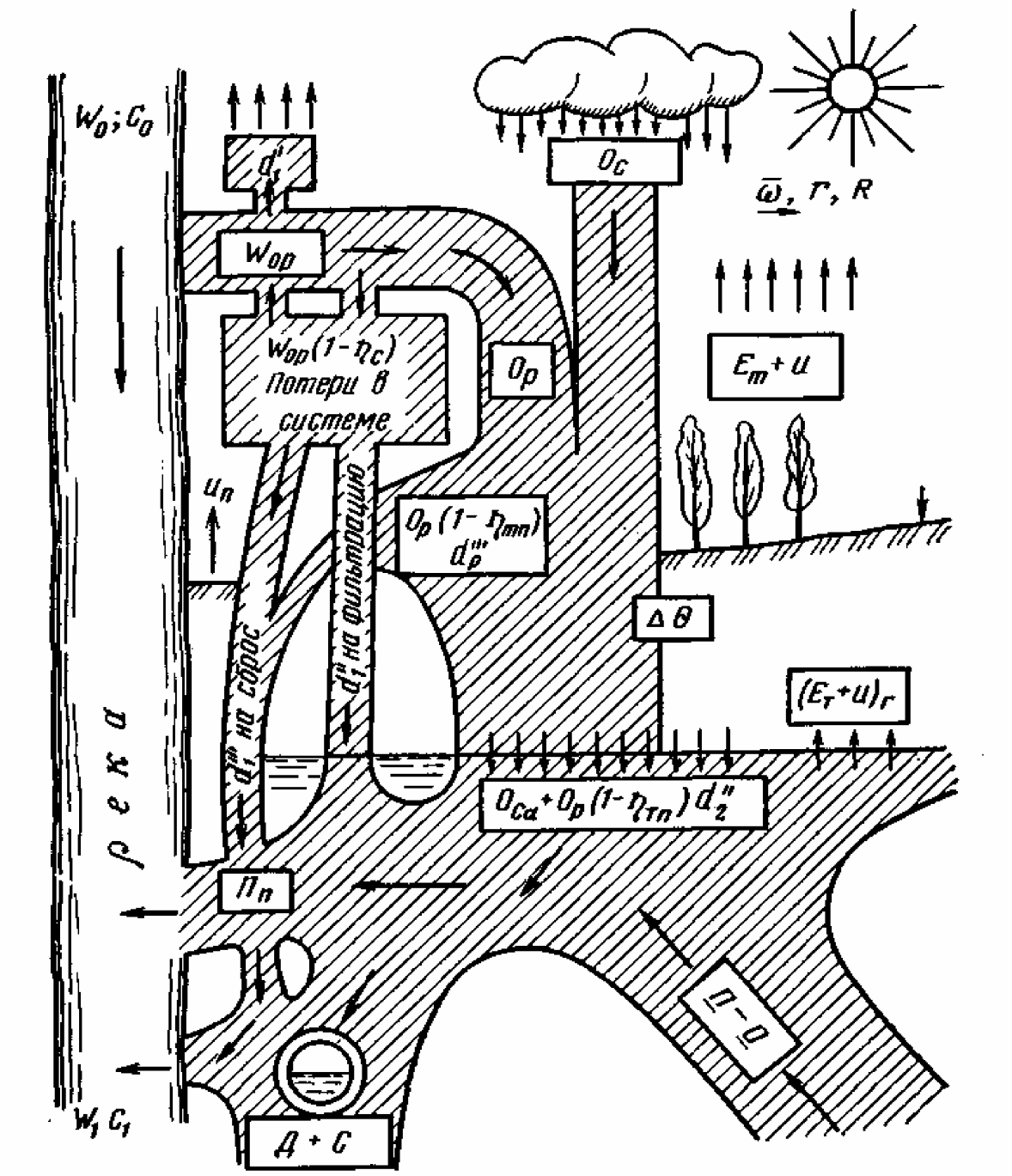



**Рис.3.2. Взаимодействие оросительных вод на массиве орошения**

Еще одну особенность грунтовых вод в нашем регионе необходимо учесть при проектировании дренажа и его эксплуатации. Это вторичная напорность грунтовых вод, возникающая на орошаемых землях при наполнении систем и крупных магистральных каналов, которые имеют хорошую гидравлическую связь с подземными водами. Вторичная напорность в таких слоистых грунтах распространяется после наполнения каналов в течение одних суток на расстоянии десятков километров при наличии хорошей проводимости подземных горизонтов, особо характерную для межгорных впадин.

Современное состояние грунтовых вод на орошаемых землях Центральной Азии характеризуется данными, представленными в таблице 3.1.

В то же время на примере динамики показателей грунтовых вод по трем мелиоративно неустойчивым областям Узбекистана видно, что несмотря на значительное ухудшение состояния и работы дренажа с 1970 года до настоящего времени особо катастрофических изменений на территории этих областей не произошло (табл.3.2, 3.2-А, 3.2-Б).

Наиболее важной характеристикой, влияющей на характер наличия высокого уровня стояния грунтовых вод и соленакопления является формирование подземного притока на орошаемых территориях. При этом нужно исходить, как из наличия естественной подземной составляющей, так и возникновения приточности в грунтовые воды, формируемые под влиянием потерь из системы каналов, особенно магистральных. Именно эти составляющие, кроме оросительной инфильтрации на полях от орошения и промывок, являются главным фактором управления показателями дренажных и подземных вод. Они очень важны как для оценки нынешней ситуации с балансом солей на орошаемой территории, так и особенно в зоне аэрации.

С этой точки зрения большое значение имеет работа, проводимая Х.И.Якубовым и его группой по оценке величины «притока-оттока» грунтовых вод ($\underline{П} - \underline{О}$) и особенно оценки подземного притока напорных вод, будущего искусственного дренажа – $Д_о$. Ниже в таблице 3.3 приводятся значения подземного притока-оттока по зонам планирования в бассейнах Сырдарьи и Амударьи.

Широкое развитие дренажных систем, начатое в 1960-65 гг., дало возможность с помощью искусственной дренированности орошаемых земель компенсировать величину естественной и вторичной напорности, что видно из данных таблицы 3.4 по бассейну Сырдарьи. Удельные значения чистого дренажного стока, формируемого за счет инфильтрационного питания и притока подземных вод в верховьях бассейна на уровне 1985-90 гг. изменялись в зоне верхнего течения в пределах 5600-10500 $м^3$/га, в зоне среднего течения – 3000-5500 $м^3$/га, а в зоне нижнего течения – 2500-3500 $м^3$/га на суходольных культурах и 6000-7000 $м^3$/га на землях рисового посева. Высокие значения чистого дренажного стока (модуля) относятся к зонам планирования с усиленным внешним подземным притоком, таким как Ферганская, Вахшская долины и рисовым системам (табл.3.5). При этом величина подземного притока территории, расположенная в пределах Ферганской долины бассейна р.Сырдарьи и Вахшской бассейна Амударьи изменяются от 4500-5000 $м^3$/га до 7000 $м^3$/га и более.

**Таблица 3.1 Распределение площадей по уровню и минерализации грунтовых вод по зонам планирования вод за 2000 г.**

| №№ п/п | Зоны планирования | Площадь орош. земель, тыс.га | Уровень грунтовых вод, м | | | | | | Минерализация, г/л | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 0-1 | 1-1,5 | 1,5-2,0 | 2-3 | 3-5 | > 5 | 0-1 | 1-3 | 3-5 | 5-10 | > 10 |
| | **Узбекистан** | | | | | | | | | | | | |
| 1 | Каракалпакстан | 500,1 | 2,4 | 38,9 | 239,9 | 179,9 | 38,4 | 0,6 | 0,4 | 252,2 | 247,5 | - | - |
| 2 | Андижанская | 264,945 | 2,709 | 34,04 | 81,174 | 63,587 | 24,298 | 591,401 | 160,669 | 102,726 | 1,329 | 0,221 | |
| 3 | Наманганская | 277,9 | 0,94 | 25,15 | 46,06 | 36,12 | 19,34 | 150,32 | 209,41 | 62,24 | 6,09 | 0,16 | |
| 4 | Ферганская | 356,814 | 2,846 | 30,074 | 144,891 | 90,754 | 39,707 | 48,542 | 114,279 | 173,359 | 63,843 | 5,333 | |
| 5 | Сырдарьинская | 296,9 | | | | | | | | | | | |
| 6 | Сурхандарьинская | 326 | | | | | | | | | | 8,81 | |
| 7 | Кашкадарьинская | 498,82 | до 2 м = 30,52 | | | 216,06 | более 3 м 251,14 | | 93,07 | 104,85 | более 3 г/л = 299,9 | | |
| 8 | Бухарская | 274,3 | 0,5 | 10,5 | 53,6 | 169,7 | 3,95 | 1,0 | 0,9 | 136,5 | 110,9 | 24,5 | 1,35 |
| 9 | Хорезмская | 276,4 | | | | | | | | | | | |
| | **Казахстан** | | | | | | | | | | | | |
| 1 | Южно-Казахстанская | 515 | 3,8 | 51,25 | 50,71 | 124,71 | 129,1 | 147,25 | 159,5 | 228,95 | 59,415 | 54,62 | |
| 2 | Кызылординская | 280 | - | 1,55 | 9,642 | 221,35 | 38,96 | 6,202 | - | 175,0 | более 3 г/л | 105,0 | |
| | **Кыргызстан** | | | | | | | | | | | | |
| 1 | Бабкентская | | | | | | | | | | | | |
| | **Таджикистан** | | | | | | | | | | | | |
| 1 | Курган-Тюбинская | 241,442 | 8,460 | 17,140 | 24,370 | 46,610 | 14,483 | - | 62,530 | 152,100 | 27,812 | - | - |
| 2 | Согдийская | 254,075 | 3,2 | 17,13 | | | | | 181,077 | | | | |
| | **Туркменистан** | | | | | | | | | | | | |
| 1 | Дашхаузская | 407,679 | 0 | 25,717 | 119,35 | 217,83 | 20,69 | 24079 | 1,375 | 138,731 | 172,98 | 74,67 | 19,905 |
| 2 | Лебабская | 282,732 | 5,808 | 49,3 | 130,84 | 89,07 | 7,69 | 0 | 37,68 | 18,229 | 37,48 | 13,734 | 11537 |

**Таблица 3.2 Данные об изменении мелиоративного состояния орошаемых земель Бухарской области Узбекистана за период 1970-2000 гг.**

| Год | Всего орошаемых земель,тыс.га | Земли, обеспеченные дренажем, тыс.га | | | Степень засоления земель | | | Уровень грунтовых вод, м | | | Минерализация, г/л | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | всего | верт. | уд. протяж. КДС, п.м/га | слабая | средняя | сильная | 0-1 | 1-2 | 2-3 | 0-1 | 1-5 | 5-10 |
| 1970 | 232,9 | 136 | 9,6 | 6,7 | 79 | 58,6 | 19 | 8,6 | 31,5 | 206,2 | 21,2 | 289,3 | 9,8 |
| 1975 | 252,4 | 180,6 | 21,6 | 22,1 | | | | 2,3 | 141,4 | 128,7 | | 90,8 | 26,3 |
| 1980 | 274,4 | 220 | 70,1 | 17,2 | | | | 0,5 | 142,8 | 201,6 | 24,3 | 92,1 | 29,4 |
| 1985 | 227,6 | 180 | 62,6 | | 42,91 | 148,4 | 54 | 1,36 | 70,7 | 124,53 | 0,8 | 130,36 | 64,61 |
| 1990 | 343,5 | 293 | 58 | 22,9 | 230 | 64,8 | 25,2 | 0,01 | 45,88 | 186,04 | 1,63 | 292,93 | 31,8 |
| 1995 | 272,2 | 204 | 45,1 | | 160 | 63 | 34 | 0,8 | 260 | | | 285,7 | 17,3 |
| 2000 | 273,7 | | | | 159,2 | 77,2 | 25,7 | 0,01 | 224,7 | | 5,44 | 284,97 | 9,98 |

**Таблица 3.2-А Данные об изменении мелиоративного состояния орошаемых земель Сырдарьинской области Узбекистана за период 1970-2000 гг.**

| Год | Всего орошаемых земель,тыс.га | Земли, обеспеченные дренажем, тыс.га | | | Степень засоления земель | | | Уровень грунтовых вод, м | | | Минерализация, г/л | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | всего | верт. | уд. протяж. КДС, п.м/га | слабая | средняя | сильная | 0-1 | 1-2 | 2-3 | 0-3 | 3-5 | 5-10 |
| 1970 | 393,7 | 146,8 | 93,5 | 18,3 | 157,4 | 55,9 | 25,8 | 2,2 | 62 | 120,9 | 2,4 | 175,8 | 70,4 |
| 1975 | 214,8 | 213 | 105,6 | | | | | | 27 | 120,6 | 64,5 | 90,3 | 32,2 |
| 1980 | 252,7 | 240,2 | 113,4 | 36,9 | | | | 1,6 | 41,6 | 186,6 | 103,3 | 90,1 | 47,2 |
| 1985 | 280,1 | 267,4 | 123,6 | 37,1 | 8,3 | 131,7 | 71 | 1,53 | 45,88 | 108,95 | 69,23 | 84,5 | 35,68 |
| 1990 | 298,1 | 293,7 | 116,4 | 53,8 | 33,5 | 190,7 | 66,9 | 0,52 | 43,77 | 134,19 | 71,44 | 77,64 | 47,56 |
| 1995 | 298,7 | | | 53,8 | 13 | 254,5 | 21,3 | 0,8 | 50,1 | 198,4 | 140,4 | 94,6 | 39,5 |
| 2000 | 262,7 | | | | 2,5 | 255,2 | 23,2 | 0,4 | 69 | 187,38 | 86,86 | 119,87 | 64,47 |

**Таблица 3.2-Б Данные об изменении мелиоративного состояния орошаемых земель Ферганской области Узбекистана за период 1970-2000 гг.**

| Год | Всего орошаемых земель,тыс.га | Земли, обеспеченные дренажем, тыс.га | | | Степень засоления земель | | | Уровень грунтовых вод, м | | | Минерализация, г/л | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | всего | верт. | уд. протяж. КДС, п.м/га | слабая | средняя | сильная | 0-1 | 1-2 | 2-3 | 0-3 | 3-5 | 5-10 |
| 1970 | 300,5 | 188 | 10,2 | верт. | 89,5 | 46,1 | 19,8 | 15,6 | 246,4 | 47,7 | 104,1 | 246 | 23 |
| 1975 | 306,4 | 213,9 | 26,1 | 10,2 | 215 | | | 0,3 | 164,2 | 160,9 | 255 | 92,2 | 20,5 |
| 1980 | 321,5 | 235,2 | 41,5 | 26,1 | 242,5 | | | 0,9 | 170,7 | 108,2 | 284,3 | 50,2 | 1,9 |
| 1985 | 332,4 | 255,2 | 63,1 | 41,5 | 291,64 | | 41 | 1,05 | 152,7 | 75,88 | 275,6 | 49,47 | 3,32 |
| 1990 | 349,7 | 255,8 | 81,2 | 63,1 | 308,2 | | 8,5 | 0,78 | 102,59 | 148,68 | 273,33 | 69,56 | 10,41 |
| 1995 | 356,1 | | | 81,2 | 314,1 | | 32 | 1,7 | 135,1 | 118,3 | 285,7 | 60,6 | 9,1 |
| 2000 | 356,74 | | | | 227,3 | | 29,6 | 2,32 | 159,8 | 94,02 | 308,8 | 41,27 | 6,61 |

**Таблица 3.3 Значение подземного притока - оттока ($м^3$/га за год) для подзон требующего дренажа (УГВ<3.0 м) по зонам планирования**

| Наименование ЗП и ее отдельные части | Приток к J | Отток О | J-O | Распределение годового притока-оттока по месяцам, % от годового | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII |
| Ферганская | 7000 | 2000 | 5000 | 5,0 | 10,0 | 13,0 | 14,0 | 11,0 | 5,0 | 5,0 | 5,0 | 5,0 | 9,0 | 9,0 | 9,0 |
| Андижанская | 4000 | 1500 | 2500 | 10,0 | 10,0 | 10,0 | 10,0 | 9,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 9,0 | 10,0 | 10,0 | 10,0 |
| Наманганская: | | | | | | | | | | | | | | | |
| - зона р. Сырдарьи | 3000 | 1000 | 2000 | 4,0 | 5,0 | 12,0 | 12,0 | 11,0 | 10,0 | 10,0 | 10,0 | 9,0 | 8,0 | 5,0 | 4,0 |
| - зона р. Нарин | 5000 | 2000 | 3000 | 5,0 | 10,0 | 13,0 | 14,0 | 1 ,0 | 5,0 | 5,0 | 5,0 | 5,0 | 9,0 | 9,0 | 9,0 |
| Согдская | 3500 | 2000 | 1500 | 5 | 5 | 12 | 12 | 10 | 10 | 10 | 10 | 9 | 8 | 5 | 4 |
| Голодная степь: | | | | | | | | | | | | | | | |
| Новая зона | 1200 | 350 | 850 | 20,0 | 20,0 | 25,0 | 20,0 | 3,5 | - | - | - | - | - | 3,5 | 8,0 |
| Старая зона (пойма) | 1300 | 2000 | -700,0 | 10,0 | 11,0 | 11,0 | 12,0 | 12,0 | 7,0 | 6,0 | 6,0 | 5,0 | 5,0 | 7,0 | 8,0 |
| III надпойменная терраса | 2000 | 1000 | 1000 | 10,0 | 11,0 | 11,0 | 12,0 | 12,0 | 7,0 | 6,0 | 6,0 | 5,0 | 5,0 | 7,0 | 8,0 |
| Казахская часть | 1000 | 500 | 500 | 10, | 11,0 | 11,0 | 12,0 | 12,0 | 7,0 | 6,0 | 6,0 | 5,0 | 5,0 | 7,0 | 8,0 |
| Ташкентская область | 2500 | 1000 | 1500 | 10,0 | 11,0 | 11,0 | 12,0 | 12,0 | 7,0 | 6,0 | 6,0 | 5,0 | 5,0 | 7,0 | 8,0 |
| Арыс-Туркестан | 2500 | 1200 | 1300 | 20,0 | 20,0 | 23,0 | 20,0 | 5,0 | - | - | - | - | - | 4,0 | 8,0 |
| Кзыл-Кумский массив | 500 | 200 | 300 | 10,0 | 11,0 | 11,0 | 12,0 | 12,0 | 7,0 | 6,0 | 6,0 | 5,0 | 5,0 | 7,0 | 8,0 |
| Низовья Сырдарьи | 200 | - | 200 | ,20,0 | 20,0 | 23,0 | 20,0 | - | - | - | - | - | - | 7,0 | 10,0 |
| ***Бассейн Амударьи*** | | | | | | | | | | | | | | | |
| Верховье: | | | | | | | | | | | | | | | |
| Пянджский | 4500 | 2500 | 2000 | 5,0 | 10,0 | 13,0 | 14,0 | 1 ,0 | 5,0 | 5,0 | 5,0 | 5,0 | 9,0 | 9,0 | 9,0 |
| Вахская | 5500 | 2000 | 3000 | 5,0 | 10,0 | 13,0 | 14,0 | 1 ,0 | 5,0 | 5,0 | 5,0 | 5,0 | 9,0 | 9,0 | 9,0 |
| Кафирганская | 4500 | 2500 | 2000 | 5,0 | 10,0 | 13,0 | 14,0 | 1 ,0 | 5,0 | 5,0 | 5,0 | 5,0 | 9,0 | 9,0 | 9,0 |
| Сурхандарьинс кая | 3000 | 1000 | 2000 | 5,0 | 10,0 | 13,0 | 14,0 | 1 ,0 | 5,0 | 5,0 | 5,0 | 5,0 | 9,0 | 9,0 | 9,0 |
| Кашкадарьинский | 3500 | 1000 | 2500 | 5,0 | 5,0 | 13,0 | 13,0 | 1 ,0 | 5,0 | 5,0 | 5,0 | 5,0 | 9,0 | 9,0 | 9,0 |
| Каршинский | 500 | 150 | 350 | 20,0 | 20,0 | 23,0 | 20,0 | 5,0 | - | - | - | - | - | 4,0 | 8,0 |

| Наименование ЗП и ее отдельные части | Приток к J | Отток О | J-O | Распределение годового притока-оттока по месяцам, % от годового | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII |
| Бухарский | 500 | 150 | 350 | 20,0 | 20,0 | 23,0 | 20,0 | 5,0 | - | - | - | - | - | 4,0 | 8,0 |
| Каракульский | 350 | 150 | 200 | 20,0 | 20,0 | 23,0 | 20,0 | 5,0 | - | - | - | - | - | 4,0 | 8,0 |
| Прибрежный Туркм.(Чарджоуская) | 350 | 150 | 200 | 10,0 | 11,0 | 11,0 | 12,0 | 12,0 | 7,0 | 6,0 | 6,0 | 5,0 | 5,0 | 7,0 | 8,0 |
| Зарафшанский | 2500 | 1000 | 1500 | 10,0 | 11,0 | 11,0 | 12,0 | 12,0 | 7,0 | 6,0 | 6,0 | 5,0 | 5,0 | 7,0 | 8,0 |
| Низовья Амударьи | | | | | | | | | | | | | | | |
| Зона Туямуюнского гидроузла | 250 | 100 | 150 | 20,0 | 20,0 | 20,0 | 20,0 | 20,0 | 5,0 | - | - | - | - | 7,0 | 8,0 |
| Каракумский | 250 | 100 | 150 | 20,0 | 20,0 | 20,0 | 20,0 | 20,0 | 5,0 | - | - | - | - | 7,0 | 8,0 |

Следует отметить, что во всех районах усиленного притока подземных вод в обоих бассейнах рек была построена система вертикального дренажа, позволяющая ускорить снижение напорности в водоносных пластах.

Указанные в таблице 3.4 величины фактического чистого дренажного стока (модуля) близки, а кое-где и выше проектных значений дренированности.

Аналогичная картина наблюдается и по бассейну Амударьи (табл.3.5). Здесь максимально наблюдаемый дренажный модуль по критическим зонам планирования «Лебаб», «Кашкадарья», «Бухара» и «Северный Каракалпакстан» изменяется в пределах от 3,5 до 6,0 тыс.$м^3$/га, и его значения практически совпадают с таковыми, принятыми по проектам. Благодаря интенсивной дренированности в 1970-90 гг. по всем зонам планирования были достигнуты отрицательные водно-солевые балансы, как общие по орошаемой территории, так и частные по зоне аэрации, с выносом солей от 7-19 до 25-30 т/га.

**Таблица 3.4 Значение чистого дренажного модуля «$D_ч$» по зонам планирования бассейна реки Сырдарьи (на основе многолетних опытно-производственных исследований и проектных материалов)**

| Водохозяйственные районы и их отдельные части | Значение чистого дренажного стока, м3 /га | | |
|---|---|---|---|
| | на уровень КПД системы за 1985-1990 гг. | 2000 г. | на перспект. КПД системы |
| ***Верхнее течение (центральная Фергана)*** | | | |
| Андижанская область* | 5600-9400 | 5000-9000 | 4400-7800 |
| Наманганская область* | 7800-10500 | 7500-11000 | 6300-8800 |
| Ферганская область и мелиоративно-неблагополучные земли Согдийской области* | 6300-9400 | 5000-9000 | 5600-7000 |
| ***Среднее течение*** | | | |
| Джизакская область | 3000-3500 | 1000-1500 | 3000-5000 |
| Сырдарьинская область | | | |
| Новая зона орошения | 3000-4500 | 1000-2000 | 3000-4000 |
| Старая зона орошения | 2800-4500 | 1000- 1500 | 2500-4000 |
| Казахская часть Голодной степи | 4500-5500 | 200-500 | 3000-3500 |
| Ташкентская область | 3000-4000 | 2500-3000 | 2500-3500 |
| ***Нижнее течение*** | | | |
| Кзыл-Кумский массив | | | |
| Суходольная культура | 2500-3500 | До 1000 | 2000-3000 |
| Рис | 6000-6500 | До 1000 | 5600-5500 |
| Арысь-Туркестанский массив | 2500-3500 | - | 2000-2500 |
| Кзыл-Ординская область | | среднее по области | |
| Рис | 5000-6000 и более | 1400 | 5000-6000 |
| Суходольная культура | 3000-4000 | | 2500-3000 |

$D_ч$ - чистый дренажный сток, формируемый за счет инфильтрации поверхностных и притока подземных вод без учета сброса из системы канала

* Примечание: высокое значение $D_ч$ по областям Ферганской долины объясняется за счет интенсивного подземного притока со стороны. При установлении $D_ч$ на перспективу КПД принят 075, 1985-90 уровень 0,65-0,7 за исключением новой зоны Голодной и Джизакской областей, по которым КПД систем принят 0.8-0.82.

**Таблица 3.5 Изменение параметров дренированности критических зон планирования**

| Зоны планирования | Параметры дренированности зон планирования, тыс.м$^3$/га | | | |
|---|---|---|---|---|
| | условно нормативный, (проектный) дренажный модуль - $D_{чист}$ | максимально наблюденный $D_ч$ 1985-1990 гг. | $D_ч$ за 2000 год | снижение $D_ч$ против максимального $D_ч$, % |
| ***Бассейн р.Сырдарьи*** | | | | |
| Ферганская | 6,0-9,0 | 6,5-10,0 | 5,0-9,0 | 15 |
| Зона ЮГК | 3,5-5,0 | 3,0-4,0 | 1,4 | 60 |
| Пахтааральский р-н Южно-Казахстанской области | 5,5-6,0 | 4,0-5,5 | 200-500 | 86-90 |
| Кызыл-Ординская | 5,0-6,0 | 5,0-6,0 | 1,4 | 75 |
| ***Бассейн р.Амударьи*** | | | | |
| Лебапская | 3,5-4,0 | 4,0-4,5 | 2,1 | 51 |
| Кашкадарьинская | 4,0-4,5 | 3,6-5,0 | 3,15 | 21 |
| Бухарская | 4,0-4,5 | 4,0-5,0 | 4,2 | 20 |
| Северный Каракалпакстан | 4,5-6,0 | 3,5-6,0 | 1,7 | 66 |

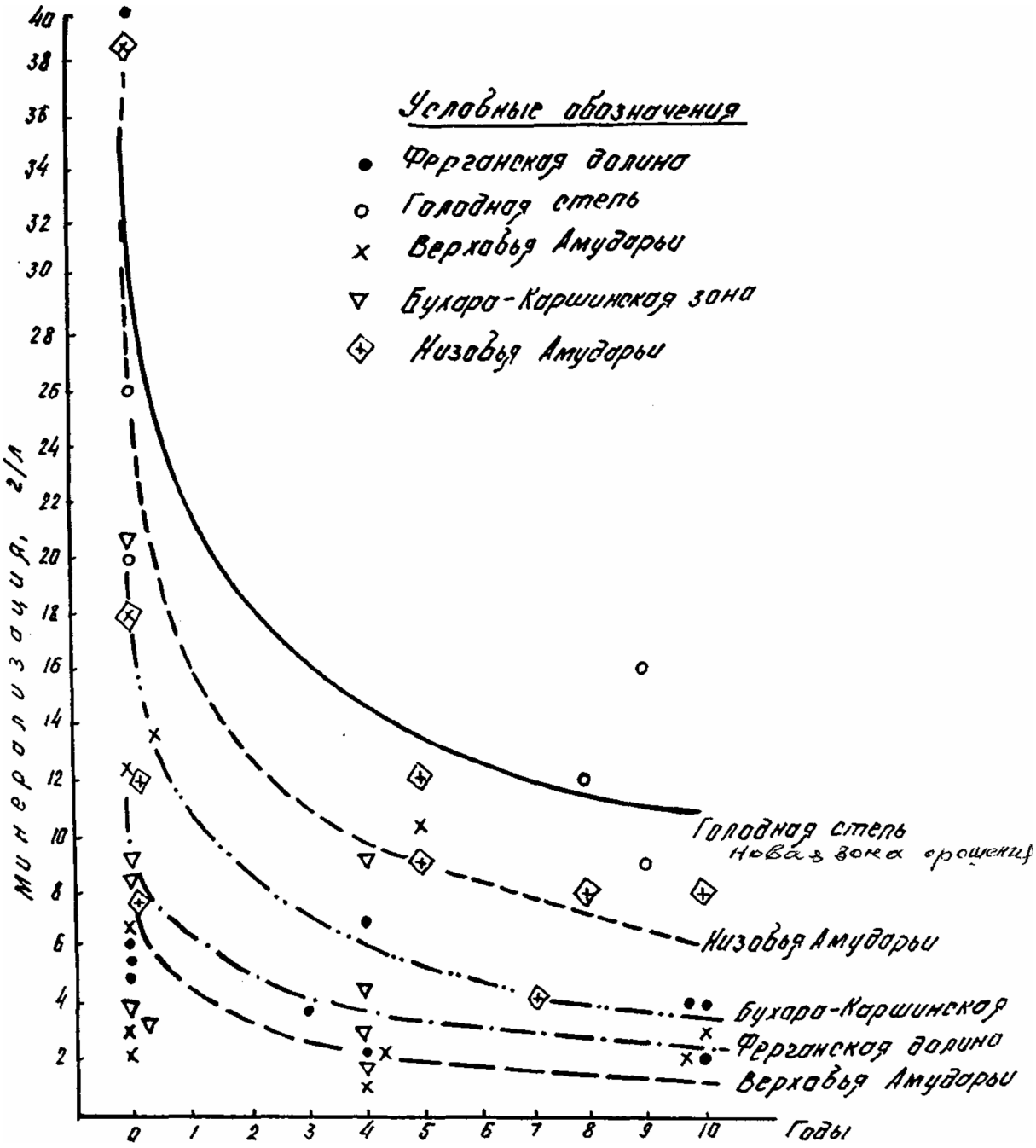
$D_ч$ – дренажный сток, формируемый за счет инфильтрационного питания поверхностных вод, грунтовых вод и подземного питания без учета объема сброса поверхностных вод

При этом более усиленные темпы выноса солей с дренажным стоком наблюдаются по Джизакской, Сырдарьинской и Ферганской областям, орошаемые земли которых в исходном состоянии имеют значительные запасы солей, достигающие до 2,0-3,5 % по их сумме в зоне аэрации и ниже на большую глубину. В указанных зонах планирования вынос солей с орошаемых территорий изменялся от 4,3 до 12 т/га в год (на валовую площадь). В то же время в районах, расположенных в нижних течениях, наблюдается процесс накопления запасов солей (табл.2.6), что объясняется более высокой минерализацией оросительной воды (1,1-2,3 г/л). По бассейну Амударьи относительно высокий темп выноса солей наблюдается в Хорезмской области, где он изменяется от 24,6 т/га до 40 т/га в год и в Бухарской области – 4,14-15 т/га в год (табл.2.7). В орошаемых землях, расположенных в нижнем течении также идет процесс накопления солей.

Одновременно с постепенным рассолением почвогрунтов происходило изменение минерализации дренажного стока. Закономерно, что в начальный период работы дренажных систем формируется высокая минерализация дренажных вод, которая со временем постепенно снижается. Темпы снижения минерализации дренажного стока зависят от исходного содержания солей в почвогрунтах и их распределения по почвогрунтовому профилю в верхней толще отложений, степени дренированности зон планирования и осуществления промывного режима орошения (рис.3.3).

В зонах планирования, расположенных в верхних течениях рек (Ферганская, Вахшская долины), а также орошаемых массивах, представленных более легкими почвогрунтами, рассоление земель и стабилизация минерализации дренажного стока идет намного быстрее, чем в средних и нижних течениях. При этом стабилизация минерализации дренажного стока на легких хорошо дренированных почвах наступает через 5-6 лет, а на тяжелых почвах, содержащих большие запасы солей в зоне аэрации, через 10-15 лет, даже при относительно высокой дренированности земель. К 1990 году процесс изменения минерализации дренажного стока по всем зонам планирования практически стабилизировался на уровне 3-4 г/л, за исключением новой зоны Голодной степи (включая Джизакскую часть), Каршинской степи, а также определенной части Бухарской области и зоны низовьев рек Сырдарьи и Амударьи, где минерализация дре-

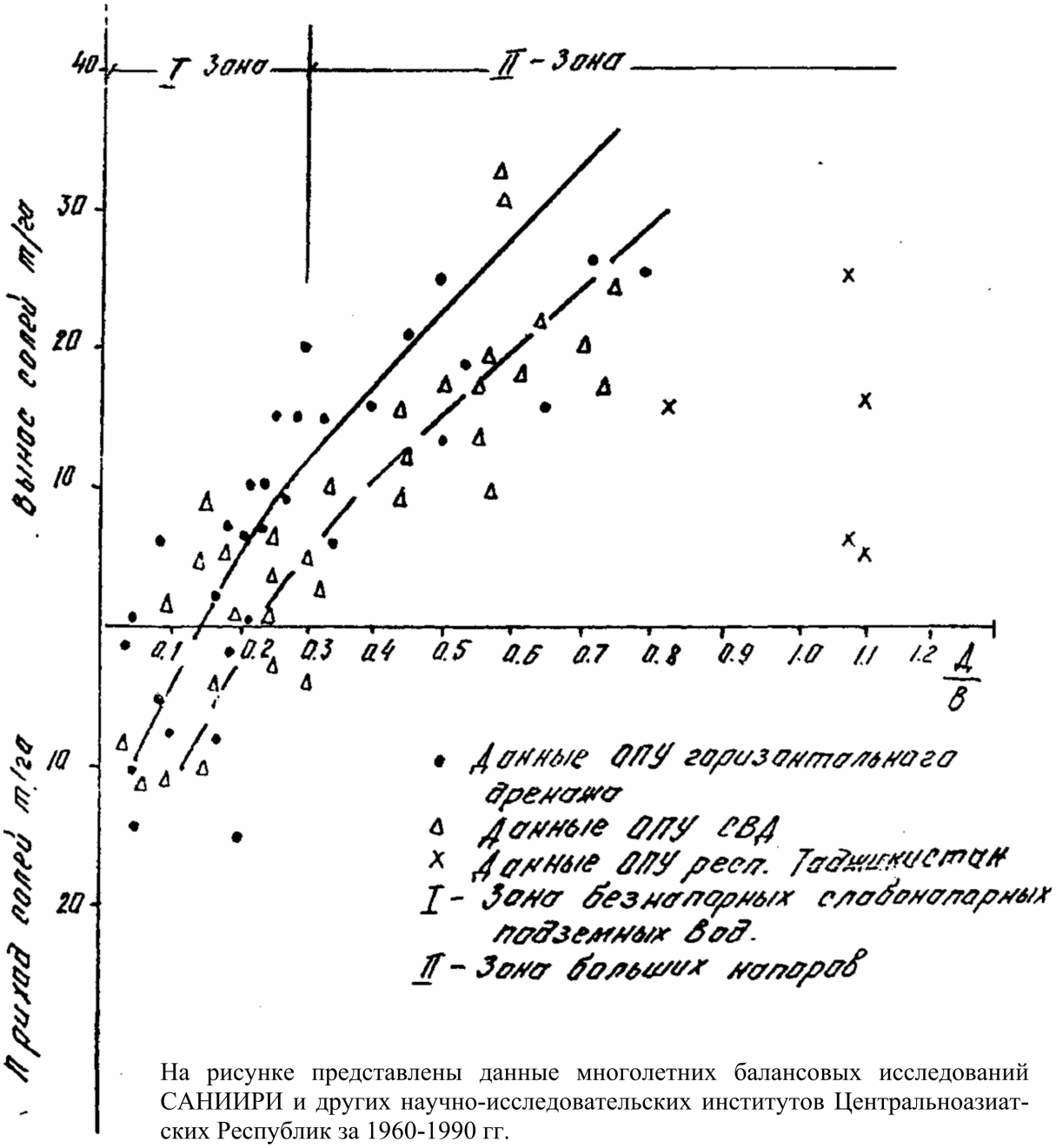
нажного стока осталась в пределах 5-7 г/л. Это объясняется высоким содержанием солей не только в зоне аэрации, но и в нижних до 20-30 м толщах почвогрунтов.




с начала освоения

$D_ч$ – дренажный сток, формируемый за счет инфильтрационного питания поверхностных вод, грунтовых вод и подземного питания без учета объема сброса поверхностных вод

**Рис. 3.3. Изменение минерализации дренажного стока по зонам планирования**




На рисунке представлены данные многолетних балансовых исследований САНИИРИ и других научно-исследовательских институтов Центральноазиатских Республик за 1960-1990 гг.

**Рис. 3.4. Зависимость параметров солевого баланса от отношения дренажного стока к водоподаче**

Темпы выноса солей из зоны аэрации во многом зависят от уровня искусственной дренированности орошаемых земель, первичной засоленности почвогрунтов, водоподачи на поля, а также естественной напорности подземных вод, что видно из рис.3.4, составленного по результатам водно-солевых балансов зоны аэрации крупных орошаемых массивов Центральной Азии.

Отношение Д/В+О – характеризует уровень дренированности и водообеспеченность орошаемых земель. Данные рисунка 3.4, составленного по многолетним данным балансовых исследований по крупным опытно-производственным участкам площадью от 2,0-3,0 тыс.га до 15-20 тыс.га, а также крупным регионам показывают, что в безнапорных условиях одинаковый темп выноса достигается при меньших значениях Д/В+О, нежели чем в условиях напорных вод. С другой стороны, по этим результатам видно, что в условиях безнапорных и слабонапорных водоносных комплексов, величина выноса солей с орошаемых земель практически одинакова, как при работе горизонтального, так и вертикального дренажа. Это подтверждает правомерность одинакового систематического воздействия горизонтального и вертикального дренажей на формирование зоны активного водо- и солеобмена на территории крупных массивов или региона. Так в условиях систематической работы дренажа на крупных массивах в формировании фильтрационных токов участвует вся толща водоносного пласта, как на фоне горизонтального, так и вертикального дренажей. Однако интенсивность участия различных типов дренажа в процессе рассоления складывается по-разному, так при вертикальном дренаже этот процесс более интенсивен, чем при горизонтальном дренаже. В тоже время при работе как ГД, так и СВД интенсивность солевого обмена определяется, главным образом, не за счет мощности зоны активного водообмена, хотя она играет определенную роль в общем выносе солей с орошаемой территории.

Интенсивность выноса солей с орошаемых земель и дренажного солевого стока, в основном, зависит, с одной стороны от величины инфильтрации воды из зоны аэрации в грунтовые воды, с другой – от запасов солей и их характера распределения в покровном мелкоземе, а также минерализации грунтовых и подземных вод. До 1990 года на хорошо дренированных искусственным дренажем зонах планирования, таких как Ферганская, Вахшская долины, Голодная степь, Бухарская, Хорезмская области, Южный Казахстан и др. при поддержании промывного режима орошения величина поступления воды из зоны аэрации в грунтовые воды изменялась в пределах от 1000 до 2500-3000 $м^3$/га, что обеспечивало вынос солей от 10-12 тн/га до 30-35 тн/га в год (рис.3.4). В маловодные годы и после 1987-1990 гг., когда повсеместно наблюдается резкое ухудшение технического состояния дренажных систем, на всех зонах планирования, протекает накопление солей в зонах аэрации (таблица 3.6 и 3.7).

В годы поддержания усиленной дренированности (1970-90 гг.) искусственный дренаж обеспечил на орошаемых землях благоприятные водно-солевые режимы почв (близкие к оптимальным мелиоративным режимам). Это дало возможность повысить продуктивность земель. В указанные годы урожайность основных культур – хлопчатника по большинству зон планирования достигала до 30-35 ц/га, а риса до 40-55 ц/га.

Созданные в 1976-1990 гг. мощные дренажные системы при их нормальной эксплуатации обеспечивали на орошаемых землях благоприятные условия для повышения продуктивности земель и орошаемой воды. Если оценить технический уровень гидромелиоративных систем по нормативу, принятому в свое время в бывшем СССР (табл.3.8), то они практически по всем зонам планирования, за исключением зон расположенных в низовьях Амударьи и Сырдарьи построенным в период 1960-1990 гг., относятся к низким и средним классам. Однако начиная с 1990-1992 годов в связи с резким ухудшением эксплуатации ГМС и особенно, дренажных систем, по всем зонам планирования наблюдается ухудшение их технического состояния, что повлияло на продуктивность земель и оросительной воды.

**Таблица 3.6 Фактические водно-солевые балансы зоны аэрации орошаемого поля по отдельным критическим зонам планирования бассейна**

| Показатели (элементы) балансов | Бухарская область | | | Кашкадарьинская область | | | Хорезмская область | | | Каракалпакстан | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1979 много-водн. | 1989 мало-водн. | 2000 много-водн. | 1980 | 1995 | 2000 | 1985 много-водн. | 1990 мало-водн. | 2000 | 1979 много-водн. | 1989 мало-водн. | 2000 г. |
| Минерализация ороситель-ных систем (речных), г/л | 0,74 | 0,79 | 0,92 | 1,78 | 0,91 | 0,86 | 0,80 | 0,88 | 0,86 | 1,07 | 1,19 | 1,16 |
| Минерализация грунтовых вод, г/л | 4,01 | 4,0 | 4,5 | 5,50 | 3,70 | 4,25 | 2,60 | 2,80 | 2,32 | 4,95 | 5,12 | 4,25 |
| Водный баланс, $м^3$/га | | | | | | | | | | | | |
| Приход: | | | | | | | | | | | | |
| Ор* | 8610 | 9220 | 6653 | 7280 | 7344 | 6950 | 10600 | 10150 | 6781 | 13190 | 9400 | 6882 |
| Осадки А | 1600 | 1100 | 914 | 2347 | 1800 | 1176 | 1050 | 990 | 509 | 1420 | 1090 | 818 |
| (1-α) $Ф_{в/х}$ | 710 | 710 | 356 | 409 | 486 | 181 | 561 | 439 | 373 | 1880 | 540 | 359 |
| Итого | 10920 | 11030 | 7923 | 10036 | 9630 | 8307 | 12211 | 11579 | 7663 | 16490 | 11030 | 8059 |
| Расход: | | | | | | | | | | | | |
| $С_{сбр.}$ | 910 | 920 | 760 | 1077 | 1464 | 1031 | 470 | 450 | 320 | 1470 | 850 | 1032 |
| ЕТ | 8050 | 8230 | 8100 | 7668 | 8200 | 7950 | 8060 | 7910 | 8513 | 9700 | 8330 | 7900 |
| Разность: $\pm$ q | -1960 | -1880 | 937 | -1291 | 24 | 674 | -3681 | -3219 | 1170 | -5320 | -2150 | 873 |
| Солевой баланс, тн/га | | | | | | | | | | | | |
| Приход: | | | | | | | | | | | | |
| $С_{ор}$ | 6,37 | 7,29 | 6,12 | 5,39 | 5,79 | 6,32 | 8,61 | 8,93 | 5,83 | 14,11 | 11,18 | 7,98 |
| С (1 – α) $Ф_{в/х}$ | 0,53 | 0,56 | 0,33 | 0,30 | 0,38 | 0,16 | 0,45 | 0,39 | 0,32 | 1,52 | 0,64 | 0,42 |
| Расход | | | | | | | | | | | | |
| $С_{сбр}$ | 0,67 | 0,73 | 0,70 | 0,80 | 1,16 | 0,94 | 0,37 | -0,39 | -0,28 | | 1,01 | 1,20 |
| $\pm$ $С_q$ | -7,86 | -7,52 | +4,22 | -7,10 | +0,09 | +2,86 | -9,57 | -9,01 | -2,71 | -26,6 | -11,00 | +3,71 |
| Разность солей, т/га | -1,63 | -0,40 | +9,97 | -2,21 | +5,11 | +8,42 | -0,88 | -0,08 | +8,59 | -12,54 | -0,19 | +10,91 |

* $О_р$ – оросительная норма нетто; А – атмосферные осадки; (1-α) $Ф_{в/х}$ – доля фильтрационных потерь из внутрихозяйственных, достигающих в грунтовые воды; $С_{сб}$ – сброс поверхностных вод; ЕТ – суммарное испарение; $\pm$ q – водообмен между зоной аэрации и грунтовых вод; $С_{ор}$ – поступление солей с оросительной водой; С (1 – α) $Ф_{в/х}$ – доля солей, поступающих с фильтрационными потерями; С – солеобмен

**Таблица 3.7 Фактические водно-солевые балансы зоны аэрации орошаемого поля по отдельным критическим зонам планирования по бассейну Сырдарьи**

| Показатели (элементы) балансов | Ферганская область | | | | Сырдарьинская область | | | | Кызылординская область | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1980 | 1990 | 1995 | 2000 | 1979 | 1990 | 1995 | 2000 | | 1990 | 1995 | 2000 |
| Минерализация ороситель-ной воды, г/л | 0,63 | 0,61 | 0,70 | 0,70 | 1,49 | 1,26 | 1,59 | 1,31 | | 1,4 | 1,20 | 1,16 |
| Минерализация грунтовых вод, г/л | 3,20 | 2,75 | 3,09 | 3,25 | 4,7 | 4,6 | 3,8 | 4,3 | | 3,8 | 3,95 | 4,25 |
| Водный баланс, $м^3$/га | | | | | | | | | | | | |
| Приход: | | | | | | | | | | | | |
| Ор нетто | 9164 | 9009 | 5975 | 4713 | 6510 | 6527 | 5145 | 7654 | | 7770 | 7252 | 6811 |
| Осадки А | 1589 | 1615 | 1700 | 1605 | 4650 | 2901 | 2777 | 2413 | | 1950 | 1200 | 818 |
| (1-α) $Ф_{в/х}$ | 400 | 398 | 329 | 259 | 300 | 335 | 279 | 360 | | 542 | 505 | 475 |
| Итого | 11153 | 11022 | 8004 | 6577 | 11460 | 9763 | 8201 | 10427 | | 10262 | 8957 | 8104 |
| Расход: | | | | | | | | | | | | |
| $С_{сбр.}$ $м^3$/га | 1157 | 1076 | 1247 | 1157 | 720 | 653 | 772 | 1148 | | 2710 | 2940 | 1703 |
| ЕТ | 7875 | 8042 | 7353 | 7893 | 7550 | 7978 | 7652 | 8900 | | 11014 | 10150 | 8100 |
| Разность: $\pm$ q | -2121 | -1904 | 596 | 2468 | -3190 | -1132 | +223 | -379 | | 4362 | 4135 | 1699 |
| Солевой баланс, тн/га | | | | | | | | | | | | |
| Приход: | | | | | | | | | | | | |
| $С_{ор}$ | 5,77 | 5,49 | 4,18 | 3,30 | 9,7 | 8,22 | 8,18 | 10,2 | | 10,88 | 8,7 | 7,9 |
| С (1 – α) $Ф_{в/х}$ | 0,25 | 0,24 | 0,23 | 0,18 | 0,5 | 0,42 | 0,44 | 0,47 | | 0,76 | 0,606 | 0,55 |
| Расход: $С_{сбр}$ | -0,72 | -0,65 | -0,87 | -0,8 | 1,1 | 0,82 | 1,22 | 1,5 | | -3,79 | -3,32 | -1,98 |
| $\pm$ $С_q$ | -6,78 | -5,23 | +1,84 | +8,21 | -15,9 | -5,21 | +0,85 | -1,63 | | 16,57 | 16,33 | 7,22 |
| Разность солей, т/га | -1,48 | -0,15 | +5,38 | +10,99 | -6,5 | +3,43 | +6,55 | +7,36 | | 24,42 | 22,16 | 13,69 |

**Таблица 3.8 Классификация и критерии оценки мелиоративного состояния земель и технического состояния ГМС**

| Показатели | Технический уровень систем | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | **очень низкий** | **низкий** | **средний** | **высокий** | **очень высокий** |
| Урожайность | Очень нестабильная и низкая, Ку=0,45 | Нестабильная и низкая, Ку=0,45 ... 0,55 | Нестабильная за многолетний ряд, высокая в отдельные годы, Ку=0,85 | Нестабильная, Ку=1,0 | Стабильно высокая, Ку=1,0 |
| Затраты воды на единицу урожая, $м^3$/ц | 800... 1000 | 600... 800 | 300... 600 | 250... 300 | До 250 |
| Мелиоративное состояние земель | Крайне не удовлетворительно | Неудовлет - верительное | Удовлетворительно | Хорошее | Отличное |
| Уровень грунтовых вод (ГВ) и их минерализация | Очень высокий. Режим ГВ формируется за счет водоподачи, испарения, дренажного стока $K_{gr}$=0,66; $K_{ws}$=3 | Высокий. Режим ГВ формируется за счет водоподачи, испарения, дренажного стока $K_{gr}$=0,75; $K_{ws}$=2 | ГВ и их минерализация подвержены сильным коле- баниям, их режим форми -руется за счет водоподачи, дренажного стока; $K_{gr}$=0,9; $K_{ws}$=l,5 | ГВ расположены относительно глубоко, их режим близок к опти -мальному, минерализа- ция невысокая; $K_{gr}$ =1; $K_{ws}$=l | Стабильно низкий. Минерализация невысокая; $K_{gr}$=l; $K_{ws}$=l |
| Засоленность почв | 50... 75% территории сильнозасоленные почвы, Ks=3 | 30…50% территории средне и сильнозасоленные почвы, Ks=2...3 | Почвы в основном слабозасоленные, местами среднезасоленные, Ks=l,5...2,0 | Почвы в основном слабо и незасоленные, Ks= 1,5...1,0 | Почвы не засоленные, Ks=l |
| Солевые балансы:<br>- территории | Положительный по типу усиленного накопления (5-10тн/год) | Положительный 5 тн/год | Отрицательно-накопи-тельный от +3 до +5 | Отрицательный (5-10) | Отрицательный (10-15) |
| -зоны аэрации | Положительный (+10-15 тн/год) | Положительный (+10-15 тн/год) | Переменный (+5-+5 тн/год) | Отрицательный до +1О тн/гол | Отрицательный от 15 до 20 и б-е . |
| Дренированность Д/В | 0,5... 0,4 | 0,4... 0,3 | 0,3. ..0,2 | 0,2. ..0,15 | 0,2. ..0,15 |
| КПД системы | До 0,4 | 0,4... 0,55 | 0,55. ..0,75 | 0,75. ..0,8 | 0,8. ..0,85 |
| КПД внутрихозяйственной сети | До 0,5 | 0,5... 0,65 | 0,65. ..0,8 | 0,8. ..0,85 | 085... 0,90 |
| КПД техники полива | <0,4 | 0,4+0,5 | 0,5-0,6 | 0,6-0,7 | >0,7 |
| КЗИ | 0,4... 0,5 | 0,6... 0,7 | 0,75. ..0,8 | 0,85 | 0,9 |

| Показатели | Технический уровень систем | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | очень низкий | низкий | средний | высокий | очень высокий |
| | | | | | |
| Удельная протяженность внутрихозяйственной оросительной сети, м/га | 55...65 | 52 | 48 | 45 | 35 |
| Спланированность полей, см | ±20-25 | ±15-20 | ±10-15 | 5-10 | ±3-5 |

**Примечание**: $K_y$- коэффициент относительной изменчивости урожайности определяется отношением средневзвешенной урожайности к проектной; $K_{gr}$-коэффициент характеризующий уровень грунтовых и напорных вод определяться отношением средневзвешенной по площади глубине к проектной ; $K_{ws}$-коэффициент минерализации грунтовых вод определяется отношением средневзвешенной по площади минерализации к проектной; $K_s$- коэффициент засоленности почв определяется отношением по площади засоленности к проектной ; $K_y$ и $K_{gr}$ равных больше единицы, а $K_{ws}$ и $K_s$ меньше единицы мелиоративное состояние земель и работоспособность оросительной сети благополучные; $K_{sb}$- коэффициент водно-солевого баланса орошаемых земель, характеризует дренированность территории, определяется отношением дренажного стока к водоподаче (брутто)

# IV. ТЕХНИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ДРЕНАЖНЫХ СИСТЕМ В РЕСПУБЛИКАХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ

За последние годы в результате ухудшения финансово-материальной базы хозяйств и водохозяйственных организаций, морального устаревания мелиоративной техники, удорожания электроэнергии, комплектующих скважинных насосов, электрооборудования, а также несвоевременного и некачественного проведения ремонтно-восстановительных работ дренажных систем, повсеместно наблюдается резкое снижение их технического уровня.

На современном уровне по всем странам Центральной Азии отсутствует достоверная информация по объективной оценке технического уровня эксплуатируемых в настоящее время дренажных систем. По республикам нет данных об объеме работающего и неработоспособного дренажа, особенно закрытого типа.

Если к оценке технического состояния дренажных систем, имеющихся в настоящее время в Центральной Азии подходить исходя из выполнения их эксплуатационной функции - обеспечения на орошаемых землях проектной дренированности и благоприятных условий для повышения продуктивности земель, то они по всем странам не отвечают этим требованиям. С учетом этих положений, ниже дается оценка современного состояния работы дренажных систем по странам Центральной Азии по всем типам дренажа.

## 4.1. Горизонтальный дренаж в Узбекистане, динамика и общие показатели

По Республике из общей площади орошаемых земель 4265 тыс.га около 3160 тыс.га требует искусственного дренирования (табл.2.3) в настоящее время дренажем обеспечено 2893 тыс.га, в том числе:

- *горизонтальным дренажем* на площади 2524 тыс. га, из которых около 1 млн. площади занимают закрытые дрены;

- *вертикальный дренаж* – до 1987-1990 годов общая площадь дренирования земель с площадью скважин вертикального дренажа (СВД) составляла 450 тыс.га, а на уровень 1996-2000 гг. она сократилась до 370 тыс.га.

В настоящее время на этой площади построены и эксплуатируются:

- 137997 км горизонтальная коллекторно-дренажная сеть, из них: 31353 км относятся к межхозяйственным коллекторам, а 106,4 тыс.км к внутрихозяйственным, 38,3 км закрытых дрен;

- 4179 *скважин вертикального дренажа* до 1990 г., а в последние годы эксплуатируется 3700-3900 скважин.

Динамика развития горизонтального дренажа и его техническое состояние дается с 1970 года с интервалом в 5 лет. Параметры горизонтального дренажа приведены в табл. 4.1.

**Таблица 4.1 Параметры горизонтального дренажа**

| Год | Орош. площ., тыс. га | Дрен. площ., тыс. га | Протяженность дренажа, км | | | | Удельн. протяж. дренажа, м/га |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | общая | межх. коллектора | внутрихоз. открытые дрены | закрытый горизонтальный дренаж | |
| 1970 | 2808,7 | 1459,0 | 44702,0 | 15351,0 | 28094,6 | 1256,4 | 30,6 |
| 1975 | 3001,3 | 1744,1 | 55800,0 | 18162,5 | 34691,7 | 2945,8 | 32,0 |
| 1980 | 3388,5 | 2032,2 | 69534,9 | 21923,4 | 40358,0 | 7252,5 | 34,2 |
| 1985 | 3822,8 | 2563,8 | 89798,9 | 25303,2 | 50311,1 | 14130,4 | 35,0 |
| 1990 | 4164,2 | 2782,9 | 130005,5 | 29101,3 | 62698,6 | 38205,6 | 46,7 |
| 1995 | 4280,6 | 2839,0 | 134477,6 | 30391,1 | 64853,4 | 39233,1 | 47,4 |
| 2000 | 4298,0 | 2847,6 | 138550,0 | 31116,9 | 68442,0 | 38991,1 | 48,7 |

За 30 последних лет протяженность горизонтального дренажа выросла в 3 раза (рис. 4.1, 4.2), удельная протяженность - в полтора раза. Интенсивное строительство дренажа велось до 1990 года.

Детальная оценка технического состояния горизонтального дренажа проведена по пяти областям республики - Каракалпакии, Бухарской, Кашкадарьинской, Сырдарьинской, Ферганской областям. В Каракалпакии и Ферганской области построена главным образом открытая дренажная сеть. В Кашкадарьинской области открытая сеть и закрытый горизонтальный дренаж имеют равную протяженность. В Сырдарьинской области закрытого горизонтального дренажа в полтора раза больше, чем открытого. Кроме того, в большинстве районов протяженность внутрихозяйственной открытой дренажной сети в несколько раз превышает межхозяйственную. Однако в Бухарской области разница между ними небольшая.

При оценке технического состояния дренажа использованы данные эксплуатационных организаций Минводхоза, материалы комиссий, проводивших обследование работоспособности дренажа, результаты научных исследований.

Анализ динамики состояния горизонтального дренажа показывает, что до 1990 года наблюдалась стабильность в проводимых объемах восстановлении его работоспособности, выделяемых средств на его содержание, а после 1990 года наблюдается снижение ремонтных работ. Поэтому результаты обработки данных даны по трем этапам: до 1990 года; 1995 год; 2000 год.

Узбекистан является единственной страной, где регулярно за счет государства проводятся ремонтно-восстановительные работы на дренажных системах. Несмотря на это, объем дренажа, требующий проведения ремонтно-восстановительных работ достаточно велик. По межхозяйственной коллекторно-дренажной сети он по годам изменяется в пределах от 10,55 тыс. км (1999 г.) до 13,2 тыс. км (1997 г.) или 34 % и 42,5 % от общей протяженности 31 тыс. км.

Но даже такие низкие планы ремонтно-восстановительных работ зачастую не выполняются.

Очистка межхозяйственной коллекторно-дренажной сети в 1997 г. при плане 8926 км фактически составила 7715 км (86,0 %), в 1998 г. при плане 9335 км фактически выполнено 7757 км или 83 %, в 1999 г. при плане 9552 км выполнено 8715 км (91.1 %), а в 2000 г. план выполнен только на 80 % (табл.4.3). Очистка внутрихозяйственной открытой сети выполняется еще хуже (73 %) (табл.4.4).

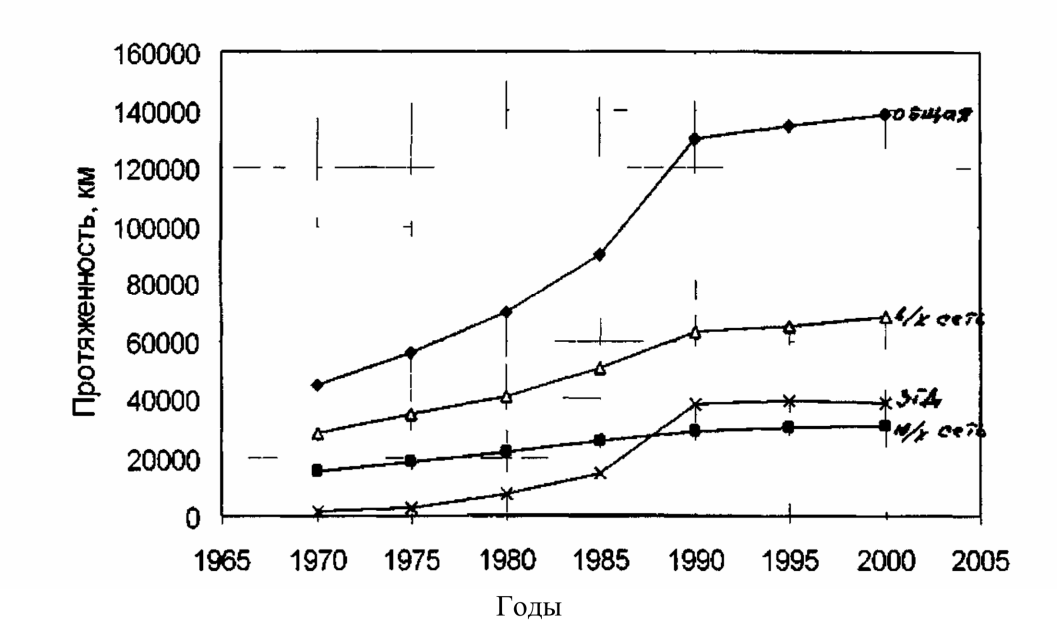



**Рис.4.1 Протяженность горизонтального дренажа**

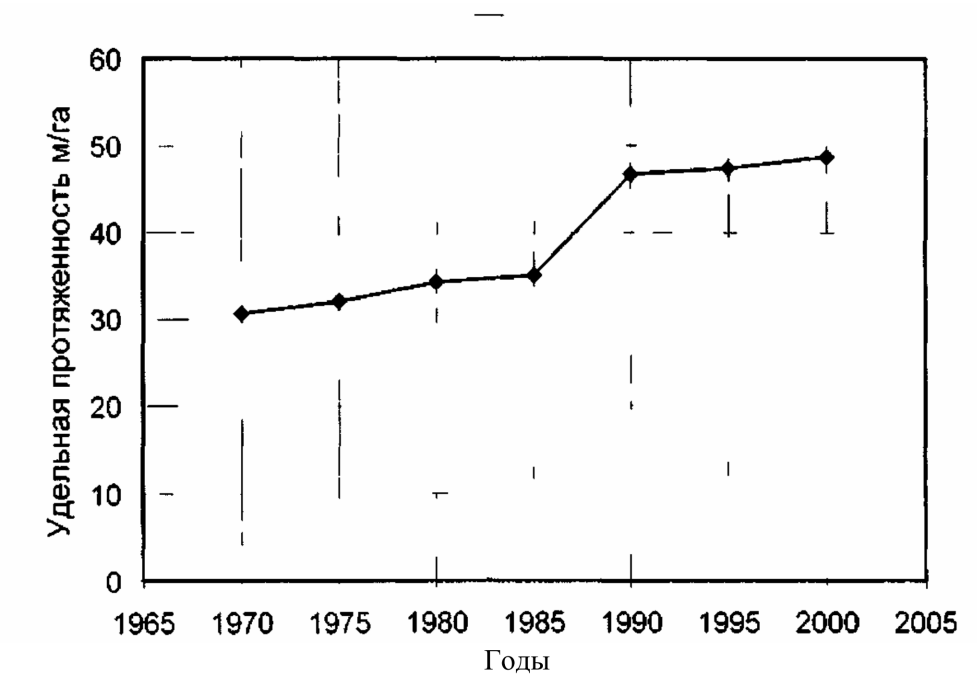



**Рис.4.2. Удельная протяженность горизонтального дренажа**

**Таблица 4.3 Объемы очистки межхозяйственной КДС по Узбекистану за 1990-2000 гг.**

| Наименование областей | Общая протяж. КДС, км | 1990 | | | 1995 | | | 2000 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | требуется очистка, км | факт. очищено, км | % | требуется очистка, км | факт. очищено, км | % | требуется очистка, км | факт. очищено, км | % |
| Каракалпакская авт.респ. | 2851 | 821 | 864 | 105 | 1220 | 505 | 41 | 1321 | 506 | 38 |
| Андижанская | 3245 | 1504 | 1278 | 85 | 1009 | 681 | 67 | 800 | 522 | 65 |
| Бухарская | 3081 | 781 | 853 | 109 | 812 | 812 | 100 | 840 | 621 | 74 |
| Джизакская | 1217 | 330 | 254 | 77 | 824 | 855 | 104 | 850 | 688 | 81 |
| Кашкадарьинская | 2006 | 336 | 336 | 100 | 317 | 117 | 37 | 300 | 247 | 82 |
| Навоинская | - | - | - | - | 450 | 295 | 66 | 460 | 388 | 84 |
| Наманганская | 1804 | 778 | 772 | 99 | 320 | 342 | 107 | 325 | 325 | 100 |
| Самаркандская | 1912 | 564 | 762 | 135 | 740 | 768 | 104 | 760 | 809 | 106 |
| Сурхандарьинская | 977 | 349 | 253 | 72 | 500 | 421 | 84 | 550 | 550 | 100 |
| Сырдарьинская | 1872 | 683 | 527 | 77 | 350 | 300 | 86 | 430 | 417 | 97 |
| Ташкентская | 2739 | 886 | 869 | 98 | 600 | 488 | 81 | 600 | 414 | 69 |
| Ферганская | 3912 | 980 | 1025 | 105 | 850 | 756 | 89 | 900 | 610 | 68 |
| Хорезмская | 3400 | 1261 | 984 | 78 | 1518 | 1659 | 109 | 1370 | 1292 | 94 |
| **Итого по республике** | **29016** | **9273** | **8777** | **95** | **9440** | **8606** | **91** | **9385** | **7506** | **80** |

**Таблица 4.4 Анализ очистки внутрихозяйственной КДС с 1996-2000 гг. по областям Республики Узбекистан**

| Наименование областей | Общая протяженность КДС, км | 1996 год | | | 1997 год | | | 1998 год | | | 1999 год | | | 2000 год | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | требуется очистка, км | фактически очищено, км | % | требуется очистка, км | фактически очищено, км | % | требуется очистка, км | фактически очищено, км | % | требуется очистка, км | фактически очищено, км | % | требуется очистка, км | фактически очищено, км | % |
| Каракалпакская авт.респ. | 15984 | 4274 | 2278 | 53 | 4731 | 2741 | 58 | 4795 | 2057 | 43 | 4408 | 3007 | 68 | 5594 | 2476 | 44,2 |
| Андижанская | 4323 | 1201 | 1260 | 105 | 1372 | 1444 | 105 | 1296 | 1327 | 102 | 1468 | 1450 | 99 | 1513 | 1405 | 93 |
| Бухарская | 3635 | 1181 | 1072 | 91 | 1073 | 1215 | 113 | 1240 | 1242 | 100 | 2056 | 2034 | 99 | 1272 | 1220 | 96 |
| Джизакская | 2428 | 632 | 274 | 43 | 717 | 390 | 54 | 728 | 188 | 26 | 586 | 507 | 87 | 849 | 450 | 53 |
| Кашкадарьинская | 4453 | 1800 | 561 | 31 | 1770 | 233 | 13 | 1335 | 254 | 19 | 2050 | 570 | 28 | 1558 | 585 | 37,5 |
| Навоинская | 1317 | 501 | 200 | 40 | 608 | 352 | 58 | 395 | 366 | 93 | 550 | 533 | 97 | 460 | 440 | 95,6 |
| Наманганская | 3245 | 1182 | 1140 | 96 | 1353 | 1348 | 100 | 1455 | 1379 | 95 | 1502 | 1512 | 101 | 1478 | 1266 | 85,6 |
| Самаркандская | 1296 | 917 | 182 | 20 | 1192 | 284 | 24 | 388 | 230 | 59 | 639 | 472 | 74 | 453 | 382 | 84,3 |
| Сурхандарьинская | 4687 | 1601 | 852 | 53 | 1622 | 1380 | 85 | 1406 | 1235 | 88 | 1829 | 1224 | 67 | 1829 | 1750 | 95,7 |
| Сырдарьинская | 4902 | 2200 | 841 | 38 | 2300 | 596 | 26 | 1470 | 856 | 56 | 2487 | 1259 | 51 | 1715 | 1448 | 84,4 |
| Ташкентская | 5572 | 1884 | 920 | 49 | 1979 | 1313 | 66 | 1671 | 1380 | 83 | 2428 | 1681 | 69 | 1950 | 1891 | 97 |
| Ферганская | 9079 | 3173 | 1431 | 45 | 3057 | 2645 | 87 | 2723 | 2144 | 79 | 3866 | 2825 | 73 | 2177 | 2724 | 125 |
| Хорезмская | 6183 | 2273 | 2225 | 98 | 2146 | 2619 | 122 | 2778 | 3275 | 118 | 2778 | 2395 | 86 | 2678 | 2596 | 97 |
| **Итого по республике** | **67104** | **22819** | **13236** | **58** | **23920** | **16560** | **69** | **21680** | **15933** | **73** | **26649** | **19469** | **73** | **24526** | **18633** | **76** |

Ремонт на объектах закрытого горизонтального дренажа (ЗГД) проводится по двум источникам: по бюджету и за счет средств хозяйств. За счет бюджетных средств ремонтные работы осуществляются на длине 8244 км, а общая протяженность, планируемых для проведения промывки дрен изменяется в пределах от 901 (1996 г.) до 1087 км (1999 г.). Фактически этот объем выполнялся на уровне 76-84 % (табл.4.5).

Основная протяженность закрытого дренажа (≈ 27.5 тыс.га) остается в ведении хозяйств и ремонтируется за их счет. Общая мощность ЗГД, планируемая к промывке, составляет от 2194 км (1996 г.) до 3294 км (2000 г.), но выполняется всего на 10-19 % (табл.4.6), что объясняется недостаточностью средств и не обеспеченностью хозяйств дренопромывочными агрегатами.

В то же время при организации ремонтных работ по дренажной системе на внутрихозяйственном уровне очистка проводится, в основном, на коллекторах и в большинстве случаев не достигает проектных глубин, а полевые открытые дрены остаются практически без очистки. Фактически неработающей горизонтальной коллекторно-дренажной сети в Узбекистане гораздо больше, чем указано в таблицах 4.3-4.6, что подтверждается материалами обследования САНИИРИ, проведенного в совхозах им.Гафура Гуляма Шараф-Рашидовского района, "Сардоба" Аккалтынского района и им.Юнусова Мехнатабадского района Сырдарьинской области за 1996 г. (табл.4.2).

**Таблица 4.2 Техническое состояние ЗГД в хозяйствах Сырдарьинской области за 1996 г.**

| Наименование хозяйств | Протяженность, км/% | Техническое состояние, км/% | | |
|---|---|---|---|---|
| | | удовлетвори-тельное | не работает | на подпоре |
| им. Г. Гуляма | 187,1/100 | 118/63 | 69,1/37 | 120,4/63 |
| "Сардоба" | 241/100 | 162,2/68 | 78,8/32 | 84,7/35 |
| им.Юнусова | 524/100 | 364,3/70 | 160/30 | 298,8/57 |

Большая часть (35-63 %) построенного дренажа в указанных хозяйствах находится на подпоре, что вызвано недостаточной неработоспособностью внутрихозяйственных коллекторов водоприёмников.

По данным отдела дренажа САНИИРИ за 1996 год по трем районам Джизакской области система неработающего дренажа составила 40-45 %, а в 2000 г. она достигла 55-57 %. В разделе 4.1 и 4.2 дается детальная оценка технического состояния дренажных систем по зонам планирования Республики Узбекистан.

Эффективность очистных работ по коллекторам и дренам можно оценить по коэффициенту готовности (табл.4.7), определяемому по формуле:

$$K_г = 1 - \frac{V_н - V_ф}{L} \quad (4.1)$$

где:
$V_н$, $V_ф$ - необходимые и фактические объемы очистки, км;
L - общая протяженность дренажа, км.

**Таблица 4.5 Промывка ЗГД за счет средств госбюджета с 1990-2000 гг. по областям Республики Узбекистан**

| Наименование областей | Общая протяженность КДС, км | 1990 год | | | 1995 год | | | 2000 год | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Требуется очистка, км | Фактически очищено, км | % | Требуется очистка, км | Фактически очищено, км | % | Требуется очистка, км | Фактически очищено, км | % |
| Андижанская | 248 | 28 | 23 | 82 | 35 | 4,4 | 12,6 | 10 | 11,5 | 115 |
| Джизакская | 2120 | 307 | 285 | 93 | 438 | 86,9 | 19,8 | 520 | 204 | 39,23 |
| Кашкадарьинская | 46 | - | - | - | - | - | - | 10 | 10 | 100 |
| Сурхандарьинская | 3170 | 679 | 574 | 85 | 400 | 304 | 76 | 400 | 382 | 95,5 |
| Сырдарьинская | 2158 | 469 | 448 | 96 | 628 | 136 | 21,7 | 650 | 203 | 31,23 |
| Ферганская | 518 | 29 | 22 | 76 | 218 | 127 | 60,5 | 148 | 120 | 81,08 |
| **Итого по Республике** | **8244** | **901** | **685** | **76** | **950** | **728** | **77** | **940** | **788** | **84** |

**Таблица 4.6 Промывка ЗГД за счет средств хозяйств с 1990-2000 гг. по областям Республики Узбекистан**

| Наименование областей | Общая протяженность КДС, км | 1990 год | | | 1995 год | | | 2000 год | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Требуется очистка, км | Фактически очищено, км | % | Требуется очистка, км | Фактически очищено, км | % | Требуется очистка, км | Фактически очищено, км | % |
| Джизакская | 11956 | 2366 | 1045 | 44 | 956 | 121 | 13 | 1434 | 75 | 5,23 |
| Кашкадарьинская | 6794 | 641 | 279 | 44 | 543 | 118 | 22 | 815 | 84 | 10,31 |
| Сурхандарьинская | 1109 | 564 | 504 | 89 | 88 | - | - | 133 | 112 | 84,21 |
| Сырдарьинская | 6645 | 824 | 193 | 23 | 531 | 177 | 33 | 797 | 38 | 4,77 |
| Ферганская | 961 | - | - | - | 76 | - | - | 115 | 40 | 34,78 |
| **Итого по Республике** | **27465** | **4395** | **2021** | **46** | **2194** | **416** | **19** | **3294** | **349** | **10,59** |

Данные таблицы 4.7 показывают превышение коэффициента готовности 0,9 в Бухарской, Сырдарьинской и Ферганской области, что позволяет характеризовать межхозяйственную сеть в них как удовлетворительную. В Кашкадарьинской области пятая часть дренажа находится в неработоспособном состоянии, а в Каракалпакии - четвертая. В этих регионах техническое состояние межхозяйственных коллекторов оценивается как неудовлетворительное.

Анализ объемов очистных работ показывает резкую дифференциацию по отдельным областям (табл. 4.8).

**Таблица 4.7 Состояние межхозяйственной сети**

| Наименование области | Коэффициент готовности | | | |
|---|---|---|---|---|
| | до 1990 г. | 1995 г. | 2000 г. | среднее по области |
| Бухарская обл. | 0,95 | 0,98 | 0,95 | 0,96 |
| Каракалпакия | 0,73 | 0,78 | 0,76 | 0,76 |
| Кашкадарьинская обл. | 0,84 | 0,76 | 0,80 | 0,80 |
| Сырдарьинская обл. | 0,92 | 0,93 | 0,91 | 0,92 |
| Ферганская обл. | 0,94 | 0,98 | 0,95 | 0,96 |
| **Среднее по республике** | **0,876** | **0,886** | **0,874** | **0,88** |

**Таблица 4.8 Объемы очистки межхозяйственной дренажной сети**

| Наименование области | Удельные объемы работ, м3/м | | | |
|---|---|---|---|---|
| | до 1 990 г. | 1995 г. | 2000 г. | среднее по области |
| Бухарская обл. | 11,6 | 11,3 | 7,4 | 10,1 |
| Каракалпакия | 14,0 | 9,9 | 8,6 | 10,8 |
| Кашкадарьинская обл. | 17,4 | 20,9 | 16,0 | 18,1 |
| Сырдарьинская обл. | 4,0 | 2,3 | 2,4 | 2,9 |
| Ферганская обл. | 5,3 | 4,6 | 4,2 | 4,7 |
| **Среднее по республике** | **10,46** | **9,8** | **7,72** | **9,32** |

При очистке коллекторов от заиления экскаваторами по поперечной схеме объемы работ увеличиваются за счет подрезки грунта с откосов коллекторов, и фактически в 1,5-2 раза превышают необходимые.

По Бухарской области и Каракалпакии фактические удельные объемы вдвое превышают допустимые, а в Кашкадарьинской области почти вчетверо за счет прохождения ложа около 30% открытых коллекторов проходит в плывунных грунтах.

Имеется тенденция их снижения во времени. И, если она незначительна по Ферганской и Кашкадарьинской областям, то по Бухарской области удельные объемы снизились в 2000 году на 35 %, к 1990 г., в Каракалпакии и Сырдарьинской области соответственно 35 % и 41 %.

В таблице 4.9 приведены данные о затратах на содержание межхозяйственной дренажной сети.

**Таблица 4.9 Затраты на содержание межхозяйственной сети**

| Наименование области | Затраты, $/га | | | | Затраты, $/м |
|---|---|---|---|---|---|
| | до 1990 г. | 1995 г. | 2000 г | среднее по области | среднее по области |
| Бухарская обл. | 6,7 | 3,4 | 4,1 | 4,9 | 0,44 |
| Каракалпакия | 6,8 | 2 | 2,2 | 4 | 0,38 |
| Кашкадарьинская обл. | 5,5 | 3,9 | 3,5 | 3,4 | 0,37 |
| Сырдарьинская обл. | 3,9 | 0,9 | 1,1 | 2 | 0,34 |
| Ферганская обл. | 4,1 | 2,64 | 2,86 | 3,6 | 0,36 |
| **Среднее по республике** | **5,4** | **2,64** | **2,86** | **3,6** | **0,36** |

Затраты на содержание коллекторов показывают, что затраты на содержание коллекторов в последние десять лет снизились в два раза и при равных затратах на содержание дренажа без учета параметров коллекторов и условий их работы невозможно точно назначать объемы восстановительных работ.

Внутрихозяйственная сеть представлена открытыми коллекторами глубиной до 5 м. В таблице 4.10 даны результаты эффективности восстановительных работ.

**Таблица 4.10 Эффективность восстановительных работ**

| Наименование области | Необходимый объем очистки, % | | | Фактически очищено в % к необходимому объему, % | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | до 1990 г. | 1995 г. | 2000 г. | до 1990 г. | 1995г. | 2000 г. |
| Бухарская обл. | 30,0 | 38,9 | 37,2 | 57,8 | 78,9 | 78,3 |
| Каракалпакия | 38,7 | 26,6 | 28,5 | 45,7 | 57,9 | 60,4 |
| Кашкадарьинская обл. | 33,8 | 40,6 | 48,7 | 35,5 | 21,7 | 26,4 |
| Сырдарьинская обл. | 38,1 | 1,42 | 48,8 | 76,2 | 37,5 | 45,2 |
| Ферганская обл. | 42,2 | 34,8 | 43,0 | 90,6 | 65,1 | 64,5 |
| **Среднее** | **36,6** | **36,6** | **41,2** | **61,2** | **52,2** | **55,0** |

В соответствие с нормативными требованиями необходимые объемы очистки составляют в среднем 33 %. Среднее значение протяженности коллекторов, требующих проведения очистных работ составляет 38 %. Превышение реальных объемов связано с недостаточностью восстановительных работ. В среднем ежегодно производится 56 % очистных работ. Ранее было установлено, что для поддержания дренажа в исправном состоянии необходимо выполнять не менее 70 % очистных работ. Лишь по Бухарской и Ферганской области ведутся работы в достаточном объеме. В Кашкадарьинской области очистка проводится всего на треть к требуемому. Это отразилось на коэффициенте готовности (табл.4.11).

**Таблица 4.11 Состояние внутрихозяйственной сети**

| Наименование области | Коэффициент готовности | | | |
|---|---|---|---|---|
| | до 1990 г. | 1995 г. | 2000 г. | среднее по области |
| Бухарская обл. | 0,85 | 0,92 | 0,92 | 0,9 |
| Каракалпакия | 0,78 | 0,88 | 0,89 | 0,85 |
| Кашкадарьинская обл. | 0,78 | 0,68 | 0,64 | 0,7 |
| Сырдарьинская обл. | 0,91 | 0,74 | 0,73 | 0,79 |
| Ферганская обл. | 0,96 | 0,88 | 0,85 | 0,9 |
| **Среднее по республике** | **0,86** | **0,82** | **0,8** | **0,83** |

В таблице 4.12 приведены данные по удельным объемам очистки внутрихозяйственной сети.

**Таблица 4.12 Объемы очистки внутрихозяйственной открытой дренажной сети**

| Наименование области | Удельные объемы работ, $м^3/м$ | | | |
|---|---|---|---|---|
| | до 1990 г. | 1995 г. | 2000 г. | среднее по области |
| Бухарская обл. | 7,6 | 4,9 | 5,0 | 5,8 |
| Каракалпакия | 8,7 | 5,3 | 6,1 | 6,7 |
| Кашкадарьинская обл. | 5,0 | 11,6 | 6,0 | 7,5 |
| Сырдарьинская обл. | 1,7 | 1,3 | 0,9 | 1,3 |
| Ферганская обл. | 4,2 | 2,9 | 3,1 | 3,4 |
| **Среднее по республике** | **5,4** | **5,2** | **4,2** | **5** |

По нормами требуемый объем очистных работ внутрихозяйственной дренажной сети равен 2,32 $м^3/м$. Крайне неравномерно распределены удельные объемы очистки по областям. Если в Сырдарьинской области фактические удельные объемы вдвое ниже требуемых, в Ферганской области они сопоставимы, то в Каракалпакии, Бухарской и Кашкадарьинской области они в 2-3 раза выше допустимых. Наблюдается тенденция уменьшения удельных объемов во времени. Превышение удельных объемов в большинстве областей объясняется отсутствием технологии и механизмов, очищающих только заиленную часть, но не расширяющих ложе коллекторов и дрен больше проектного.

Анализ данных по внутрихозяйственной и межхозяйственной дренажной сети позволяет сделать следующие выводы:

1. Состояние открытой дренажной сети по областям республики далеко неодинаково. В Ферганской и Бухарской области в неисправном состоянии находится 10 % протяженности открытой сети, в Сырдарьинской области – 15 %, в Каракалпакии – 20 %, в Кашкадарьинской области – 25 %.

2. Различное техническое состояние дренажной сети по областям сложилось из-за:

- одинакового выделения средств на содержание дренажных систем, не учитывалось различие параметров и условий работы дренажа;
- различной обеспеченности экскаваторами для очистки дренажа;
- снижениея средств на поддержание дренажа в исправном состоянии.

3. За последние 10 лет затраты на содержание снизились более чем в 2 раза.

**Таблица 4.13 Затраты на содержание открытой внутрихозяйственной сети**

| Наименование области | Затраты, $/га | | | | Затраты, $/м |
|---|---|---|---|---|---|
| | до 1990 г. | 1995 г. | 2000 г. | среднее по области | среднее по области |
| Бухарская обл. | 9,8 | 2,3 | 4,9 | 5,7 | 0,34 |
| Каракалпакия | 5,3 | 3,1 | 2,2 | 3,5 | 0,07 |
| Кашкадарьинская обл. | 6,1 | 2,1 | 2,1 | 3,4 | 0,2 |
| Сырдарьинская обл. | 6,8 | 1,2 | 1 | 3 | 0,19 |
| Ферганская обл. | 7,7 | 4,6 | 4,9 | 5,7 | 0,16 |
| **Среднее по республике** | **7,1** | **2,7** | **3** | **4,3** | **0,19** |

### 4.1.1. Техническое состояние закрытого горизонтального дренажа

При освоении новых земель дренирование осуществлялось с использованием совершенных видов дренажа. Так, если за 30 лет общая протяженность дренажа увеличилась в 3 раза, то протяженность закрытых дрен - в 31 раз.

В зависимости от глубины залегания грунтовых вод и механического состава грунта строительство дренажа осуществлялось механизированным и полумеханизированным способами. При высоком стоянии уровня грунтовых вод (1,0 - 1,5 м от поверхности земли) в грунтах, подверженных обрушению и оплыванию, использовался бестраншейный способ укладки закрытых дрен. При этом использовались гофрированные полиэтиленовые или полихлорвиниловые трубы диаметрами 100 - 150 мм с защитно-фильтрующей обмоткой из нетканого материала, а также с песчано-гравийной обсыпкой толщиной 15 мм. Остальная часть закрытого дренажа уложена полумеханизированным способом, методом «полки». Дрены собирались керамическими и асбестоцементными трубами диаметрами 100 - 250 мм. В качестве фильтрующего материала использовались песчано-гравийные материалы.

Учитывая, что в Каракалпакии ЗГД дренаж протяженностью 477,7 км составляет всего 2,4 % от общей протяженности дрен, анализ технического состояния ЗГД сделан по четырем областям Узбекистана. В таблице 4.14 приведены сведения о ремонте ЗГД.

**Таблица 4.14 Эффективность восстановительных работ ЗГД**

| Наименование области | Необходимый объем очистки, % | | | Фактически очищено в % к необходимому объему, % | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | до 1990 г. | 1995 г. | 2000 г. | до 1990 г. | 1995 г. | 2000 г. |
| Бухарская обл. | 14,5 | 23,1 | 41,8 | 41,3 | 18,5 | 4,7 |
| Кашкадарьинская обл. | 27,6 | 26,9 | 36,0 | 23,5 | 3,0 | 3,4 |
| Сырдарьинская обл. | 12 | 26 | 28 | 68,8 | 13,0 | 9,0 |
| Ферганская обл. | 9,1 | 24,2 | 46,5 | 57,2 | 8,6 | 2,4 |
| **Среднее** | **15,8** | **25,1** | **38,1** | **47,7** | **10,8** | **4,9** |

Проведенные исследования по надежности ЗГД показывают, что при правильной эксплуатации дренажа интенсивность отказов в год не превышает 7 %. В 1990 году необходимый объем очистки почти вдвое превысил этот уровень и в настоящее время достиг 38,1 %. Это объясняется тем, что наблюдается резкое снижение объемов восстановительных работ и соответствующее накопление отказов. За последнее десятилетие объем фактических работ снизился почти в 10 раз. Это привело к снижению коэффициента готовности ЗГД (табл.4.15).

**Таблица 4.15 Состояние ЗГД**

| Наименование области | Коэффициент готовности | | |
|---|---|---|---|
| | до 1990 г. | 1995 г. | 2000 г. |
| Бухарская обл. | 0,89 | 0,81 | 0,60 |
| Кашкадарьинская обл. | 0,78 | 0,74 | 0,65 |
| Сырдарьинская обл. | 0,96 | 0,80 | 0,74 |
| Ферганская обл. | 0,94 | 0,78 | 0,55 |
| **Среднее по республике** | **0,89** | **0,78** | **0,63** |

Если до 1990 года в неисправном состоянии находилось 11% закрытых дрен, то в настоящее время их протяженность составляет 37 %. Основные причины такого состояния следующие:

1. Неквалифицированное и несистематическое обследование технического состояния ЗГД.

2. Разная ведомственная принадлежность закрытого дренажа, часть из которого относится к Минсельводхозу РУз, а часть - хозяйствам, фермерам.

3. Недоукомплектованность ремонтных служб дренопромывочными агрегатами. По данным Минсельводхоза РУз на 20.04.1994 года в республике имелось 112 дренопромывочных агрегатов, из которых 59 находились в рабочем состоянии. Фактическая же потребность составляет 172 агрегата.

4. Снижением средств на восстановление ЗГД. До 1990 затраты на содержание 1 погонного метра закрытой дрены составляли 7,8 $/га, в 1995 году - 2,6 $/га, в 2000 году - 2,1 $/га.

Основные результаты обследования по содержанию дренажа, приведенные в таблице 4.16, дают возможность сделать прогноз на будущее и разработать меры по повышению надежности открытого дренажа.

**Таблица 4.16 Результаты состояния горизонтального дренажа**

| Тип дренажа | Наименование параметров | До 1990 г. | 1995 г. | 2000 г. |
|---|---|---|---|---|
| Межхозяйственная открытая сеть | Коэффициент готовности | 0,88 | 0,83 | 0,71 |
| | Затраты, $/га | 5,4 | 2,64 | 2,86 |
| Внутрихозяйственная открытая сеть | Коэффициент готовности | 0,86 | 0,80 | 0,70 |
| | Затраты, $/га | 7,1 | 2,7 | 3 |
| Закрытый горизонтальный дренаж | Коэффициент готовности | 0,89 | 0,78 | 0,63 |
| | Затраты, $/га | 7,8 | 2,6 | 2,1 |

### 4.1.2. Техническое состояние систем вертикального дренажа

По республике количество работающих скважин вертикального дренажа с учетом временно законсервированных уменьшилось за счет их списания с 4838 шт. в 1990 г. до 4390 шт. в 1996 г., а к 1999 г. оно составило 4179 шт. За счет этого площадь обслуживания уменьшилась с 447,86 тыс.га в 1995 г. до 380,4 тыс.га в 2002 г. (табл.4.17).

На системах вертикального дренажа основными показателями, характеризующими его техническое состояние, могут служить расходы скважин, коэффициент полезной работы системы (КПРС), удельные дебиты и общий объем откачек. В этом отношении на всех объектах вертикального дренажа наблюдается резкое снижение дебита и удельного дебита, общего объема откачиваемых вод и, главным образом, значение КПРС. За 25-30-летнюю эксплуатацию дебиты и удельные дебиты скважин снизились в 2-2,5 раза, а на объектах Сырдарьинской области более чем в 3,0 раза. Если в восьмидесятые годы общий объем откачек по системам вертикального дренажа составлял порядка 1,5-2,2 км$^3$, то на 1995 г. он снизился до 0,810 км$^3$ (табл.4.17). Максимальный объем откачек из систем вертикального дренажа приходится в 1985-1990 годы, когда значение отбора подземных вод составляло 2,048 км$^3$ и 2,203 км$^3$ при среднем КПР – 0,57. При этом показатели оценки технического уровня систем по бассейну Сырдарьи в 2-5 раз выше таковых по бассейну Амударьи (табл. 4.18 и 4.19). Общий объем откачек из систем вертикального дренажа по бассейну Сырдарьи по всем годам в 5-6 раз больше, чем объемы отбора подземных вод по бассейну Амударьи при количестве эксплуатационных скважин в 2-2,5 раза меньше. Это объясняется тем, что фильтрационные характеристики водоносных пластов подземных вод бассейна р.Сырдарьи представлены лучшим сложением почвогрунтовых отложений.

В современных условиях улучшением эксплуатации путем проведения на скважинах ремонтно-восстановительных работ и, главным образом, повышением коэффициента полезных работ – до 0,6-0,7, можно довести объем откачек до 2,0-2,5 км$^3$, что решает проблему усиления дренирования многих зон планирования с текущими мероприятиями, без крупных капвложений.

**Таблица 4.17 Показатели работы скважин вертикального дренажа в Республике Узбекистан (за период 1970-2002 гг.)**

| Показатели | Год | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **1970** | **1975** | **1980** | **1985** | **1990** | **1995** | **2002** |
| Общее количество скважин ВД, шт | 543 | 939 | 1952 | 3137 | 4239 | 3908 | 3530 (2700)* |
| Дренируемая площадь, тыс га | 174,45 | 198,65 | 310,62 | 406,83 | 447,51 | 447,86 | 380,4 |
| Среднегодовой КПР | 0,47 | 0,67 | 0,64 | 0,58 | 0,57 | 0,33 | 0,24 |
| Объем откаченной воды, млн $м^3$ | 568,01 | 1116,84 | 1577,47 | 2048,4 | 2203,35 | 810,2 | 925,18 |

**Примечание**: * - в скобке приведено количество действующих скважин

**Таблица 4.18 Показатели работы скважин вертикального дренажа в областях Республики Узбекистан бассейна р.Амударьи (за период 1970-2002 гг.)**

| Показатели | Год | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **1970** | **1975** | **1980** | **1985** | **1990** | **1995** | **2002** |
| Общее количество скважин ВД, шт | 61 | 188 | 418 | 902 | 1367 | 759 | 1195 |
| Дренируемая площадь, тыс га | 84 | 23,4 | 78 | 118,79 | 115,06 | 60,8 | 87,82 |
| Среднегодовой КПР | 0,24 | 0,55 | 0,50 | 0,42 | 0,32 | 0,28 | 0,15 |
| Объем откаченной воды, млн $м^3$ | 13,18 | 82,5 | 194,11 | 336,0 | 206,4 | 277,2 | 112,21 |

**Таблица 4.19 Показатели работы скважин вертикального дренажа в областях Республики Узбекистан бассейна р.Сырдарьи (за период 1970-2002 гг.)**

| Показатели | Год | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **1970** | **1975** | **1980** | **1985** | **1990** | **1995** | **2002** |
| Общее количество скважин ВД, шт | 482 | 751 | 1534 | 2235 | 2872 | 1323 | 2348 |
| Дренируемая площадь, тыс га | 90,45 | 175,25 | 232,62 | 288,04 | 332,45 | 387,06 | 219,78 |
| Среднегодовой КПР | 0,68 | 0,69 | 0,69 | 0,65 | 0,65 | 0,34 | 0,28 |
| Объем откаченной воды, млн $м^3$ | 554,83 | 1034,34 | 1383,36 | 1712,44 | 1996,95 | 533 | 812,97 |

**Республика Казахстан**

В Республике Казахстан дренажная система развита в южных районах, где из общей площади орошения 786 тыс.га (в том числе Кзыл-ординской области 286 тыс.га) требует искусственного дренирования около 640-645 тыс.га, из которых 350-355 тыс.га приходится на долю Южно-Казахстанской области (табл.4.20). При этом по области из общей орошаемой площади 500-511 тыс.га на уровень 1990 г., порядка 164 тыс.га расположено в предгорных районах, обеспеченных естественной дренированностью, а по Кзыл-ординской области все площади, находящиеся под сельхозпроизводством в зоне дельты рек Сырдарьи подвержены заболачиванию и засолению. На этих подверженных засолению землях Южно-Казахстанской и Кзыл-ординской областей в 1965-1990 г. были построены различные типы дренажа. В Южно-Казахстанской области была развита система вертикального дренажа, с помощью которой мелиорировалось около 290-300 тыс.га, в Махтааральском районе площадью 163 тыс.га с хлопковым севооборотом, Кызылкумском массиве (70 тыс.га, где развита рисовая ирригационная система) и земли на Арысь-Туркестанском массиве (50-55 тыс.га). На этой мелиорируемой территории в 1965-1990 годы были построены и эксплуатировались 1928 высокодебитных скважин вертикального дренажа. Дебиты скважин изменялись от 20-25 л/сек до 75-80 л/сек. Особенно высокие дебиты скважин были получены на орошаемых массивах Махтааральского района и на землях Арысь-Туркестанского массива. На массивах СВД открытый дренаж был представлен в виде межхозяйственных коллекторов. Он служил для отвода откачиваемых вод СВД и его протяженность не превышала 3-5 м/га.

В Южном Казахстане открытый горизонтальный дренаж был развит больше всего на Шауldерском и на части территории Кызылкумского массивов. Общая протяженность открытой коллекторно-дренажной сети по Южно-Казахстанской области на уровень 1985 г. составил 5960, а 1990 г. – 5791 км; удельная протяженность которой в районах его прямого назначения, как система для управления эколого-мелиоративного процесса, достигала до 28-40 м/га. Построенная искусственная система обеспечила отвод грунтовых и сбросных вод за пределы орошаемой территории в объеме 830-850 млн.м$^3$ в 1985 и более 1 км$^3$ в 1990 гг. при водозаборе 4,77 км$^3$ и 5,16 км$^3$, соответственно по указанным периодам осредненный удельный водозабор по области изменялся в пределах от 10302-10700 м$^3$/га (в 1985-90 гг.) до 4377 м$^3$/га. Удельный дренажный сток в 1985-90 годы составил соответственно 2370 и 3079 м$^3$/га в год. В эти годы общий вынос солей с орошаемых территорий составил соответственно 2,0-2,5 млн.тонн.

Магистральные и межхозяйственные коллектора, а также внутрихозяйственная дренажная сеть Южно-Казахстанской области на длине более 60-70 % от общей протяженности плохо работают – в них вообще не проводятся ремонтно-восстановительные работы.

Вертикальные скважины в годы их нормальной эксплуатации обеспечивали высокий уровень регулирования грунтовых вод – от 2,5 до 4,5 м и управление эколого-мелиоративными процессами путём дренирования орошаемых земель с увеличением выноса солей.

Примером обеспечения высокого темпа и повышения продуктивности орошаемых земель может служить Махтааральский район Чимкентской области с валовой площадью дренирования 163 тыс.га (орошаемой брутто 154 тыс.га), где в 1965-1978 г.г. были построены 630 скважин и 230-240 скважин вертикальных дренажа в населенных пунктах. Ввод их в эксплуатацию позволил оптимально управлять на орошаемых землях эколого-мелиоративными процессами: уровень грунтовых вод регулировался в пределах от 1,9-2,2 м (весной) до 2.8-3.4 м (в вегетацию и осенью) при дренажном модуле от 3.5 до 5.0 тыс.м$^3$/га. Вынос солей из зоны аэрации составлял 10-12 до 20-30 (табл.4.21). За 3-4 года земли полностью перешли в категорию незасоленных и слабозасоленных, а урожайность хлопчатника изменялась в годы нормальной эксплуатации систем вертикального дренажа (1970-1992 г.г) от 28-30 до 37 ц/га.

Но за последнее десятилетие в связи с экономическими трудностями все системы вертикального дренажа, построенные в Южном Казахстане, практически не работают, что привело к усиленному подъему грунтовых вод и реставрации засоления во всех массивах их внедрения и снижению продуктивности орошаемых земель (табл.4.20).

**Таблица 4.20 Динамика показателей оценки мелиоративного состояния земель и технического уровня дренажных систем Республики Казахстан**

| Показатели работы дренажных систем | Южно-Казахстанская область | | | | Кзыл-ординская область | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **1985** | **1990** | **1995** | **2000** | **1985** | **1990** | **1995** | **2000** |
| Орошаемая площадь, тыс.га | 463,0 | 482,7 | 495 | 511,7 | 254,6 | 287,5 | 286 | 277,7 |
| Площадь, требующая дренажа, тыс.га | 354,1 | 354,1 | 354,1 | 354,1 | 254,6 | 287,5 | 286 | 277,7 |
| Фактическая площадь дренирования, тыс.га | 354,1 | 354,1 | 275,0 | 292,0 | 254,6 | 287,5 | 286 | 277,7 |
| в том числе: открытым дренажем, тыс.га | 59,8 | 59,8 | - | - | 254,6 | 287,5 | 286 | 277,7 |
| закрытым дренажем, тыс.га | 5,1 | 5,1 | - | - | - | - | - | - |
| Систем вертикального дренажа (СВД), тыс.га | 289,1 | 289,1 | 289,1 | 289,1 | 20 | 37 | 37,5 | 37,5 |
| Водозабор, км$^3$ | 4,77 | 5,162 | 3,86 | 2,24 | 4,9 | 4,8 | 4,3 | 3,16 |
| Удельный водозабор, м$^3$/га | 10302 | 10694 | 7800 | 4377,5 | 19,8 | 18,07 | 19,6 | 21,1 |
| Мощность дренажа: | | | | | | | | |
| отрытой КДС, км | 5960 | 5791 | не произв. очистки | не произв. Очистки | 5047 | 5144,0 | 4742 (не произв. очистки) | 3233 (не произв. очистки) |
| закрытой КДС, км | 306 | 306 | не работает | не работает | - | - | - | - |
| Осредненная удельная площадь, м/га | 13,5 | 12,6 | 12,0 | 12,0 | 19,8 | 16,7 | 17,7 | 11,7 |
| СВД, шт | 1928 | 1744 | 750 | - | 241 | 241 | 162 (не работа-ет) | 162 (не работа-ет) |
| Объем дренажного стока, км$^3$ | 0,832 | 1,088 | - | - | 1,05 | 1,2 | - | - |
| Минерализация дренажного стока, г/л | 2,5 | 2,2 | - | - | 4,2 | 3,4 | - | - |
| Объем выноса солей, млн.тн | 2007,2 | 2507,2 | - | - | 4200 | 4076,4 | - | - |
| Удельный объем дренажного стока, м$^3$/га | 2370 | 8079 | - | - | - | - | - | - |
| Удельный объем выноса солей, тн/га | 5,6 | 7,1 | - | - | 16,5 | 14,2 | - | - |
| Площадь засоления земель, тыс.га | 47,5 | 105,7 | 148,7 | 151,2 | 222,3 | 287,5 | 286 | 277,7 |
| Урожайность (хлопчатника), тн/га | 3,1 | 2,8 | 2,1 | 1,8 | - | - | - | - |
| Урожайность (рис), тн/га | - | - | - | - | 4,72 | 5,2 | 4,9 | 4,0 |

В Кызылординской области общая протяженность открытой горизонтальной сети в 1980-1990 годы составляла соответственно 5047 и 5144 км при удельной протяженности – 19,8 м/га и 16,7 м/га. В последующем, к 2000 г. общая протяженность сокращается до 3233 км, а удельная протяженность до 11,7 м/га (табл.4.22). Кроме того, в Кзыл-ординской области до 1990 года были построены 241 скважины вертикального дренажа на площади 37 тыс.га. Такая мощность дренажа позволяла формировать дренажный сток в объеме 1,05-1,2 км$^3$, из которых до 65-70 % отводилось в ствол реки, а остальная часть в водоприемники в виде озер и местных впадин при общем водозаборе – от 4,9 км$^3$ (1985 г.) до 3,16 км$^3$ (2000 г.). Удельный водозабор по области изменялся в пределах от 19,6 до 21,1 тыс.м$^3$/га, а удельный дренажный сток – от 4130 м$^3$/га в год (1985 г.) до 4720 м$^3$/га в год.

Динамика технического состояния открытой КДС представлена в таблице 4.22. Из данных таблицы видно, что за последние годы более 50 % межхозяйственных коллекторов и 60 % внутрихозяйственных дрен находятся в нерабочем состоянии.

**Таблица 4.22 Динамика технического состояния открытой КДС Кызылординской области**

| Годы | Общая протяженность КДС (км) | В том числе неработающих | В том числе | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Межхозяйственный сектор | | Внутрихозяйственный сектор | |
| | | | всего (км) | в т.ч. не работает | всего (км) | в т.ч. не работает |
| 1970 | 3040 | 78 | 290 | 3 | 2750 | 75 |
| 1975 | 3410 | 220 | 370 | 15 | 3040 | 205 |
| 1980 | 4197 | 2636 | 497 | 58 | 3700 | 975 |
| 1985 | 5047 | 1603 | 683,0 | 147 | 4364 | 1456 |
| 1990 | 5143,9 | 1587,0 | 995,9 | 200,0 | 4148 | 1387,0 |
| 1995 | 4741,9 | 2018,0 | 995,9 | 278,0 | 3746 | 1740 |
| 2000 | 3232,9 | 1548,0 | 995,9 | 410,0 | 2237 | 1138,0 |
| 2002 | 2697,6 | 1489,0 | 995,9 | 527,0 | 1701,7 | 962,0 |

Начиная с 1992 года в области скважин вертикального дренажа практически не эксплуатируются, из-за дороговизны затрат на электроэнергию и оборудование. Такое положение дренажных систем является одной из главных причин роста среднего и сильного засоления земель (табл.4.23), хотя площадь УГВ глубже 2,0 м, по Кзыл-Орде составляет более 80 % (4.24).

**Таблица 4.21 Водно-солевой баланс покровного суглинка ОПУ вертикального дренажа в совхозе «Пахтаарал» площадью 13,5 тыс.га**

| Условия дренированности | Год | Приход, $м^3$/га | | | Расход, $м^3$/га | | | Изменение запасов влаги, $м^3$/га | | | Приток подземных или отток грунтовых вод, $м^3$/га | Накопление (+), вынос (-) солей, т/га | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | атмосферные осадки | водоподача и потери на фильтрацию | итого | испарение и транспирация | отток с горизонтальным дренажем | итого | в грунтовых водах | в зоне аэрации почвогрунтов | итого | | плотный остаток | хлор |
| До ввода СВД | 1961 | 2535 | 5540 | 8075 | 8118 | 137 | 8991 | 288 | 90 | 378 | 596 | +6,6 | 1,2 |
| в эксплуатацию | 1962 | 2481 | 6568 | 9049 | 9920 | 151 | 9071 | 576 | -150 | 426 | 510 | +7,0 | 1,2 |
| | 1963 | 2595 | 6986 | 9681 | 9578 | 189 | 9768 | 128 | 180 | 308 | 496 | +7,0 | 1,2 |
| | 1964 | 3707 | 6163 | 9870 | 9785 | 210 | 9995 | -48 | 60 | 12 | 137 | +4,1 | 0,6 |
| | | | | | | | | | | | | | |
| При работе СВД | 1965 | 2113 | 8122 | 10235 | 8486 | 98 | 8584 | -72 | -80 | -152 | -1803 | -6,8 | -1,3 |
| | 1966 | 2540 | 7645 | 10185 | 7046 | 124 | 7170 | -256 | -210 | -466 | -3481 | -18,7 | -3,9 |
| | 1969 | 5652 | 7253 | 12905 | 8394 | 765 | 9159 | -88 | -235 | -323 | -3423 | -20,0 | -3,6 |
| | 1971 | 2515 | 10872 | 13387 | 7505 | 1001 | 8506 | -144 | -271 | -415 | -5291 | -15,35 | -3,2 |
| | 1973 | 2127 | 10308 | 12435 | 7551 | 962 | 8513 | - | -668 | -668 | -4590 | -21,55 | -4,0 |
| | 1975 | 1799 | 7570 | 9370 | 8083 | - | 8245 | - | -152 | -152 | -1430 | -5,3 | -0,9 |
| | 1984 | 2955 | 8142 | 11097 | 8170 | 1466 | 11200 | -103 | - | -103 | -1561 | +1,83 | +0,18 |
| | 1987 | 3346 | 6210 | 9556 | 8118 | 91 | 8209 | +55 | +85 | +140 | 1347 | +1,68 | +0,14 |

**Таблица 4.23 Динамика засоления орошаемых земель Кзыл-ординской области за период с 1970 года по 2002 год**

| Степень засоления | Ед. изм. | 1970 | 1975 | 1980 | 1985 | 1990 | 1995 | 2000 | 2002 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Слабо засоленные | га | - | - | - | 43085 | 44646 | 131921 | 153281 | 113619 |
| Средне засоленные | га | - | - | - | 179254 | 180700 | 132952 | 71250 | 43083 |
| Сильно засоленные | га | - | - | - | 64548 | 60680 | 21048 | 53145 | 58198 |
| **Итого** | | | | | **286887** | **286026** | **285021** | **277676** | **214900** |

**Таблица 4.24 Уровни грунтовых вод по Кзыл-ординской области**

| Наименование | Ед. изм. | УГВ в метрах | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1970 | 1975 | 1980 | 1985 | 1990 | 1995 | 2000 | 2002 |
| УГВ < 1,0 | га | - | - | - | 193 | 144 | 136 | - | 22 |
| 1,0 < 1,5 | га | - | - | - | 3591 | 4012 | 5050 | 1552 | 1586 |
| 1,5-2,0 | га | - | - | - | 14217 | 24053 | 19981 | 9642 | 14215 |
| 2,0-3,0 | га | - | - | - | 78029 | 199552 | 217882 | 221349 | 169522 |
| 3,0-5,0 | га | - | - | - | 28480 | 48637 | 35579 | 38960 | 29555 |
| УГВ > 5,0 | га | - | - | - | 1705 | 4662 | 7336 | 6202 | - |

Относительно глубокое залегание УГВ при неработающих дренажных системах и рост земель среднего и выше среднего засоления объясняется, по всей вероятности, за счет низкого коэффициента использования земель, величина которого изменяется в пределах 0,3-0,40. С другой стороны, в росте засоленных земель этой области определенную роль играет увеличение минерализации речного стока, за счет чего проявляется поверхностное засоление при недостаточной дренированности земель.

Таким образом для повышения эффективности мелиорируемых земель и работоспособности дренажных систем, в первую очередь, необходимо улучшить уровень эксплуатации путем проведения ремонтно-восстановительных работ, как в Южно-Казахстанской, так и Кзыл-ординской областях, где текущие затраты после 1990 года не превышают 1,5-2,0 долларов США на гектар.

**Кыргызстан**

В современных условиях общая орошаемая площадь республики составляет 1047954 га, из которых на долю бассейна Аральского моря приходится 440800 тыс.га. При этом практически более 90 % орошаемых земель расположены в зоне обеспеченной естественной дренированности, где протекают благоприятные эколого-мелиоративные процессы при орошении. По материалам отдела мелиорации Департамента водного хозяйства Кыргызской Республики из общей орошаемой площади на уровень 2000-2002 гг. в хорошем мелиоративном состоянии находится 892903 га (85 %); удовлетворительном – 69313 га (6,5 %) и только 8,5 % земель отнесены к неудовлетворительным. В связи с обеспеченностью большей части орошаемых земель естественной дренированностью в республике искусственная дренажная система развита на площади 136908 га или 13 % от общей площади. На территории ,расположенной в пределах бассейна р.Сырдарьи, дренажем охвачено всего 21364 га (около 5 %). Территория, охваченная дренажем представлена с близким залеганием – до 2,0 м УГВ и составляет 8576 га (1,9 %), а с засолением земель – 33 тыс.га при общей площади засоленных земель 143567 га .

Для мелиорации земель здесь развит, в основном, горизонтальный дренаж общей протяженностью 5520,16 км, в том числе 4877,7 км внутрихозяйственных, из них 323,46 км закрытого типа (табл.4.25).

Информация о техническом состоянии межхозяйственных коллекторов и внутрихозяйственных дрен дается в таблицах 4.25 и 4.26.

**Таблица 4.25 Информация о техническом состоянии межхозяйственной КДС в Кыргызстане**

| Наименование областей | Протяженность КДС (км) | | В т.ч. в неудовлетворительном состоянии | | | Причины неудовлетв. состояния |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | всего | В т.ч. закрытой | наименование коллекторов | протяженность, км | год последней очистки | |
| Баткенская | 22,8 | - | - | 13 | 2002 | заилено |
| Ошская | 15,2 | - | - | 7,2 | 2002 | заилено |
| Д-Абадская | - | - | - | - | - | - |
| Нарынская | - | - | - | - | - | |
| **Итого по бассейну Сырдарьи** | **38** | | | **25,2** | | |
| Иссык-Кульская | 23,89 | 8 | - | 16,46 | 1986 | заилено |
| Таласская | 3,97 | - | - | 0,87 | 2002 | заилено |
| Чуйская | 576,6 | 19,5 | - | 130 | - | заилено |
| **Всего по республике** | **642,46** | **27,5** | **-** | **167,53** | - | |

**Таблица 4.26 Информация о техническом состоянии внутрихозяйственной КДС в Кыргызстане**

| Наименование областей | Протяженность КДС (км) | | | Находится в неудовлетворительном состоянии (км) | | Причины неудовлетв. состояния, км |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | всего км | в том числе | | | | |
| | | открытой, км | закрытой, км | открытой, км | закрытой, км | |
| Баткенская | 250,7 | 169,8 | 80,9 | 86,3 | 2,05 | забито |
| Ошская | 354,68 | 350,55 | 4,13 | 193,74 | 3,6 | забито |
| Д-Абадская | 247,3 | 225,8 | 21,5 | 50,7 | 21,5 | забито |
| Нарынская | 120,1 | 70,3 | 49,8 | 34,6 | 10,0 | забито |
| **Итого по бассейну Сырдарьи** | **972,8** | **816,45** | **156,33** | **365,34** | **37,15** | |
| Иссык-Кульская | 218,7 | 139,6 | 79,1 | 116,56 | 56,5 | забито |
| Таласская | 267,9 | 102,6 | 165,3 | 44,4 | 55,6 | забито |
| Чуйская | 3418,3 | 1503,6 | 1914,5 | 323,16 | 398,16 | забито |
| **Всего по республике** | **4877,7** | **2562,25** | **2315,23** | **323,46** | **849,46** | **забито** |

Особенно большее количество неудовлетворительного состояния КДС в таких районах как:

- в Баткенской области – Баткенский район
- в Ошской области – Араванский, Узгенский, Ноокатский районы
- в Джалал-Абадской области – Сузакский, Токтогульский районы
- в Нарынской области – Кочкорский район
- в Иссык-Кульской области – Ак-Суйский, Тюпский, Тонский, Иссык-Кульский районы
- в Таласской области – Манасский, Таласский, Кара-Буринский;
- в Чуйской области – Панфиловский, Иссык-Атинский, Жайылский, Сокулукский районы.

В 2000 году на работы по улучшению мелиоративного состояния орошаемых земель планом было предусмотрено средств в сумме 13366,1 тыс.сом (278,5 долларов) фактически работы выполнены на сумму 10433,8 тыс.сом (217,4 тыс.долларов), что составляет 78 %. На эти средства очищено КДС протяженностью 83,9 км, отремонтировано 1317 наблюдательных скважин, 32 скважины вертикального дренажа, 101 гидросооружений, 199 гидропостов, промыто 18,7 км закрытой КДС и произведена солевая съемка на площади 2100 га.

В 2001 году на работы по улучшению мелиоративного состояния орошаемых земель планом было предусмотрено 11883,8 тыс.сом (247,6 тыс.долларов), фактически работы выполнены на сумму 10601,6 тыс.сом (220,9 тыс.долларов США), что составляет 89 %. На эти средства произведена мехочистка 86,3 км КДС на сумму 8984 тыс.сом (187,2 тыс.долларов США), отремонтировано 1173 наблюдательных скважин на сумму 405,8 тыс.сом (8,4 тыс.долларов США), 26 скважин вертикального дренажа (Баткенская область) на сумму 260,6 тыс.сом (5,4 тыс.долларов США), 82 гидросооружения на сумму 78,5 тыс.сом (1,6 тыс.долларов США) промыто 8,8 км КДС на сумму 592,8 тыс.сом. А также произведена солевая съемка на площади 2450 га, на сумму 137,7 тыс.сом (2,9 тыс.долларов США).

В 2002 году план мелиоративных работ выполнен на сумму 6210,3 тыс.сом (2948 тыс.сом (61,4 тыс.долларов США) средства Чуйской облгосадминистрации) при плане 5921,9 тыс.сом (123,4 тыс.долларов США), что составляет 105 %. На эти средства произведена мехочистка протяженностью 55,1 км, отремонтировано наблюдательных скважин в количестве 1197 шт, скважин вертикального дренажа 43 шт, гидросооружений 100 шт, гидропостов 199 шт. и промыто закрытой КДС 2 км.

**Таджикистан**

На уровне 2000 г. в.Таджикистане орошалось 719 тыс.га земель, из которых на площади 325 тыс.га построена коллекторно-дренажная сеть. Остальные орошаемые земли расположены в основном в предгорных районах, относящихся к высоким и средним частям конусов-выноса, где территория обеспечена естественной дренированностью с глубоким залеганием УГВ и автоморфными незасоленными почвогрунтами. Мелиоративно-неблагоприятные земли в Таджикистане развиты, в основном, в пределах Согдийской и Курган-Тюбинской (Хатлонская область) зон планирования, где площади с уровнем грунтовых вод, до 3,0 м изменяются от 170,1 тыс.га (1980 г.) до 221,2 тыс.га (2000 г.), а засоленных земель, соответственно по указанным годам 103,6 тыс.га и 144,2 тыс.га (табл.4.27).

На землях, обеспеченных дренажем, на уровень 1990 года было построено 11439,2 км открытой (в том числе 2208 км межхозяйственного значения, 3800 км – закрытый горизонтальный дренаж) и 2310 высокодебитных скважин. Построенная дренажная система обеспечила высокий дренажный сток, значение которого изменяется от 3,3 км$^3$ (1990 г., с удельным стоком – 3905 тыс.м$^3$/га) до 5,56 км$^3$ (1995 г., с удельным стоком – 6143 м$^3$/га) при водозаборе 13,3 км$^3$ (удельный водозабор 21556 м$^3$/га и 5,56 км$^3$ (удельный водозабор – 16400 м$^3$/га).

Однако после 1990 годов на дренажных системах наблюдается резкое ухудшение их технического состояния.

**Таблица 4.27 Динамика изменения показателей мелиоративного состояния орошаемых земель Таджикистана на период 1980-2000 гг.**

| №№ п/п | Показатели | Единица измерения | 1980 | 1985 | 1990 | 1995 | 2000 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Орошаемая площадь | тыс.га | 617,3 | 652,8 | 700,5 | 672,3 | 697,2 |
| 2 | Площади, обеспеченные дренажем | тыс.га | 260,9 | 290,8 | 322 | 322,0 | 324,9 |
| | в том числе – закрытым | | 51,3 | 70,1 | 83,3 | 63,6 | 65,7 |
| | вертикальным | | 47,9 | 50,4 | 53,4 | 52,8 | 41,2 |
| 3 | Протяженность КДС | км | 7942,7 | 9854,3 | 11439,2 | 11407,0 | 11402,0 |
| | в том числе – закрытым | | 1603,9 | 2701,8 | 3809,7 | 3851,4 | 3816,9 |
| 4 | Количество скважин вертикального дренажа | шт | 1476 | 1875 | 2310 | 2323 | 1962 |
| | в т.ч. мелиоративных | | 646 | 889 | 1230 | 1281 | 877 |
| 5 | Площади с глубиной залегания УГВ до 3-х метров | тыс.га | 170,1 | 197,2 | 195,3 | 234,5 | 221,2 |
| 6 | Площади с минерализацией грунтовых вод более 3 г/л | тыс.га | 78,9 | 28,7 | 41,6 | 35,3 | 38,3 |
| 7 | Площади засоленных земель: | тыс.га | | | | | |
| | - слабозасоленные | | 62,6 | 73,2 | 78,6 | 75,29 | 70,6 |
| | - среднезасоленные | | 18,7 | 20,5 | 27,2 | 25,5 | 59,1 |
| | - сильнозасоленные | | 22,3 | 16,9 | 7,96 | 7,26 | 14,5 |
| 8 | Промывка засоленных земель | га | 11188 | 8651 | 7338 | 7528 | 6212 |
| 9 | Водозабор на орошение | млрд.$м^3$ | 13,3 | 12,7 | 11,5 | 11,9 | 7,86 |
| 10 | Удельный водозабор | $м^3$/га | 21556 | 9455 | 16400 | 17700 | 11737 |
| 11 | Коллекторно-дренажный сток | млрд.$м^3$ | 3,3 | 2,55 | 5,56 | 4,13 | 3,82 |
| 12 | КПД систем | $м^3$/га | 0,57 | 0,61 | 0,63 | 0,62 | 0,65 |
| 13 | Площадь посева хлопчатника | тыс.га | 308,5 | 311,5 | 303,5 | 272,8 | 238,6 |
| 14 | Урожайность хлопчатника | ц/га | 32,8 | 30,0 | 27,3 | 15,5 | 13,9 |

Данные рекогносцировочных обследований технического состояния дренажной сети, проведенных ОГМЭ Таджикистана в 2000 г. показали, что 33,3 % от общей протяженности не работает, в т.ч. 9,0 % закрытого дренажа. Величина неработающих скважин вертикального дренажа составила – 82 % (табл.4.28).

Основными причинами выхода из строя дренажных систем являются оплывание и оползание откосов, зарастание камышом, кальматация дренажных труб, засорение смотровых колодцев, выхода из строя значительной части скважин и насосно-силового оборудования, ухудшение снабжения материально-техническими ресурсами. Коэффициент полезной работы систем вертикального дренажа снизился до 0,18-0,24 против нормативного (0,7-0,75).

Для обеспечения мелиоративного благополучия орошаемых земель требуется очистка и ремонт коллекторно-дренажной сети. Однако более 69 % их мощности (табл.4.29) из-за экономических и финансовых проблем работы проводятся на уровне 34-50 % от норматива. Главной проблемой остается ремонт закрытого горизонтального дренажа, из-за отсутствия дренопромывочных машин.

**Таблица 4.29 Динамика площадей дренирования земель и общая протяженность дренажа, требующая проведения эксплуатационных работ за 1993-2002 гг. по Таджикистану**

| №№ п/п | Показатели | Г о д ы | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1990 | 1995 | 2000 | 2001 | 2002 |
| 1 | Площади орошаемых земель (га) | 700,5 | 700,3 | 697,2 | 700,4 | 699,1 |
| | в том числе требующие дренажа (га) | 328,0 | 327,5 | 343,1 | 340,0 | 340,1 |
| 2 | Фактическая площадь дренирования (га) | 306,0 | 305,5 | 323,2 | 324,5 | 326,8 |
| 3 | Протяженность неработающего дренажа (км) | 2808,5 | 2717,8 | 3612,1 | 4026,4 | 3821,1 |
| | в т.ч. закрытого | 625,0 | 644,7 | 936,7 | 919,9 | 1026,5 |
| 4 | Протяженность дренажных сетей, требующих ремонтно-восстановительных работ (км) | 2808,5 | 2717,8 | 3612,1 | 4026,4 | 3821,1 |

Происшедший в начале 90-х годов экономический кризис в стране привел к резкому спаду объемов сельскохозяйственного производства. Урожайность основного вида культуры – хлопчатника падала из года в год и в 2000 году она составила 13,9 ц/га (табл.4.27).

Необходимо отметить, что финансирование подразделений Минводхоза из Госбюджета за 1992-1998 гг. сократилось более чем в 20 раз по сравнению с 1990 годом. Если в 1990 году расходы на эксплуатацию (капитальные и текущие ремонты) ирригационно-дренажных систем составляли более 65 млн.долларов США, то в 2000 году за счет госбюджета на эти цели по межхозяйственной части ирригационной и коллекторно-дренажной сети всего было затрачено около 1,6 млн.долларов США. Это привело к износу и выходу из строя дренажных и ирригационных каналов, сооружений, особенно насосных станций.

**Таблица 4.28 Техническое состояние дренажных систем Таджикистана на уровень 2000 г.**

| №№ п/п | Наименование областей | Орошаемая площадь, тыс.га | Площадь обеспеченная дренажем, тыс.га | | Протяженность КДС, км | | | | | | | | | Скважины вертикального дренажа | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | межхозяйственная | | | | внутрихозяйственная | | | | | | |
| | | | всего | в т.ч. закрытый | всего | в т.ч. с неудовлетворит. состоянием | | м/га | всего | в т.ч. закрытый | в т.ч. с неудовлетворит. состоянием | | м/га | количество | в т.ч. неработающие в % |
| | | | | | | открытый | закрытый | | | | открытый | закрытый | | | |
| 1 | Республика Таджикистан | 699,1 | 326,8 | 86,6 | 2208,5 | 734,38 | - | 6,8 | 9279,02 | 3816,9 | 3086,76 | 1026,52 | 28,4 | 1800 | 82 |
| 2 | В т.ч. Хатлонская обл. | 316,9 | 227,1 | 48,7 | 1484,8 | 494,03 | - | 6,6 | 5885,74 | 2299,27 | 1931,81 | 642,4 | 26,0 | 144 | 76 |
| 3 | Согдская обл. | 262,1 | 89,6 | 35,6 | 571,4 | 176,05 | - | 6,9 | 2939,6 | 1373,33 | 950,27 | 349,32 | 35,6 | 1623 | 78 |
| 4 | РРП | 98,2 | 10,1 | 2,3 | 152,33 | 64,3 | - | 11,4 | 453,68 | 144,24 | 204,68 | 34,8 | 34,3 | 33 | 94 |
| 5 | ГБАО | 21,9 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

**Туркменистан**

В Туркменистане протяженность магистральных и межхозяйственных коллекторов составляет 8988,9 км (5,24 м/га), внутрихозяйственных – 25263,4 (14,7 м/га), в том числе 6345,8 км закрытого дренажа. Вертикальный дренаж построен на площади 22,5 тыс.га – 254 шт, из которых 222 шт считаются неработающими.

Техническое состояние дренажных систем по оценке национальной рабочей группы Туркменистана по проекту «Глобальный экологический фонд» (GEF) – удовлетворительное. Но эта оценка не подтверждается данными изменения уровней грунтовых вод (УГВ) их минерализации, и главным образом, по показателям засоленности земель за 1990 и 1999 гг.

**Выводы**

1) Во всех странах Центральной Азии, за исключением Республики Узбекистан, эксплуатируемые коллекторно-дренажные системы находятся на низком техническом уровне, и, особенно, критическое положение по внутрихозяйственной сети. В Узбекистане в удовлетворительном состоянии поддерживаются магистральные и межхозяйственные коллектора. В то же время внутрихозяйственная дренажная система, включая закрытый и вертикальный дренаж не выполняет свои эксплуатационные функции.

Внутрихозяйственная открытая коллекторно-дренажная сеть в какой-то мере, в удовлетворительном состоянии поддерживается только в Бухарской, Кашкадарьинской, Ферганской, Андижанской и Наманганской зонах планирования. В остальных зонах планирования она находится в запущенном состоянии.

2) Проводимые во всех странах эксплуатационные мероприятия - капитальный ремонт и очистка сети не обеспечивают проектных параметров дренажа. Почти во всех республиках на современном уровне фактические глубины открытых дрен и коллекторов на 1,0-1,5 м меньше проектных. Этим и объясняется резкое ухудшение мелиоративного состояния орошаемых земель, наблюдаемое во всех пяти странах Центральной Азии.

# V. ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ДРЕНАЖА И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

Дренажные системы созданные на орошаемых землях Центральной Азии до 1990 годов по своей мощности намного превышают их потребности по борьбе с засолением и подтоплением земель в современных условиях. При проектировании дренажа в прошлом слабо учитывалась возможность снижения требования управления водно-солевым режимами почв путем внедрения водосберегающих мероприятий и приемов ускорения рассоления почвогрунтов, а также дренирующие способности открытых коллекторов, кроме того, в прогнозных расчетах мощности дренажа закладывалась большая интенсивность, чтобы добиться быстрого темпа рассоления, не учтивая возникновение дефицита водных ресурсов на перспективу.

В связи с этим имеющиеся мощности дренажа в Центральной Азии при их нормальной эксплуатации путем проведения на них ремонтно-восстановительных работ в необходимых объемах в большинстве зон орошения вполне отвечает требованиям управления водно-солевыми процессами на орошаемых землях за исключением отдельных массивов, где их протяженность явна недостаточна. В настоящее время техническое состояние имеющегося дренажа, эксплуатируемого практически во всех зонах Центральной Азии, не отвечает требованиям управления эколого-мелиоративными процессами. В этом отношении главная задача состоит в определении объема и периодичности (сроков) проведения ремонтно-восстановительных работ по типам дренажа, исходя из требований мелиорации земель с учетом их современного технического состояния. Для этого необходимо знать интенсивность отказов работоспособности и их проявление на различных типах дренажа и, принимая настоящее техническое состояние дре-

нажных систем как факт совершившийся, определить объемы работ по восстановлению параметров дренажа до их проектного (первоначального) уровня.

## 5.1. Эксплуатация открытой горизонтальной коллекторно-дренажный сети

Открытая коллекторно-дренажная сеть - наиболее '"простая" в строительстве система – имеет ряд существенных недостатков в эксплуатации и создает определенные сложности:

- невозможность регулирования и управления уровнем грунтовых вод и дренажным стоком в пределах заданных параметров из-за частых отказов за счет оплывания грунтов откосов, зарастания водолюбивыми культурами;
- значительные ежегодные затраты на очистку и поддержание сети в рабочем состоянии;
- большая площадь отчуждения под отрытые дрены, составленная в целом по Центральной Азии более 300-350 тыс.га;
- значительная продолжительность периода рассоления земель на фоне этой системы, достигающая 15-20 лет и огромные затраты оросительной воды на поддержание оптимального солевого режима почв из-за замедленного управления глубинами грунтовых вод;
- усиление солеобмена между зоной аэрации и грунтовыми водами, ведущие к увеличению сброса солей в источниках орошения.

С позиций мелиорации земель в эксплуатации открытой дренажной сети наиболее нежелательным является нестабильность поперечного сечения открытых дрен и коллекторов и постоянная потеря их глубины за счет заиления и зарастания, а стало быть снижение дренажной способности.

Изменчивость поперечного сечения коллекторно-дренажной сети требует для поддержания их проектной работоспособности проведения больших постоянных объемов ремонтно-восстановительных работ.

Многолетняя практика проведения ремонтно-восстановительных работ и наблюдение за техническим состоянием коллекторно-дренажной сети показывает, что частота отказов и потери устойчивости поперечных сечений зависят от состава сложения грунтов по трассам дрен, глубин их заложения, а также изменения гидростатического давления на их откосы.

По условиям работы открытые коллектора закладываются на глубине соответственно 4-7 м от поверхности земли, а внутрихозяйственные дрены – 2,5-3,0 м.

Для данных типов профилей почвогрунтов устойчивость работы открытых коллекторов и внутрихозяйственных дрен представлена в таблице 5.1.

**Таблица 5.1 Устойчивость работы открытых коллекторов и дрен**

| Показатели | Грунты | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | плывуны, пылеватые пески | мелкие супеси | средние суглинки | тяжелые суглинки | глины |
| Толщина слоя заиления в течение года, м | 0,6…1,0 | 0,3…0,6 | 0,2…0,35 | до 0,1 | до 0,1 |
| Удельный объем заиления, м/м | 1,5…3,6 | 0,5…1,5 | 0,25…0,55 | 0,15…0,25 | 0,12 |
| Продолжительность надежной работы | 3…4 мес. | 1 год | 2 года | 3…4 года | 4…6 лет |

Допустимые толщины слоя заиления открытой коллекторно-дренажной сети устанавливаются в зависимости от проектных параметров коллекторов. Практически интенсивность заи-

ления КДС в зависимости от характера почвогрунтов изменяется от 10-12 см/год до 60-100 см/год. С утяжелением грунтов снижается толщина слоя заиления (табл.5.2).

**Таблица 5.2 Расчетные и фактические объемы заиления открытой КДС**

| Технические характеристики | | | Допустимая толщина заиления, м | Расчетный удельный объем заиления, $м^3/м$ | Фактические удельные объемы заиления, $м^3/м$ |
|---|---|---|---|---|---|
| глубина, м | ширина по дну, м | крутизна откосов | | | |
| До 3,5 | 0,6…1,2 | 1 : 1,5 | 0,50 | 0,82 | 3,0 |
| 3,5…5,0 | 1,2…3,0 | 1 : 2,0 | 0,75 | 2,32 | 5,5 |
| более 5,0 | более 3,0 | 1 : 2,0 | 1,00 | 5,00 | 13,8 |

Периодичность ремонтно-восстановительных работ, на КДС с учётом интенсивности отказов КДС (потери глубины и поперечного сечения дрен) мелиоративного состояния земель (через прогнозы вводно-солевых балансов) изменяется для слоистых, легких грунтов в пределах от 0,5 до 1 года при высокой минерализации грунтовых вод (более 10 г/л) и напорности подземных вод:

- от 1,5 до 2,0 лет при минерализации грунтовых вод 5-7 г/л и слабой напорности подземных вод;
- от 2,5 до 5 лет при слабой минерализации грунтовых вод и отсутствие напорности подземных вод;

для супесей и легких суглинков от 1,5 до 2,0 лет при минерализации грунтовых вод 3-5 г/л;

для тяжелых грунтов 3-3,5 года при слабой минерализации грунтовых вод.

Напорность подземных вод и гидродинамическое давление на откос, формируемое в период промывок, играют большую роль в изменении поперечного сечения дрен и коллекторов и, тем самым, в установлении периодичности их очистки и ремонта. Строительство скважин усилителей на откосах с выведением их устья чуть выше горизонта воды в коллекторах намного снижает процесс оплывания обрушения откосов и удлиняет сроки их очистки.

## 5.2. Дефекты, возникающие при эксплуатации ЗГД и их устранение

В начальный период развития ЗГД в качестве водоотводящей линии были применены асбестоцементные трубы длиной до 3,0 м, диаметром до 150 мм, короткие (0,33-0,5 м) гончарные трубы диаметром 125-150 мм и др.

Начиная с 1970-1975 гг. при строительстве ЗГД широко применяются сплошные пластмассовые трубы с гравийно-песчаными искусственными неткаными фильтрами. Длины дрен определяются размерами полей орошения, и в условиях Центральной Азии они изменяются от 400-450 м до 1200 м.

При соблюдении всех технологических проектных параметров ЗГД имеет огромное преимущество по сравнению с ОГД и уже устойчиво работает 40-50 лет и более, обеспечивая проектный режим управления водно-солевыми процессами на орошаемых землях. Однако в Центральной Азии значительная часть систем закрытого горизонтального дренажа построена с нарушением технологии их строительства и, главным образом, подбора состава гравийно-песчаной обсыпки (фильтра) и уплотнения засыпки грунта наддренной полосы. В связи с этим, более 20-30 % закрытых дрен после их введения в эксплуатацию были в не рабочем состоянии. В настоящее время объем неработающих закрытых дрен превышает 50-60 % от всей их мощности, они требуют проведения ремонтно-восстановительных работ.

Основные проблемы, возникающие на объектах закрытого дренажа:

- заиление и закупорка перфорационных отверстий дренажных труб и кольматация гравийно-песчаной обсыпки илистыми частицами и отложениями солей;
- засыпки грунтами смотровых колодцев (дефект) и разрушение устьевых сооружений;
- подтопление закрытых дрен со стороны коллекторов из-за оплывания, заиления и зарастания последних;
- дороговизна и недостаточность механизмов для проведения ремонтно-восстановительных работ;
- недостаточность выделяемых средств для нормальной эксплуатации дренажных систем.

В первые годы после строительства закрытого дренажа наблюдается заиление труб, а в процессе эксплуатации повреждение устьевых сооружений и смотровых колодцев. Заиление труб больше всего происходит, если параметры фильтра подобраны неправильно и, особенно, состав гравийно-песчаной обсыпки не соответствует требованиям защиты дренируемого грунта, а также при неправильном выборе уклона дренажной линии. Деформация смотровых колодцев происходит при обработке сельхозкультур из-за наезда на них техники. Основные причины отказа закрытого дренажа при двух условий его работы представлены на рисунке 5.1.

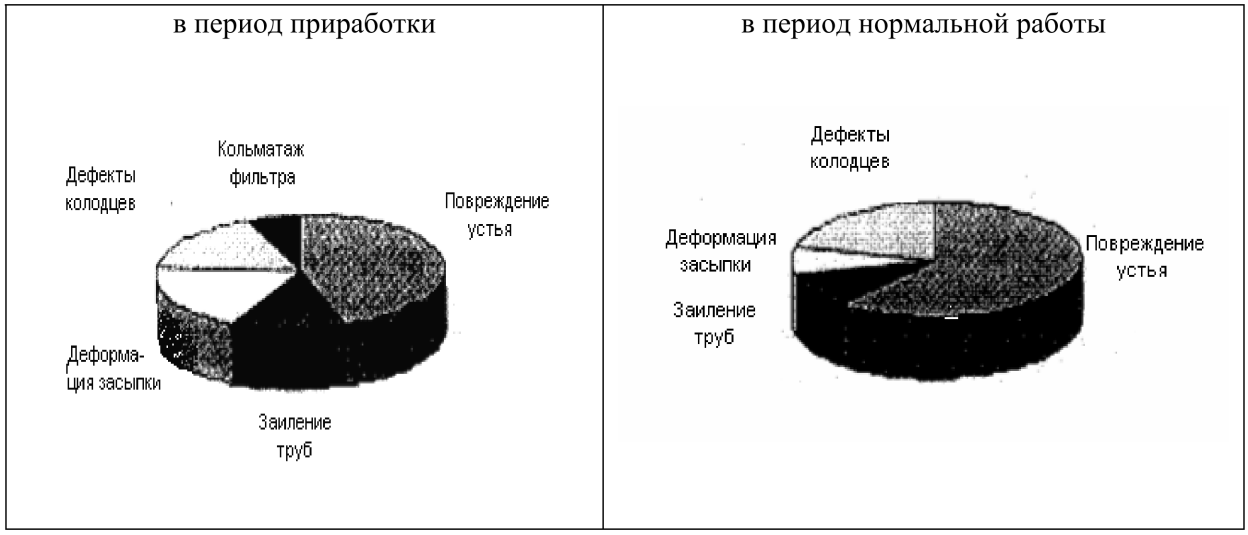



**Рис. 5.1. Причины отказов закрытой дрены (данные В.В.Хегай – 1970-1980 гг.)**

При этом, если интенсивность отказов закрытых дрен в первые годы эксплуатации составляет 0,1-0,251 в год, то в период нормативной работы снижается до 0,05-0,06 в год.

Отказы, наблюдаемые в период нормальной работы, вызываются несоблюдением правил эксплуатации закрытых дрен:

- при очистке открытых коллекторов разрушается до 50-60 % устьевых сооружений, и размываются откосы за счет неправильной организации полива сельхозкультур;
- деформация обратной засыпки происходит больше всего за счет попадания поливной воды в зону наддренных полос в период проведения промывок почв и орошения сельхозкультур, а также некачественного проведения промывки дрен.

Основным приемом повышения работоспособности закрытого дренажа, наряду с устранением мелких дефектов, является промывка дрен, которая относится к категории капитальных ремонтов. По нормативам проведения планово-предупредительных работ она проводится при заилении более 50 % сечений труб, с периодичностью до 15 лет, если дрены построены с использованием пластмассовых труб. При использовании асбестоцементных и гончарных труб периодичность капитальных ремонтов сокращается до 10 лет.

Однако указанная периодичность проведения промывок не удовлетворяет требованию улучшения мелиоративного состояния земель. При использовании фактических величин интенсивности отказов в прогнозных расчетах изменения водно-солевых балансов более оптимальным сроком проведения капитальных ремонтов является в среднем 7 лет для технического уровня закрытых дрен, построенных в Центральной Азии. В Узбекистане из общей протяженности закрытых дрен и коллекторов на балансе государства находится 21-22 % (8,2 тыс.км), остальные 78-79 % (27-30 тыс.км) на балансе хозяйств. При этом ежегодно промывку планируется проводить на 10-12 % от общей протяженности. Фактически выполняемый объем промывки не превышает 75-80 % по объектам государства и 10-15 % по объектам хозяйств, фактически намного ниже, чем нормативные величины планово-предупредительных ремонтов.

Еще один основной дефект это подтопление дрен со стороны коллекторов. В современных условиях протяженность внутрихозяйственных дрен, подтопленных со стороны коллекторов превышает 35-63 % от общего объема.

В принципе на дренажных системах, в первую очередь, необходимо создать свободный отвод стока формируемого в регулирующих полевых дренах. Для этого ремонтно-очистительные работы следует планировать по системам крупных коллекторов. Необходимо начинать ремонт и очистку с магистральных коллекторов, чтобы они обеспечивали свободный прием стока вод от межхозяйственных, а затем обеспечить очистку межхозяйственных коллекторов. В такой последовательности следует организовать ремонтно-восстановительные работы с водоприемника до внутрихозяйственных дрен по системам крупных магистральных и межхозяйственных коллекторов. Иначе на дренажных системах следует внедрить интегрированное управление системами коллекторов.

Несмотря на значительное ухудшение работы закрытого дренажа, системы мелиорации (коллектора, сеть дрен) оказались более жизнестойкими, чем можно было бы ожидать по проектным решениям. Недоучет в проектах пространственной системы работы дрен, сочетание на площади концентрированных поливов и рассредоточенной системы дрен и коллекторов создавало эффект пространственного растекания грунтовых вод, который ослабил эффективность работы эксплуатируемого дренажа. Эти явления должны стать предметом последующих исследований с учетом определения их количественного влияния в качестве резерва при дренировании земель. С другой стороны, очень важно оценить как происходит спад работоспособности дренажной системы в целом, чтобы установить сроки и объемы капитальной замены отдельных дрен.

## 5.3. Особенности эксплуатации системы вертикального дренажа

Вертикальный дренаж – высокоэффективный и технически сложный вид дренажа, требующий больших затрат, технического уровня обслуживания и строго учета всех элементов технологии.

На объектах вертикального дренажа откачка ведется, в основном, из первого водоносного горизонта, расположенного под покровным мелкоземом. Глубина скважин изменяется в пределах 50-75 м и редко достигает 100 м. Внешний диаметр скважин (диаметр бурения) - 900-1000 мм. В качестве фильтрового каркаса (стренера) повсеместно были использованы цельнотянутые металлические трубы с внешним диаметром 324-429 мм. Зазор между стенкой скважин и металлическими трубами обсыпался песчано-гравийным материалом. Толщина гравийно-песчаной обсыпки изменялась от 250 мм до 350 мм. Длина фильтра скважин составляла в зависимости от мощности водоносного пласта от 10-15 м до 30-35 м.

На всех скважинах вертикального дренажа применялись центробежные погружные насосы ЭЦВ (от ЭЦВ 8-40-65 до ЭЦВ 16-500-45) с различной производительностью - 25-500 $м^3$/час. Глубина погружения наносов варьировала в пределах от 10 до 22 м. Дебиты скважин изменялись в широких пределах от 15-25 л/сек до 100 л/сек и более, а минерализация откачиваемых вод в основном от 1,5-3,5 г/л, достигая на некоторых объектах до 5-6 г/л.

Проблемы, возникающие на объектах СВД:

- наличие пескования скважин приводит к кольматации фильтров и заилению нижней части фильтрового каркаса, тем самым снижению дебита и удельного дебита и росту энергозатрат. Пескование ускоряет процесс износа трущихся частей насоса и сокращает продолжительность безремонтной работы насосов;

- коррозийное разрушение и отложение их продуктов в порах обсыпки и отверстиях стренера.

- отсутствие низконапорного насосно-силового оборудования, соответствующего параметрам глубины скважин вертикального дренажа, из-за чего на них используются высоконапорные насосы, что приводит к перерасходу электроэнергии при откачках;

- отсутствие запчастей или их дороговизна затягивает продолжительность ремонта насосно-силового оборудования, тем самым сокращает сроки откачки;

- отсутствие специализированных организаций по проведению ремонтно-восстановительных работ на скважинах приводит при эксплуатации их к низким дебитам;

- рост цен на энергоносители (электроэнергии) привел к резкому сокращению продолжительности эксплуатации систем вертикального дренажа. В Республике Узбекистан коэффициент полезной работы систем изменяется в пределах 0,1-0,3; в среднем 0,15 против 0,6-0,75 по режимам откачек. В Республике Казахстан, начиная с 1995-1996 гг., системы вертикального дренажа не работают. В Таджикистане количество работающих скважин составляют всего 20 % от общей мощности;

- по причине низкого незначительного выделения средств на эксплуатацию государством и невозможность покрытия этих затрат водопользователями, что не обеспечивает эффективной работы скважин вертикального дренажа.

Из-за низкого технического состояния скважин даже на уровень 1985-1990 годов система вертикального дренажа имела невысокие показатели надежности (табл.5.3).

Анализ структуры простоев СВД показал, что самые продолжительные простои происходили из-за отказа работы насосно-силового оборудования (табл.5.4).

Простои на скважинах, построенных в условиях водоносного комплекса, представленного тонко-, мелко- и среднезернистыми песками, вызваны, в основном, отказом насосного оборудования, а в гравелисто-галечниковых отложениях - отказом электродвигателей.

**Таблица 5.3 Показатели надежности систем вертикального дренажа на уровне 1985-1990 гг.**

| Область | Мелиорируемая площадь, $F_м$, тыс.га | Число скважин, шт | Коэффициент полезной работы системы (КПРС) | | | Коэффициент готовности ($К_г$) | | Коэффициент использования мощности системы (КИС) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | max | min | среднемноголетний | проектный | фактический | max | min | среднемноголетний |
| Сырдарьинская | 571,0 | 827 | 0,78 | 0,65 | 0,72 | 0,97 | 0,83 | 0,54 | 0,46 | 0,50 |
| Бухарская | 198,0 | 350 | 0,39 | 0,36 | 0,38 | 0,97 | 0,60 | 0,31 | 0,29 | 0,30 |
| Ферганская | 252,0 | 682 | 0,51 | 0,40 | 0,44 | 0,97 | 0,59 | 0,40 | 0,29 | 0,36 |
| Казахская часть Голодной степи | 173,8 | 806 | 0,25 | 0,165 | 0,20 | 0,97 | 0,48 | 0,15 | 0,10 | 0,12 |

Ускорению интенсивности отказов насоса способствует повышенная минерализация откачиваемых вод, которая, в свою очередь, обуславливает коррозийные разрушения.

**Таблица 5.4 Распределение простоев на СВД**

| Причина простоя | Простои скважин СВД, % от общего числа простоев, по областям | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Сыр-дарьинская | Ферганская | Бухарская | Казахская часть Голодной степи |
| Ремонт отводящих сетей и сооружений на них | 6-10 | 5-18 | 14-23 | 18-28 |
| Просьбы хозяйств | 12,5-18,0 | 25-86 | 3,8 | 4,8-72,0 |
| Отсутствие электроэнергии | 22-36 | 2-23 | 23,9-41,8 | 7,6-20,9 |
| Отказы насосно-силового оборудования | 55-66 | 2-31 | 23,0-53,6 | 15,9-43,4 |
| Прочее | 5-10 | 5-11 | 9,5 | 0,1-5,0 |

В результате обработки данных по скважинам, построенным в различных по гранулометрическому составу водоносных грунтах с различным составом песчано-гравийной обсыпки, была установлена тесная связь вероятности безотказной работы электронасосов от уровня пескования (рис.5.3). Продолжительность безотказной работы электронасосов непескующих или слабопескующих скважин при К<0,01-0,005 изменяется в пределах 4500-6500 тыс.мото-часов, тогда как пескующих и сильно пескующих скважин с коэффициентом К = 0,3-0,4 составляет от 500 до 1500 тыс.мото-часов (рис.5.4). Кроме того, средне- и сильно-пескующие скважины, для снижения доли выноса твердых частиц в откачиваемой воде, эксплуатируются при прикрытой задвижке, тем самым искусственно снижая их дебит и повышая сопротивление в водоподъемных трубах. Такая система эксплуатации скважин приводит к росту электропотребления и повышению текущих затрат.

Ущерб от пескования скважин по данным САНИИРИ варьирует от 0,.8 до 4,0 тыс.долларов США в год на одну скважину. Пескование обусловлено отсутствием специальных гравийно-песчаных фильтров заводского изготовления. Уровнем пескования на скважинах лучше всего управлять диафрагмовым регулятором расхода в момент их пуска, не создающего дополнительного сопротивления. Применение диафрагмового регулятора расхода конструкции САНИИРИ, даёт возможность снизить уровень пескования до предельно допустимой величины 0,03-0,05 %, в момент пуска скважин в работу.

Резкому увеличению стоимости энергозатрат способствует отсутствие специальных низконапорных электронасосов для скважин вертикального дренажа. Высота подъема скважин вертикального дренажа лежит в области от 10-15 м до 25 м. а применяемые на практике артезианские насосы типа ЭЦВ рассчитаны на подъем воды от 35 до 60 м. Поэтому во многих случаях насосы, применяемые на СВД, не соответствуют требованиям эксплуатации и имеют излишний напор, увеличивающий расход электроэнергии.

В 1985-1990 гг. НПО САНИИРИ совместно с Туркестанским заводом выпустил несколько электропогружных насосов, но эта работа была прекращена из-за отсутствия заказов. В дальнейшем следует возобновить работы на заводе по выпуску насосов для СВД. Другой существенной причиной снижения эффективности СВД и повышения эксплуатационных затрат является старение стренера и снижение дебита скважин из-за коррозии металлического фильтрового каркаса и отложения их продуктов в фильтрах. Интенсивность этих процессов подчиняется экспоненциальному закону и описывается формулой типа:

$$q_t = q_o^{e^{-\beta t}}$$

где:
$q_t$ - фактически удельный дебит скважины в данный момент времени, л/с;
$q_o$ - удельный дебит в начальный период эксплуатации, л/с.м;
$\beta$ - коэффициент "старения" скважины;
t - продолжительность работы скважины, год.

В зависимости от степени минерализации подземных вод процессы кольматации фильтра и прифильтровой зоны скважины проходят по-разному. В районах, где минерализация подземных вод меньше 2-3 г/л, отмечается карбонатизация фильтра (отложение карбоната кальция), больше 5 г/л - коррозийное разрушение. В скважинах с минерализацией откачиваемых вод 2-5 г/л в прифильтровых зонах наблюдаются смешанные процессы - карбонатизация и коррозийное разрушение. Самая высокая интенсивность снижения дебита в скважинах, где происходят смешанные процессы кольматации, в прифильтровой зоне, самая меньшая - при коррозионных явлениях (рис.5.5).

В нормативе проведения планово-предупредительного ремонта (ППР), срок службы скважин вертикального дренажа установлен в зависимости от агрессивности откачиваемых вод от 10 до 15 лет, а периодичность капитального ремонта 2-4 года. Периодичность капитального ремонта скважин с учетом прогнозных расчетов водно-солевого режима почв, эксплуатируемых объектов Центральной Азии, изменяется от 5 до 7 лет, что указывает на наличие запаса мощности СВД. В то же время все системы вертикального дренажа по срокам службы относятся к морально устаревшим. Однако, имеющие мощности позволяют решать проблемы мелиорации земель, при необходимой организации и проведении на скважинах ремонтно-восстановительных работ, а на орошаемых землях проведение водосберегательных мероприятий.

Периодическая очистка ствола с применением способа "долото-ерш", конструкции САНИИРИ, практически полностью восстанавливает удельные дебиты скважин и одновременно снижает сопротивление фильтра, тем самым, снижая энергозатраты.

Еще одна особенность вертикального дренажа заключается в том, что откачка подземных вод создает на орошаемых землях резерв водных ресурсов, возможных к использованию на орошение и промывку земель. В связи с этим, для повышения эффективности вертикального дренажа и технического уровня, следует закреплять скважины за фермерами, если они имеют достаточно большие земельные фонды (> 50 га) или ассоциациями земле- и водопользователей. Такое закрепление скважин за фермерами и ассоциациями, повлияет на снижение затрат по эксплуатации СВД.

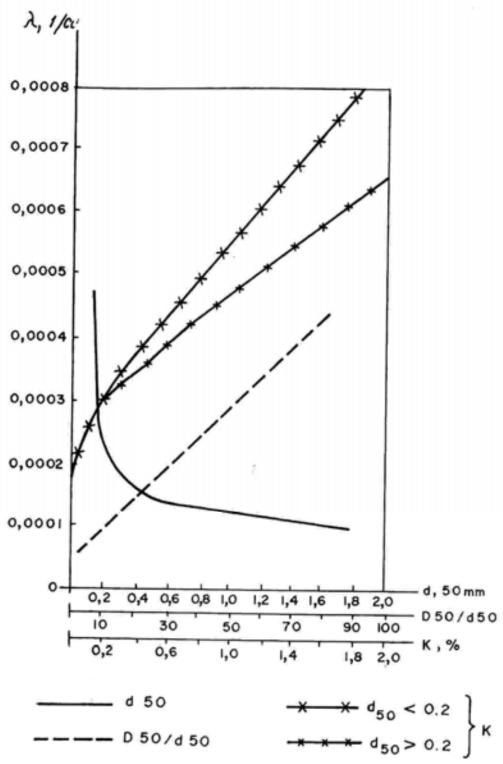



**Рис.5.3. Зависимость интенсивности отказов электронасосов от литологии и состава гравийной обсыпки и пескования в момент пуска (К)**

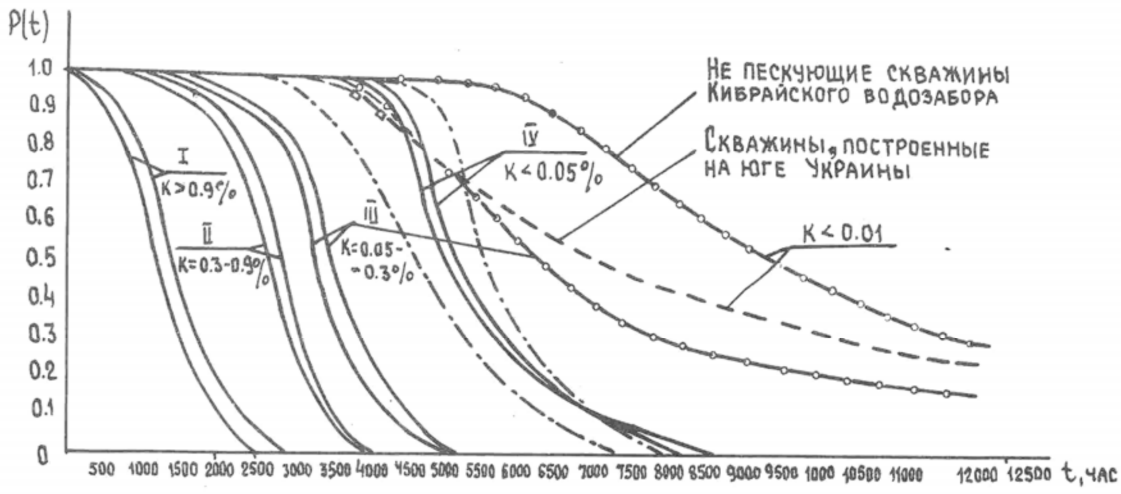



**Рис.5.4. Вероятность безотказной работы электронасосов в водоносных грунтах при разной степени пескования скважин вертикального дренажа**

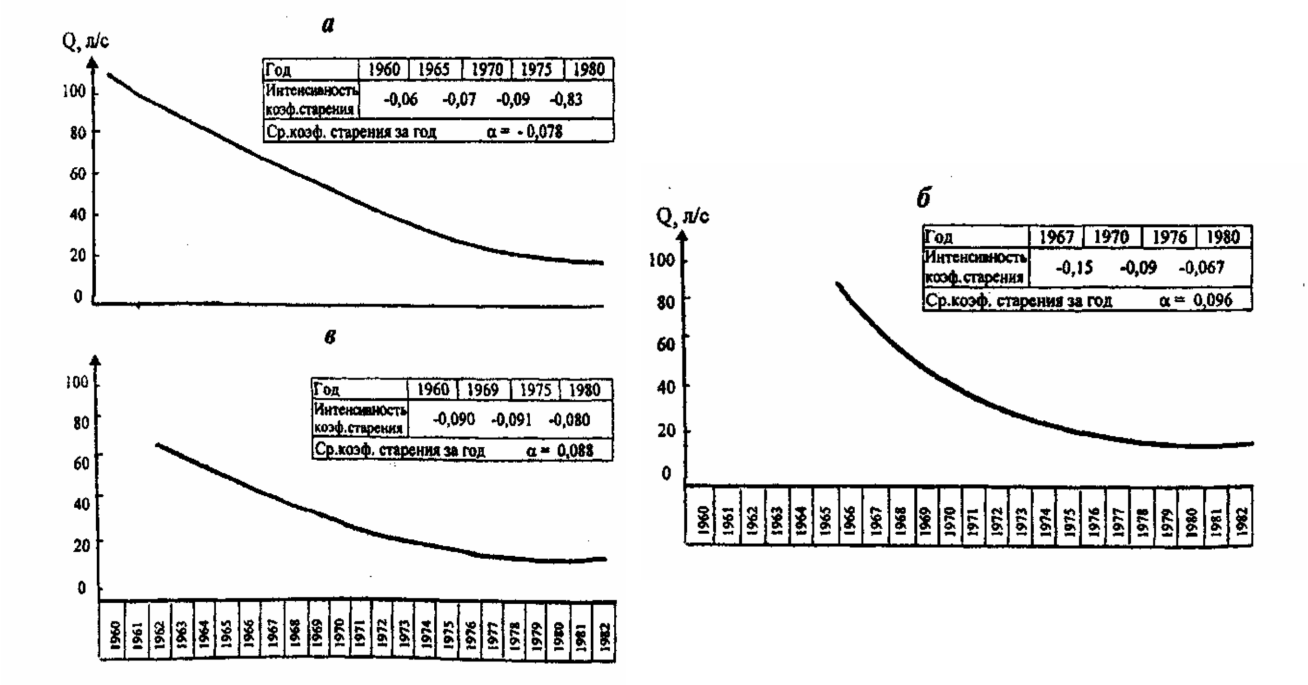



**Рис.5.5. Изменение дебита скважин в процессе физико-химического кольматажа в зависимости от продолжительности их работы при: а – карбонатизации; б – коррозионных явлениях; в – смешанных процессах**

## 5.4. Эксплуатационные затраты на коллекторно-дренажную сеть

Затраты на эксплуатацию дренажных систем зависит от многих факторов, таких как:

- гидрогеолого-почвенно-мелиоративные условия, которые определяют типы и мощности дренажа, интенсивность отказов, частоты проведения ремонтно-восстановительных работ. Обычно в легких грунтовых условиях интенсивность отказов и частота ремонта проявляется значительнее, чем в тяжелых грунтах;
- типы и мощности дренажа и их параметров – глубины и удельная протяженность горизонтального дренажа;
- площади дренирования;
- качество и способ строительства дренажа;
- продолжительность работы дренажных систем особенно, по закрытому и вертикальному дренажам. Чем больше срок эксплуатации закрытого и вертикального дренажа, тем больше затрат на их эксплуатацию.

Сравнительные стоимости строительства и годовой эксплуатации дренажа в зависимости от их параметров (протяженность, глубина) технологии производства работ даны в таблице 5.4. Эти проектные данные характеризуют изменение стоимости строительства и годовых эксплуатационных затрат на уровень до 1985 годов. По этим данным видно, что удельные стоимости строительства закрытого дренажа в 2,5-3,0 раза дороже, чем открытого. В то же время удельные затраты на эксплуатацию в 2,0-3,0 раза ниже, чем таковые на открытый дренаж. При этом, как удельные стоимости, так и эксплуатация ЗГД, построенные механизированным способом, намного ниже против полумеханизированного способа.

**Таблица 5.4 Стоимость строительства и годовой эксплуатации горизонтального дренажа**

| Интенсивность дренажа, м/га | Стоимость строительства (прямые затраты), руб/га | | | | Стоимость годовой эксплуатации, руб/га | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | закрытый дренаж глубиной 3,0 м, построенный | | открытый дренаж глубиной | | закрытый дренаж глубиной 3,0 м, построенный | | открытый дренаж глубиной | |
| | дренокладчиком | полумеханизированным способом | 2,0 м | 3,0 м | дренокладчиком | полумеханизированным способом | 2,0 м | 3,0 м |
| 20 | 175 | 254 | 26 | 60 | 5,5 | 7,7 | 15,2 | 24,7 |
| 40 | 350 | 508 | 52 | 120 | 10,7 | 15,2 | 30,5 | 49,1 |
| 60 | 525 | 762 | 78 | 180 | 15,9 | 22,7 | 45,7 | 73,4 |
| 80 | 700 | 1016 | 104 | 240 | 21,0 | 30,2 | 63,0 | 97,8 |
| 100 | 875 | 1270 | 130 | 300 | 26,3 | 37,7 | 76,2 | 122,2 |
| 150 | 1312 | 1905 | 195 | 450 | 39,0 | 56,3 | 114,2 | 183,1 |

Приведенные данные также показывают резкое увеличение удельной стоимости строительства и эксплуатации в зависимости от протяженности дренажа.

Закрытые дрены при качественном строительстве достаточно надежные и долговечные сооружения, не требующие больших затрат на их эксплуатацию. По данным В.А.Духовного, стоимость эксплуатации закрытого горизонтального дренажа в Голодной степи составляла всего 6,5-10,5 долл/га (табл.5.5).

**Таблица 5.5 Сравнительные стоимости эксплуатации дренажа, долл/га (данные В.А.Духовного на уровень 1975 )**

| Затраты | Открытый горизонтальный дренаж | Закрытый горизонтальный дренаж | Вертикальный дренаж |
|---|---|---|---|
| Амортизация | 7,5 - 10 | 4,2 - 7 | 6,0 – 18,0 |
| Ремонт и поддержание | 6 – 9 | 2 – 3 | 20 – 40 |
| Содержание эксплуатационного штата | 1,5 – 2 | 0,3 – 0,5 | 2 – 3 |
| **Итого** | **15 – 21** | **6,5 – 10,5** | **28 - 61** |

Таблица составлена по усредненным фактическим данным эксплуатации дренажа первого периода строительства достаточно несовершенных конструкций. Дальнейшее совершенствование конструкций дренажа еще более повысило его надежность и снизило стоимость эксплуатации.

Удельные эксплуатационные затраты вертикального дренажа намного дороже, чем закрытого и открытого горизонтального. Данные по СВД, приведенные в таблице 4.2, получены в тяжелых гидрогеологических условиях Голодной степи. Фактические эксплуатационные затраты СВД, при относительно нормальном режиме их работы (КПР 0,45-0,6), близко к таковым открытого горизонтального дренажа (табл.5.6).

При этом эксплуатационные затраты СВД, построенные в северо-восточной части Голодной степи, водоносный горизонт которой представлен гравелистыми отложениями, изменяется в пределах 10,9-17,6 долларов США/га, северо-западной части с водоносным пластом из мелкозернистых и среднезернистых песков – от 21,8 до 28,3 долл/га, а в Центральной части с водоносным пластом, сложенным из тонко-зернистых песков – от 12,8 до 43,2 долл/га. Данные показывают, что ухудшение гидрогеологических условий по указанным выше причинам, приведет к росту эксплуатационных затрат СВД.

Аналогичная картина изменения удельных затрат наблюдается по СВД по Казахской части Голодной степи (табл.5.7). В этом районе удельные затраты составляют 20,4 долл/га до 24,4 долл/га, из которых стоимость электроэнергии составляет от 30 до 40-45 %. Годовые стоимости на эксплуатацию СВД, расположенных в других зонах планирования, таких как Ферганская, Бухарская, водоносный пласт которых сложен гравелистыми отложениями, изменяются в пределах от 12,8 (минимум) – максимум до 20-22 долларов США/га в год.

Начиная с 1991-92 годов во всех странах Центральной Азии затраты на дренажную систему оцениваются в составе затрат на эксплуатацию водохозяйственных объектов. Зачастую выделить долю затрат на эксплуатацию дренажных систем затруднительно. Общие затраты на эксплуатацию водохозяйственных объектов зависят от экономического положения государств и бюджета водохозяйственных организаций (Минсельводхозов, Минводхозов, Комитетов по водным ресурсам). Потенциал эксплуатационных затрат водохозяйственных организаций складывается, в основном, за счет государственного бюджета (Узбекистан) и водопользователей за услуги по доставке воды в хозяйства (Казахстан).

**Таблица 5.8 Фактические затраты на эксплуатацию объектов ирригации и дренажа в бассейне Аральского моря**

| Страна | Год | Орошаемая площадь, тыс.га | Площадь, требующая дренирования, тыс.га | Затраты, тыс.долл. | | | | Удельные затраты, долл/га | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | ирригации и дренажа | в том числе на дренаж | | | ирригации и дренажа | в т.ч. дренаж* | доля дренажа в ИиД, % |
| | | | | | всего | маг. и лот./х | в/х | | | |
| Узбекистан | | 4265,7 | 3159,6 | 367700 | 22700,0 | 22700,0 | - | 86,2 | 7,18 | 8,3 |
| Казахстан | 1999 | 786,2 | 530,0 | 1950,0*** | 226,3*** | 226,3*** | - | 2,48 | 0,43 | 17,3 |
| Туркменистан | 2000 | 1714,2 | 1511,9 | 45000,0 | 2790** | 2790 | - | 24,32 | 1,85 | 7,6 |
| Кыргызстан | 2000 | 411,8 | 158,04 | 3216,3 | 116,2 | 4,0 | 112,2 | 7,81 | 0,74 | 9,5 |
| Таджикистан | 2000 | 718,0 | 364,47 | 5770,0 | 208,5** | 208,5 | - | 8,03 | 0,57 | 7,1 |
| **Всего** | | **7895,9** | **5724,01** | | | | | | | |

Примечание: * Удельные затраты по дренажу рассчитаны на площадь, требующую дренаж или на имеющуюся дренажную сеть.
** Доля затрат на дренаж по Туркменистану принята по аналогии с Узбекистаном, равной 6,2 % от ИиД
по Таджикистану по аналогии с Кыргызстаном – 3,6 % от ИиД
*** Данные национальных рабочих групп проекта «Управление водными ресурсами и солями» - GEF, 2001 г.

Кыргызстан, Таджикистан и Туркменистан занимают промежуточное положение, покрывая часть эксплуатационных затрат за счет государств.

За последние годы удельные эксплуатационные затраты на ирригацию и дренаж по всем государствам Центральной Азии резко сократились и составляют от 2.48 (Казахстан) до 86,2 (Узбекистан) долларов США на 1 гектар орошаемой площади.

Эксплуатационные затраты по КДС, отнесенные на площадь, требующую искусственного дренирования, изменяются в пределах от 0.43 (Казахстан) до 7.18 (Узбекистан) долларов США на 1 га, тогда как до 1990 года они изменялись в пределах от 20-25 долларов/га до 50-60 долларов/год. В состав эксплуатационных затрат не включены расходы фермерских хозяйств и ассоциаций водопользователей, что объясняется отсутствием информации. Доля удельных затрат на дренаж по всем государствам варьирует в пределах от 7,1 до 9,5 % от общей стоимости эксплуатации, за исключением Республики Казахстан, где она равна 17,3 % (табл.5.8).

Следует отметить, что информация по затратам внутрихозяйственных систем по другим государствам отсутствует. Однако объемы работ по поддержанию внутрихозяйственных ирригационно-дренажных систем по всей вероятности, очень незначительны и они связаны как с экономическими трудностями, так и реструктуризацией государственных хозяйств. В то же время большинство государств не планируют на перспективу увеличение эксплуатационных расходов на ирригационно-дренажную инфраструктуру.

## 5.5. Мониторинг дренажных систем

Широкое развитие мелиорации земель со строительством дренажных систем, начатое в шестидесятые годы, в Центральной Азии привело к необходимости организовать соответствующую службу эксплуатации и мониторинга.

В числе первых в 1966-1967 годы было создано управление мелиоративной системы в Узбекистане. Для этого в составе Министерства мелиорации и водного хозяйства было организовано самостоятельное Главное управление мелиорации, а в областях - Управления мелиоративной системы с районными участками.

В функции областных управлений мелиоративных систем с районными участками входило наблюдение за:

- уровнем и минерализацией грунтовых вод на мелиорируемых землях;
- изменением засоленности мелиорируемых земель;
- техническим состоянием дренажных систем всех типов и сооружений на них;
- расходом, стоком и минерализацией коллекторно-дренажных вод, а также скважин вертикального дренажа;

Кроме того, на них было возложено:

- установление объемов текущих и капитальных ремонтов коллекторно-дренажной сети и скважин вертикального дренажа, находящихся на балансе государства;
- определение, норм и сроков промывки;
- контроль за подготовкой и проведением эксплуатационных промывок;
- оценка качества промывных поливов и др.

В соответствии поставленными задачами все объекты были оборудованы средствами мониторинга и организованы соответствующие наблюдения. Сроки проведения и частота наблюдений определялись в зависимости от направленности задач:

- уровень грунтовых вод и расходы коллекторно-дренажной сети замерялись один раз в декаду;
- минерализация коллекторно-дренажных вод один раз в месяц;
- наблюдения за изменением засоленности почв проводились путем апробирования почв на химический анализ 2 раза в год. В апреле - для оценки качества осенне-зимних мероприятий, в основном, эксплуатационных промывок. В октябре - для установления по хозяйствам

норм и сроков промывок.

Минерализация грунтовых вод определялась 3 раза в год: апрель, июнь и октябрь. Областные управления мелиоративных систем с районными участками осуществляли мониторинг за расходом и минерализацией и техническим состоянием межхозяйственной коллекторно-дренажной сети, а также скважин вертикального дренажа, которые находились на балансе государства. Нижним объектом мониторинга, выполняемого Управлением, были определены замеры расхода и минерализации КДС при выходе из хозяйства.

Структура Управления мелиоративных систем устанавливалась в зависимости от оснащенности объектов мелиоративных систем типами дренажа. В начальные периоды работы управление состояло из 2-3 подразделений:

- отдел мелиорации;
- хим. лаборатория;
- отдел систем вертикального дренажа, если имелась развитая сеть скважин.

Все работы по слежению проводились через районные участки Управлений.
Технический уровень КДС оценивался районными участками ежегодно в ноябре, в результате которых определялись объемы ремонтно-восстановительных работ.

Что касается организации мониторинга за техническим состоянием открытых внутрихозяйственных КДС, то он проводился самими хозяйствами. Для этого в структуре хозяйств был создан отдел мелиорации.

В семидесятых годах аналогичная служба начала появляться и в других республиках Центральной Азии.

В 1981 году по приказу Министерства мелиорации и водного хозяйства СССР областные Управления мелиоративными системами (в некоторых республиках они назывались Управления мелиоративной службы) были переименованы в Областные гидрогеолого-мелиоративные экспедиции (ОГМЭ). Функции переименованных гидрогеолого-мелиоративных экспедиций по организации мониторинга практически оставались на прежнем уровне, но на них была дополнительно возложена подготовка рекомендаций по повышению продуктивности орошаемых земель и технического уровня дренажных систем. В связи с этим изменился структурный состав ОГМЭ, он устанавливался, также как и раньше, в зависимости от оснащенности объектов мелиорации типами и мощностями дренажных систем.

Аналогично формировались структуры ОГМЭ и в других республиках Центральной Азии, в зависимости от сложности объектов мелиорации и их технической оснащенности типами КДС и сооружений на них.

В настоящее время, структура ОГМЭ во всех республиках резко изменилась в сторону сокращения состава этих подразделений и главным образом, возлагаемых задач. Во всех республиках, за исключением Республики Узбекистан, не ведется мониторинг за расходом, стоком и минерализацией КДС, а также их техническим состоянием. В Республике Узбекистан мониторинг осуществляется в полном объеме по всем функциональным задачам, которые указаны выше. В современных условиях расходы и минерализация коллекторно-дренажного стока не измеряются на границе хозяйств. С этих позиций вся внутрихозяйственная коллекторно-дренажная система территорий, расположенная в пределах бывших колхозов и совхозов осталась бесхозной, хотя в Узбекистане она формально перешла в состав Минсельводхоза.

С реструктуризацией совхозов и колхозов и организацией фермерских хозяйств проблема эксплуатации КДС, находящихся на их территории ещё больше осложнилась. Теперь практически каждая полевая дрена, превратившись в межхозяйственную, стала бесхозной, так как АВП не принимает их на свой баланс. Эта сложная проблема ждет своего безотлагательного разрешения путем обобщения опыта эксплуатации КДС во всех странах Центральной Азии. С позиции улучшения мелиоративного состояния орошаемых земель внутрихозяйственная КДС должна быть на балансе АВП как единая ирригационно-дренажная система. Ведь водоотводящая дренажная сеть появилась как следствие орошения, с одной стороны – для отвода излишних вод, с другой – для создания на орошаемых землях фермерских хозяйств благоприятных мелиоративных режимов, т.е. для управления УГВ и засолением почв.

Другим существенным недостатком в организации мониторинга на дренажных системах, является отсутствие наблюдений по крупным трансграничным коллекторам, впадающим в реки и загрязняющим их сток. В настоящее время трансграничные коллектора загрязнители речного стока, практически остаются бесхозными (за исключением Республики Узбекистан) и нет возможности проведения на них комплекса наблюдений за расходом и минерализацией, а также их техническим состоянием. В принципе трансграничные коллектора-загрязнители речного стока, впадающие в ствол реки должны быть переданы в состав бассейновых управлений, которые и должны организовать на них соответствующий мониторинг. Тогда учёт коллекторно-дренажного стока, как дополнительный ресурс для использования в орошаемом земледелии, будет решен.

## 5.6. Организация эксплуатации коллекторно-дренажных систем

Организация содержания коллекторно-дренажных систем (КДС) в странах Центральной Азии строилась следующим образом. Все межхозяйственные коллектора, закрытый горизонтальный дренаж и скважины вертикального дренажа находились в ведении областных гидрогеолого-мелиоративных экспедиций (ОГМЭ). В обязанности ОГМЭ входило проведение мониторинга за мелиоративными параметрами и техническим состоянием КДС.

Анализ данных о мелиоративном состоянии земель и техническом состоянии КДС позволял принимать правильное решение по установлению оптимальных объемов ремонтно-восстановительных работ на КДС.

Кроме того, ОГМЭ непосредственно осуществлял и ремонтные работы, путем привлечения на договорных условиях водохозяйственные и строительные организации на очистку межхозяйственных коллекторов и ремонт закрытого горизонтального дренажа. Организацией содержания скважин вертикального дренажа занимались районные управления оросительных систем, которые также проводили откачку подземных вод по рекомендациям ОГМЭ.

Такая организация поддержания межхозяйственной КДС и совершенных типов дренажа доказала свою состоятельность и работоспособность.

В настоящее время структура ОГМЭ во всех республиках Центральной Азии значительно изменилась в сторону сокращения и даже ликвидации (Туркменистан) этих подразделений и главным образом, возлагаемых на них задач. Во всех республиках, за исключением Узбекистана и Южного Казахстана, уже не ведется мониторинг за расходом, стоком и минерализацией дренажных вод, а также за техническим состоянием КДС.

За последний год произошли структурные изменения в Минсельводхозе Узбекистана. Произошел переход от административно-территориального управления водным хозяйством к бассейновому и системному принципу управления. При бассейновых управлениях функционируют гидрогеолого-мелиоративные экспедиции (ГГМЭ), выполняющие работу идентичную ОГМЭ. Эксплуатацию скважин вертикального дренажа выполняют управления насосных станций и электросетей..

Существующая технология организации содержания межхозяйственной КДС и совершенных видов дренажа дееспособна и в изменении не нуждается. Необходимо пересмотреть распределение затрат, выделяемых на очистку открытого дренажа. Ранее выделялось финансирование на очистку трети протяженности коллекторов, не принимая во внимание то, в каких условиях работает открытый дренаж. По такому же принципу выделяются средства и в настоящее время. Анализ данных об объемах очистных работ показал, что удельный объем очистки в Каршинской области за счет слабоустойчивых грунтов в 1,7 раза превышает среднее значение в Республике Узбекистан, а в низовьях Амударьи в 1,4 раза.

В Республике Казахстан межхозяйственная КДС принадлежит также государству. При областных акимиятах созданы коммунальные хозяйства, которые занимаются эксплуатацией межхозяйственной КДС.

С реструктуризацией совхозов и колхозов в дехканские, фермерские и ширкатные хозяйства появилась необходимость в правильной организации эксплуатации внутрихозяйственной КДС.

Ранее внутрихозяйственная КДС принадлежала колхозам и совхозам. Общественное ведение сельхозпроизводства порождало безответственность и незаинтересованность землепользователей. Они не только не ухаживали за оросительной и дренажной сетью, но и ухудшали техническое состояние мелиоративной сети. Нередко производились сбросы поливной воды в смотровые колодцы закрытых дрен, повсеместно устраивались «дикие» перемычки на открытых коллекторах. С появлением настоящих хозяев земли, несущих ответственность за все что происходит на ней, эксплуатация внутрихозяйственной КДС должна значительно улучшиться. Для этого необходимо создать правовую базу за дренажные сооружения, определить долю государства и правильно построить технологию организации содержания КДС. Начать надо с построения взаимоотношений между землепользователем (дехканское, фермерское хозяйство) и ассоциацией водопользователей (АВП) и АВП с ГГМЭ., а также научить землепользователей как правильно относиться к дренажу.

**Взаимоотношения АВП с ГГМЭ**

ГГМЭ обязана проводить техническую политику поддержания внутрихозяйственной КДС в работоспособном состоянии. Для этого ГГМЭ должно содействовать АВП в:

- паспортизации сооружений на КДС, включая расположение, технические характеристики;
- установлении технического состояния КДС;
- определении объемов ремонтно-восстановительных работ и разработки плана их выполнения;
- оборудовании гидрометрическими постами для учета дренажного стока, постоянными реперами и пикетажными знаками;
- обучении правилам эксплуатации за КДС путем проведения семинаров, обеспечения памятками.

ГГМЭ обязана также обеспечить свободное течение дренажного стока с границы водопользователей.

**Взаимоотношения землепользователя с АВП**

На данном этапе ответственным за поддержание внутрихозяйственной сети является АВП. И это естественно. Пока фермер не встал на ноги, не обрел финансовой и правовой независимости, пока у него нет техники для самостоятельного ведения дел ему выгоднее быть членом АВП. Но как бы не складывались отношения на земле в дальнейшем основой всему должно быть то, что все, что находится на поле у землепользователя, должно принадлежать землепользователю, в том числе КДС.

Приняв сооружения КДС, землепользователь обязан проводить надзор и уход за ними. Это устройство и ликвидация временных перемычек на коллекторах, высевание на участках подверженных оплыванию трав и растительности, производство правильного сброса поливной воды. На закрытых дренах нельзя допускать повреждения смотровых колодцев, сброса в них поливной воды, устройства ок-арыков на наддренной полосе.

Служба АВП должна согласовывать работу между землепользователями и строго следить за соблюдением свободного истечения дренажного стока вышележащего участка.

Служба АВП должна добиваться того, чтобы самостоятельно содержать КДС.

В первую очередь необходимо самостоятельно проводить очистку открытой сети. Ремонт и восстановление совершенных видов дренажа будут выполнять специализированные водохозяйственные службы, но их объем и затраты напрямую зависят от своевременности и достаточности работ по уходу и надзору за сооружениями на КДС. Поэтому АВП должна не только контролировать выполнение указанных работ землепользователями, но и наказывать их за нарушение правил эксплуатации.

Такая технология организации ведения эксплуатации дренажных систем позволит добиться синхронной работы внутрихозяйственной и межхозяйственной сети, принципом которой должно стать условие – *свободное истечение дренажного стока из дрены во внутрихозяйственный коллектор, далее в межхозяйственную сеть.*

# VI. МОДЕЛИРОВАНИЕ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ДРЕНАЖНЫХ СИСТЕМ

В практике проектирования дренажа используются различные расчетные методы, опирающиеся на элементы гидравлики и теории фильтрации, где рассматриваются чаще всего одномерные, реже двухмерные задачи, позволяющие с определенной степенью приближения оценить необходимые параметры дренажных систем.

Для оценки функционирования дренажа на фоне различных гидрогеологических условий использовались физические модели, позволившие уточнить направления движения подземных вод в насыщенной и ненасыщенной среде.

В данном случае моделирование опирается на методы статистической физики и преследует цель оценить эффективность влияния существующего и перспективного состояния дренажных систем на мелиоративные характеристики орошаемых массивов.

В качестве объектов исследований принимаются Зоны планирования со следующей детализацией:

- инфраструктура коллекторно-дренажных систем;
- параметры их старения;
- динамика изменения работоспособности коллекторно-дренажных систем в зависимости от объемов очистных и ремонтно-восстановительных работ.

Для решения представленных задач на примере Бухарской области Узбекистана были подготовлены и апробированы типовые модели, чтобы показать влияние эксплуатационных работ на мелиоративное состояние земель. Ниже приводятся методика и результаты моделирования.

## 6.1. Методика моделирования

### 6.1.1. Основные положения

Оценка влияния вариантов эксплуатации и реконструкции дренажных систем на сельскохозяйственные характеристики орошаемых территорий выполняется методом имитационного моделирования на основе расчетного аппарата «**Зона планирования**», системы **ASBmm.** Формальное описание ***состояния*** “***Z(t)”*** **-** Зоны планирования основывается на представлении ее, в виде однородной, в статистическом смысле, поверхности с площадью орошения *“Ω(t)”*, имеющей бонитет “*b(t)”* и степень засоленности “$\xi^s$(t)”, на которой выращиваются сельскохозяйственные культуры в соответствии с “$\xi^c$(t)”. Орошение поверхности выполняется ирригационными системами с обобщенным коэффициентом полезного действия “*η(t)*”, а дренирование – комплексом коллекторно-дренажных систем с обобщенным дренажным модулем *“q(t)”*. Таким образом, ***состояние*** Зоны планирования ***“Z(t)”*** определяется структурой, состоящей из четырех скалярных функций и двух векторных функций распределения. Каждая функция распределения задается дискретно, с помощью векторов, отражающих, распределение значений соответствующего параметра, по площади орошения Зоны планирования. Компоненты этих функций подчиняются условиям нормировки. Под ***траекторией*** Зоны планирования, понимается изменение этой структуры ***“Z(t)”*** во времени. Размерность векторных функций $\xi^s$(t), $\xi^c$(t), определя-

ется базой данных, используемой при моделировании, в частности, если опираться на базу данных “WARMIS”, то вектор {s} имеет четыре компоненты, а вектор {r}, определяется количеством сельскохозяйственных культур конкретной Зоны планирования. Вычисление составляющих структуры “***Z(t)”*** выполняется согласно. В качестве рабочей гипотезы исследований принимается, что в бассейнах рек Сырдарьи и Амударьи, на первом этапе проекта, выделяются Зоны планирования, в привязке к конкретной реке, имеющие отрицательные мелиоративные тенденции или нестабильное функционирование коллекторно-дренажных систем. Выделенные Зоны планирования группируются в соответствие со структурой модели **«Река»**, **ASBmm.** Выполняется расширение модели **«Зона планирования» ASBmm** в части учета функционирования различных типов дренажных систем, сезонной динамики уровня и минерализации грунтовых вод с изменением водно-солевого баланса орошаемой территории. В соответствие с выбранными сценариями развития региона формируются различные гидрографы подачи водных ресурсов, в выделенные Зоны планирования. Опираясь на текущее состояние коллекторно-дренажных систем, по сценариям определенным проектом, выполняется имитационное моделирование перспективного развития каждой Зоны планирования, на фоне существующих показателей сельскохозяйственного производства и эксплуатационных характеристик ирригационных систем. В качестве исходных вариантов для оценки изменения мелиоративного состояния Зон планирования в перспективе, приняты следующие сценарии:

- сохранение существующих тенденций,
- управление эксплуатацией путем выделения определенного объема средств на ремонтно-эксплуатационные работы,
- реконструкция мелиоративных систем,
- строительство нового или дополнительного дренажа.

Откликом Зон планирования, на различные объемы подаваемых водных ресурсов и инженерно-технических мероприятий по реконструкции и развитию коллекторно-дренажных систем, являются:

- средневзвешенные экономические показатели (доход и затраты в разрезе сельскохозяйственных культур),
- мелиоративные показатели орошаемой территории (степень засоленности почвы и сезонные колебания грунтовых вод),
- объем и минерализация коллекторного стока, поступающего в реку или другую Зону планирования.

На этом уровне осуществляется выбор наиболее эффективных инженерно-технических мероприятий по реконструкции и развитию коллекторно-дренажных систем, а также оценивается их влияние на мелиоративное состояние орошаемых территорий и экологические характеристики речного стока.

### 6.1.2. Формальное описание исследуемой территории

Формальное описание исследуемой территории опирается на методы статистической физики, где вся поверхность рассматривается в виде очень большого набора относительно малых по площади участков, назовем их массивами, произвольно разбросанных по поверхности, но объединяемых по какому-либо условию, например, по условию равенства глубины залегания уровня грунтовых вод. Рассматривая эти условия в качестве обобщенных координат, можно сформировать по ним функции распределения, которые позволяют описать динамику всей исследуемой территории через статистические характеристики, составляющих ее отдельных, достаточно малых, массивов. Под малой площадью массива здесь подразумевается, что таких массивов на исследуемой территории очень много, но в тоже время его площадь достаточно велика, чтобы пренебречь кривизной поверхности грунтовых вод вокруг отдельно взятой дрены. В гидромелиоративной практике наиболее важными параметрами орошаемых территорий являются, степень засоления почвы и глубина залегания уровня грунтовых вод. По этим параметрам формируется отчетность о состоянии земель, предоставляемая в министерства и ведомства, являющейся опорной для наших исследований. Поэтому в качестве обобщенных коорди-

нат примем «степень засоленности почвы - **s**» и «уровень залегания грунтовых вод – **h**». Разобьем координатные оси **“s”** и **“h”** в соответствие с градацией, принятой в Центральной Азии: { **s** = **“**незасоленные”, “слабо засоленные”, “средне засоленные”, “сильно засоленные”, “солончаки” }; { **h** = 0 – 1м, 1- 1.5м, 1.5 – 2м, 2 -3м, 3 – 5м, >5м}. Сначала выполним группировку всех массивов по условиям принадлежности их уровня грунтовых вод соответствующему интервалу **“h”**, получим функцию распределения $\xi^h(h,t)$ поверхности орошения по уровню залегания грунтовых вод. Затем, выполнив аналогичную группировку по **“s”**, получим функцию распределения $\xi^s(s,t)$ поверхности орошения по степени засоленности почвы. Эти функции будут служить контрольными при настройке параметров модели, поскольку именно в таком виде представляется отчетность о мелиоративном состоянии земель на различных уровнях управления. В качестве примера приведем типичный вид функций распределения $\xi^h(h,t)$ и $\xi^s(s,t)$ площадей орошения по уровню залегания грунтовых вод и степени засоленности почвы для Бухарской области на два момента времени t = 1995, t = 2002гг., рис.6.1.1 и рис.6.1.2,

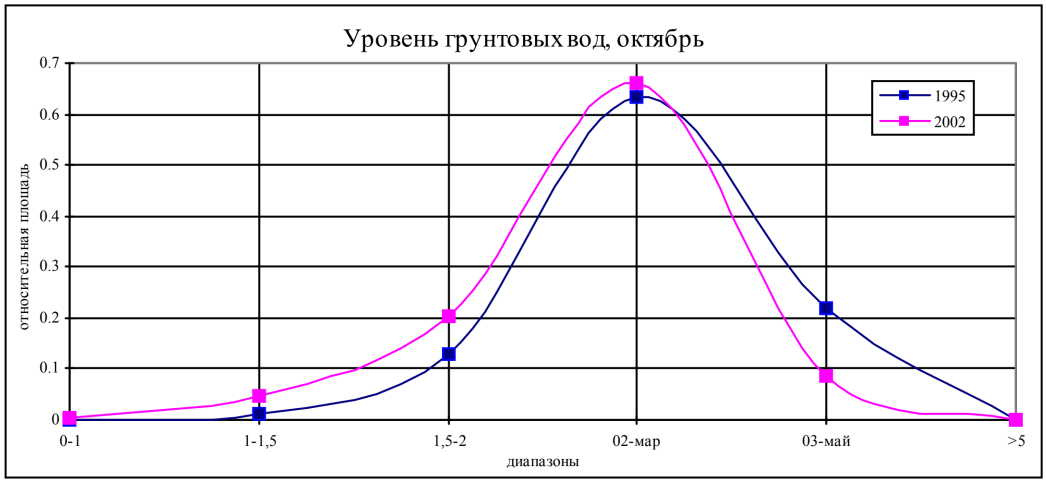



**Рис. 6.1.1. Функция распределения по уровню залегания грунтовых вод**

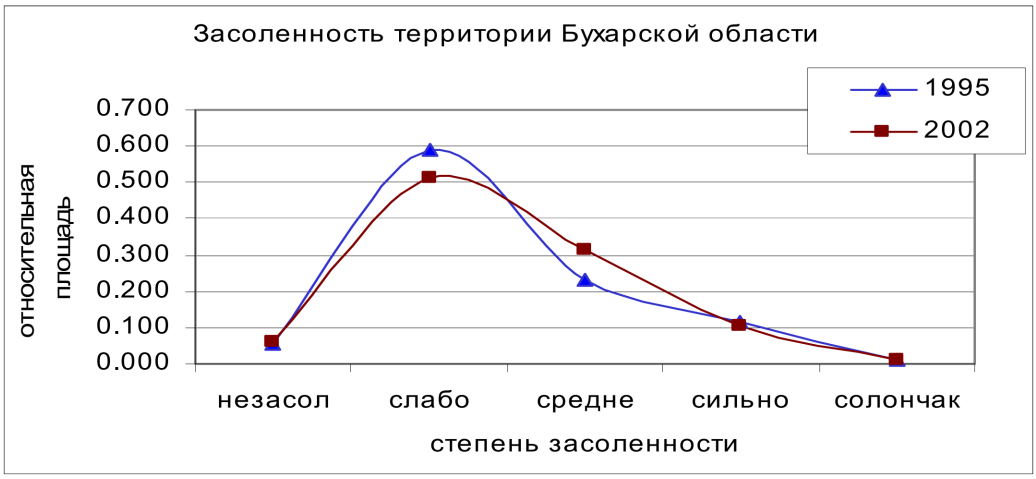



**Рис. 6.1.2 Функция распределения по степени засоленности почвы**

Даже беглый анализ этих кривых показывает, что за прошедшие семь лет увеличились площади с близким залеганием уровня грунтовых вод (область диаграммы 1.5 – 2 м) при уменьшении площадей с глубоким уровнем залегания грунтовых вод(область диаграммы 3 – 5 м). Учитывая низкий процент испарения в этот период времени (октябрь), можно заключить, что общая дренируемость территории Бухарской области снизилась. Относительно кривых на

рис.6.1.2, можно заключить, что территории со средним засолением увеличиваются за счет уменьшения площадей со слабым засолением.

Далее введем функцию плотности распределения $\varphi(s,h,t)$, которая подчиняется условиям нормировки т.е.

$$\int_0^\infty ds \int_0^\infty \varphi(s,h,t)dh = 1, \forall\ t; \qquad (6.1.2.1)$$

Функции $\xi^h(h,t)$ и $\xi^s(s,t)$, связаны с $\varphi(s,h,t)$ отношениями:

$$d\xi^h(h,t) = (\int_0^\infty \varphi(s,h,t)ds\ )dh; \qquad (6.1.2.2)$$

$$d\xi^s(s,t) = (\int_0^\infty \varphi(s,h,t)dh\ )ds; \qquad (6.1.2.3)$$

Одним из замечательных свойств функции распределения является то, что ее динамика в фазовом пространстве переменных (**s,h**) подчиняется уравнениям гидродинамики, а именно:

$$\frac{\partial \varphi}{\partial t} + \nabla(\varphi \bullet \boldsymbol{u}) = 0; \qquad (6.1.2.4)$$

где: $\nabla = \frac{\partial}{\partial s} + \frac{\partial}{\partial h}$ - оператор Гамильтона в пространстве координат (s,h), а скорость $\boldsymbol{u}$ - представляет собой вектор, компоненты которого по координатам s и h численно равны их производным по времени, т.е.

$$u^s = ds/dt\ ;\ u^h = dh/dt\ ; \qquad (6.1.2.5)$$

В свою очередь $u^h = dh/dt$ и $u^s = ds/dt$ – отражают динамику изменения уровня грунтовых вод и накопления солей в зоне аэрации, которые подчиняется уравнениям:

$$\frac{dh}{dt} = \frac{1}{m}\left[q^D + q^g + q^E - q^f - q^R \times (1-\eta^T)\right]; \qquad (6.1.2.6)$$

Здесь: $h$ – глубина залегания уровня грунтовых вод, $m$ –коэффициент свободной порозности грунта, $q^D$- дренажный отток из рассматриваемого массива, $q^g$ – отток в горизонты глубоких вод, ( при $q^g < 0$ – приток из горизонтов глубоких вод ), $q^E$ - поток испарения с уровня грунтовых вод. $q^f$ - фильтрационный приток из зоны аэрации, $q^R$ - водозабор на орошение и промывку грунта, $\eta^T$ – технический к.п.д. оросительных систем,

$$\frac{ds}{dt} = q^E \times s^g + q^R \times \eta^T \times \eta^U \times s^R - q^f \times s^S\ ; \qquad (6.1.2.7)$$

где: $s^g$ – минерализация грунтовых вод, $s^R$ - минерализация речной воды, $s^S$ - минерализация почвенного раствора, $\eta^U$ - организационный к.п.д., отражающий холостые сбросы поверхностного стока из каналов всех порядков, включая сбросы с полей орошения.

В уравнениях (6) и (7) все переменные рассматриваются приведенными к единице поверхности элементарного массива, при этом совершенно не важно, что именно выбрано в качестве единицы, это может быть один гектар или один квадратный метр и т.п., для определенности будем считать все величины в привязке к одному гектару. Уравнения (6.1.2.6) и (6.1.2.7) необходимо дополнить формулами для вычисления составляющих правых частей. Начнем с уравнения (2.6), в обратном порядке:

**КПД каналов** - $\eta^T$– является функцией времени, который можно рассматривать осредненным по территории. Принимается в соответствии с натурными данными.

**Минерализация речной воды** $s^R$ – является функцией времени и водности года.

Для данного анализа важно, что $\eta^T$ и $s^R$ не зависят ни от засоленности почвы, ни от глубины залегания грунтовых вод, в рамках одного сезона.

**Водозабор на орошение и промывку почвы** - $q^R$, состоит из суммы двух составляющих $q^{RC}$ - водозабор на орошение, $q^{RS}$ - водозабор промывку почвы, из которых первая составляющая зависит от известного распределения сельскохозяйственных культур $\xi^c$, а вторая - от искомого распределения степени засоленности почвы $\xi^s$, таким образом:

$$q^R = (\sum_{C\in\{C\}} q_c^N \times \xi^C + \sum_{s\in\{S\}} q_s^N \times \xi^s)/(\eta^T \times \eta^U) \qquad (6.1.2.8)$$

где: $q^N{}_c$ – норма водопотребления культуры “c” на рассматриваемой территории, $q^N{}_s$ – норма промывки почвы при засоленности “s”.

$$\xi^c = \Omega_c / \Omega;\ \forall c \in \{\boldsymbol{C}\} \qquad (6.1.2.9)$$

где: $\Omega_c$ – площадь, занятая культурой *“c”*.

**Фильтрационный поток** в грунтовые воды также не зависит от глубины их залегания, поскольку идет из зоны аэрации и определяется уравнением:

$q^f = q^P + q^R \times \eta^T \times \eta^U - q^C$ при $q^P + q^R \times \eta^T \times \eta^U - q^C > 0$

в противном случае 0. (6.1.2.10)

здесь: $q^P$ – инфильтрационное питание от атмосферных осадков, $q^C$ – поток воды из почвы, сформированный эвапотранспирацией растений, $q^C$ – вычисляется через эвапотранспирацию $E^C$, множества сельскохозяйственных культур $\{\boldsymbol{C}\}$.

$$q^C = \sum_{C\in\{C\}} E^C \times \xi^C; \qquad (6.1.2.11)$$

где $E^C$ – эвапотранспирация культуры *“c”*, на рассматриваемой территории.

**Поток испарения** с уровня грунтовых вод $q^E$ – является функцией капиллярных характеристик почвы и уровня залегания грунтовых вод, например:

$$q^E = E^0 \times (1 - h/h_k)^n \text{ или } q^E = E^0 \times \boldsymbol{exp}(-\alpha \frac{h}{h^K}) \qquad (6.1.2.12)$$

где: $E^0$ – испарение с поверхности открытой поверхности воды, $h_k$ – критическая глубина залегания грунтовых вод, $h_k \sim 1 \div 3$м.; n – показатель степени кривой, $n \sim 1 \div 3$. Первая из формул (6.1.2.12) принадлежит Аверьянову С.Ф.[5] , вторая, которая используется в данной работе, получена по материалам Гарднера [6], где $h^K$ – высота капиллярного поднятия в почве, $\alpha$ - параметр калибровки, или ряд различных функций, рассмотренных в [2], которые также не линейны и обратно пропорциональны глубине залегания грунтовых вод. Сравнительные результаты последних двух формул по данным Бухарской области приводятся на рис. 6.1.3.

**Отток из грунтовых вод в подземные воды** $q^g$ (либо приток, если $q^g < 0$), наиболее неопределенная функция, входящая в уравнение (6.1.2.6), ее характер зависит от структуры и фильтрационных свойств водоносных пластов (более точно их гидродинамики), информация, о которой, как правило, отсутствует. Поэтому ее нужно рассматривать в виде некоторой искомой (линейной или нелинейной) функции от глубины залегания грунтовых вод - $h$, с коэффициентами, определяемыми на этапе калибровки модели (используются периоды времени, кода остальные составляющие уравнения (6.1.2.6) известны).

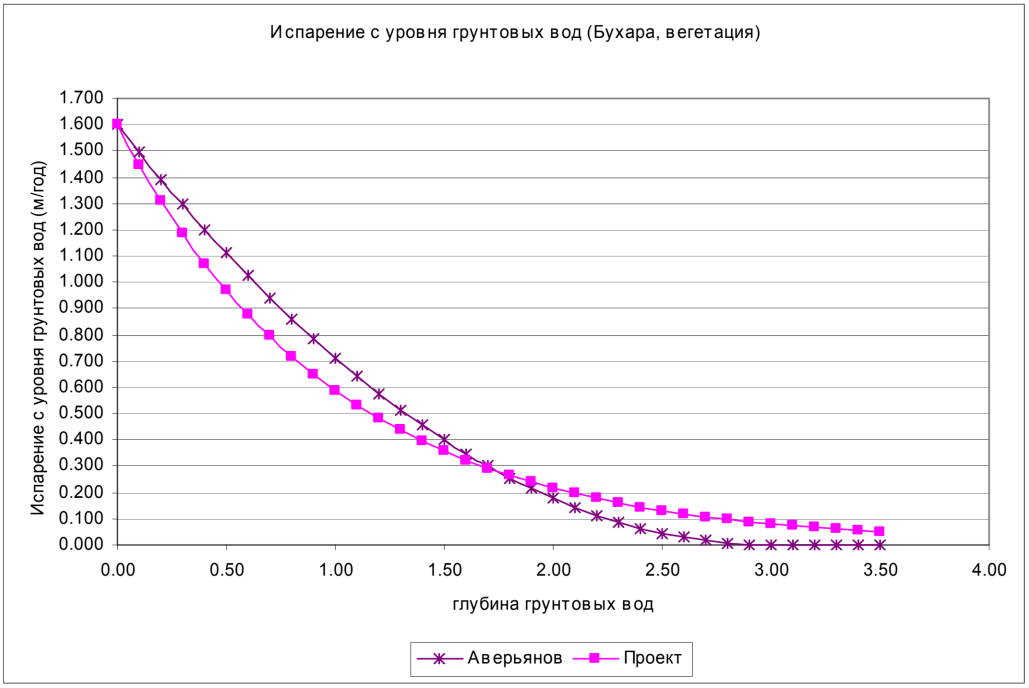



**Рис 6.1.3. Испарение с уровня грунтовых вод**

**Минерализация грунтовых вод** $s^g$ **–** принимается (при наличии информации) в привязке к глубине залегания грунтовых вод или степени засоленности почвы. Может быть как постоянной, так и переменной во времени.

**Поток на поверхность, формирующийся осадками** $q^P$- вычисляется по среднемноголетним климатическим характеристикам рассматриваемой территории (при необходимости может задаваться в виде временного ряда).

**Дренажный отток** $q^D(\rho,h)$ - функция состояния коллекторно-дренажных систем и глубины залегания уровня грунтовых вод, наиболее важная составляющая рассматриваемой модели, поскольку именно старение дренажных систем или сильное изменение внешних условий наиболее существенно сказывается на мелиоративном состоянии орошаемой территории. Эта функция подробно рассматривается в следующем разделе.

### 6.1.3. Функционирование комплекса дренажных систем

Конечная цель нашей задачи состоит в определении динамики $\xi^h(h,t)$ и $\xi^s(s,t)$, как функций водозабора и дренируемости исследуемой территории. Формальное описание дренируемости массива осуществляется через обобщенный дренажный модуль, который отражает суммарное влияние составляющих, связанных с различными типами коллекторно-дренажных систем. Для описания дренируемости территории используются четыре типа дренажных систем:

- Межхозяйственная коллекторно-дренажная сеть,
- Внутрихозяйственная коллекторно-дренажная сеть,
- Сеть закрытого горизонтального дренажа,
- Вертикальный дренаж.

Таким образом множество коллекторно-дренажных систем приводится к виду:

$$d \in \{D\} \equiv \{dm, do, dc, dv\},$$

где порядок соответствует выше перечисленному. Каждый тип дренажной системы может состоять из различных участков, расположенных в разных местах исследуемой территории, и иметь собственными характеристиками дренируемости, определяемые через глубину заложения дрен и расстояния между ними, кроме этого для определения доли участия дренажа различного типа в общем дренировании территории необходимы условия их наложения. Для дренажных участков одного типа вычисляются средневзвешенные параметры:

«глубина заложения дрен - $h_d$» ,

«расстояние между дренами – $B_d$»,

«площадь дренируемости $\Omega_d$».

Исходя из площади дренируемости $\Omega_d$ формируется вектор $\xi^c$ :

$$\xi^d = \Omega_d / \Omega ; \ \forall d \in \{D\}; \qquad (6.1.3.1)$$

Следующий этап заключается в определении условий взаимного наложения коллекторно-дренажных систем. Во первых заметим, что глубина заложения вертикального дренажа на порядок превышает глубины заложения дренажных систем первых трех типов. Поэтому дренажный модуль вертикального дренажа можно рассматривать как функцию его собственного состояния и наличия электроэнергии. Исходя из конструктивных особенностей, для первых трех типов дренажных систем можно выписать следующую цепочку неравенств:

$$\xi^{dm} \geq \xi^{do} \geq \xi^{dc}; \qquad (6.1.3.2)$$

которую следует трактовать как площадь, охватываемая межхозяйственными коллекторами, больше или равна площади, охваченной открытой внутрихозяйственной коллекторно-дренажной системой, которая, в свою очередь, больше или равна площади, охваченной закрытым горизонтальным дренажом. Для дренажных модулей этих систем, как правило, выполняются условия противоположные к (6.1.3.2.) т.е. $q^{dm} \leq q^{do} \leq q^{dc}$ . Условия пространственного наложения коллекторно-дренажных систем можно записать в виде:

$$q^*(\Omega) = q^{dco} \times \xi^{dc} + q^{dom} \times (\xi^{do} - \xi^{dc}) + q^{dm} \times (\xi^{dm} - \xi^{do}) + q^{dv} \times \xi^{dv} \qquad (6.1.3.3)$$

здесь: $q^{dco}$ – дренажный модуль при совместной работе закрытого горизонтального дренажа, внутрихозяйственной и межхозяйственной коллекторно-дренажных сетей, $q^{dom}$ - дренажный модуль при совместной работе внутрихозяйственной коллекторно-дренажной сети и межхозяйственных коллекторов, остальные обозначения указаны выше.

Следующий этап состоит в определении $q^{dco}$ , $q^{dom}$ и $q^{dm}$ – как функций состояния коллекторно-дренажной системы и уровня залегания грунтовых вод. Для описания состояния коллекторно-дренажных систем используется безразмерный параметр “$\rho_d$”, определяемый отношением глубины заложения дрен к расстоянию между ними:

$$\rho_d = \frac{h_d}{B_d} \qquad (6.1.3.4)$$

Этот параметр, который можно назвать как потенциал искусственной дренируемости массива “$\rho_d$”, будет изменяться при деградации и восстановлении коллекторно-дренажной системы. Для описания притока на единицу длины дрены, на первой стадии выполнения проекта, было принято выражение:

$$q_d = k \times \frac{h_d - h}{A \times B_d} = k \times \frac{h_d - h}{A \times h_d} \times \frac{h_d}{B_d} = k \times \frac{h_d - h}{A \times h_d} \times \frac{h_d \times l_d}{10000} = \frac{k}{A} \times (1 - \frac{h}{h_d}) \times \rho_d ; \qquad (6.1.3.5)$$

где: $h$ – глубина залегания грунтовых вод; $h_d$ – рабочая глубина дренажа; $l_d$ – удельная протяженность дренажной сети на один гектар, k – коэффициент фильтрации грунта, A - параметр, зависящий от глубины залегания водоупора на рассматриваемом массиве и отражающий

степень гидродинамического несовершенства водоносного пласта. Параметр “k/A ” – является характеристикой, исследуемого массива $\Omega$ и используется на этапе калибровки модели в качестве искомой величины, а на этапе прогноза в виде постоянной для выделенного массива. Уравнение (6.1.3.5) имеет смысл лишь при условии $h < h_d$ , при $h > h_d \Rightarrow q_d = 0$. Анализ результатов численного моделирования развития и деградации коллекторно-дренажных систем, выполненного для пяти областей проекта, позволил уточнить первоначальные положения в следующих направлениях:

первое – параметр “k/A ” следует привязывать к областям совместного дренирования, т.е. вместо одного параметра для территории использовать четыре,

второе – для описания притока на единицу длины дрены более адекватные результаты дает следующее уравнение:

$$q_d = (\frac{k}{A})_d \times \boldsymbol{exp}(-\frac{h}{h_0}) \times \rho_d; \qquad (6.1.3.6)$$

где: $h_0$ – глубина грунтовых вод, рекомендуемая для поддержания на данной территории.

Формулу (6.1.3.6) следует рассматривать, как экспериментальную, полученную по результатам численного моделирования. Используя (6.1.3.6) выражения для $q^{dco}$ , $q^{dom}$ и $q^{dm}$ получим в виде:

$$q^{dco} = (\frac{k}{A})_{dc} \times \boldsymbol{exp}(-\frac{h}{h_0}) \times (\rho_{dc}+\rho_{do}+\rho_{dm}) \qquad (6.1.3.7)$$

$$q^{dom} = (\frac{k}{A})_{do} \times \boldsymbol{exp}(-\frac{h}{h_0}) \times (\rho_{do}+\rho_{dm}) \qquad (6.1.3.8)$$

$$q^{dm} = (\frac{k}{A})_{dm} \times \boldsymbol{exp}(-\frac{h}{h_0}) \times \rho_{dm} \qquad (6.1.3.9)$$

Подставляя (6.1.3.7)- (6.1.3.9) в (6.1.3.3) и вынося экспоненту как общий множитель, с учетом того, что глубина залегания грунтовых вод подчиняется распределению $\xi^h(h,t)$, получим выражение для дренируемости территории:

$$q^D(\rho, h) = [(\frac{k}{A})_{dc} \times (\rho_{dc}+\rho_{do}) \times \xi^{dc} + (\frac{k}{A})_{do} \times (\rho_{do}+\rho_{dm}) \times (\xi^{do}-\xi^{dc})$$
$$+ (\frac{k}{A})_{dm} \times \rho_{dm} \times (\xi^{dm}-\xi^{do})] \times \sum_{h\in\{h\}} (\xi^h \times \boldsymbol{exp}(-\frac{h}{h_0})) + q^{dv} \times \xi^{dv} \qquad (6.1.3.10)$$

Выражение в квадратных скобках представляет собой техническое состояние коллекторно-дренажных систем территории с учетом их пространственного наложения, а сумма экспонент – складывающиеся водохозяйственные условия.

Теперь выражения (6.1.2.6) и (6.1.2.7) полностью определены, подставляя их (6.1.2.4) придем к системе нелинейных дифференциальных уравнений в частных производных относительно неизвестной функции $\varphi(s,h,t)$. Поставленная задача, представляет собой задачу Коши и при условии постоянства технического состояния коллекторно-дренажных систем, поддается численной реализации с последующей идентификацией ее параметров для конкретной территории, однако в условиях изменения параметров состояния самих дренажных систем, эта постановка задачи требуют объем информации на порядок превышающий существующий сегодня. Поэтому вновь вернемся к уравнению (6.1.2.4) и попробуем разделить его на два независимых, используя различие во времени релаксации процессов гидродинамики и накопления солей в почве. Для этого введем обозначения $\varphi^h(h,t)$ и $\varphi^s(s,t)$ для интегралов, входящих (6.1.2.2) и (6.1.2.3) т.е.

$$\varphi^h(h,t) = \int_0^\infty \varphi(s,h,t)ds \; ; \; \varphi^s(s,t) = \int_0^\infty \varphi(s,h,t)dh \; ; \qquad (6.1.3.11)$$

функции $\varphi^h(h,t)$ и $\varphi^s(s,t)$, при условии их независимости, как и $\varphi(s,h,t)$, подчиняются уравнениям:

$$\frac{\partial \varphi^h}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial h}(\varphi^h \times u^h) = 0 \; ; \; \frac{\partial \varphi^s}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial s}(\varphi^s \times u^s) = 0 \; ; \qquad (6.1.3.12)$$

Рассмотрим первое уравнение (6.1.3.12) на промежутке времени один год, заморозив значения функций $\varphi^s(s,t)$ и $\rho(t)$. На самом деле это допущение практически точно соответствует существующему положению дел. Объемы промывок и ремонтно-восстановительных работ, назначаются исходя из значений засоленности территории и объемов заиления, полученных по данным предыдущего года. Кроме этого заметим, что уровень грунтовых вод в течение года поднимается и опускается, следовательно, существует, по крайней мере, один момент времени (обычно их несколько), когда $u^h = dh/dt = 0$; Это состояние можно трактовать, как гидродинамическое равновесие территории, при котором $\varphi^h(h,t)$ , а следовательно $\xi^h$, постоянны. Из этого можно сделать два важных вывода:

Первое – используя условие $u^h = dh/dt = 0$, на базе (6.1.2.6), можно составить уравнения вводно-солевого баланса территории для идентификации параметров $(\frac{k}{A})_d$.

Второе $-\varphi^h(h,t)$ в многолетнем разрезе можно рассматривать исключительно как функцию водозабора и состояния коллекторно-дренажных систем, т.е. $\varphi^h(h,t)=\varphi^h(q^R,\rho)$. Из последнего следует, что в (6.1.3.12) остается только одно уравнение, которое необходимо дополнить уравнением деградации и восстановления коллекторно-дренажных систем, описываются в следующем разделе.

**Уравнения вводно-солевого баланса территории,** опираются на натурные данные об объеме и минерализации стока из магистральных коллекторов. Эти уравнения можно записать в виде:

$$\sum_{j\in\{Cl\}} Q_j = q^R \times \eta^T \times (1-\eta^U) + q^D \; ; \qquad (6.1.3.13)$$

$$\sum_{j\in\{Cl\}} Q_j \times s_j = q^R \times \eta^T \times (1-\eta^U) \times s^R + q^D \times s^D \; ; \qquad (6.1.3.14)$$

где: {Cl} – множество коллекторов, уходящих из рассматриваемой территории, $Q_j$ и $s_j$ – среднегодовые значения расхода и минерализация j-го коллектора, соответственно.

Подставляя в уравнения (6.1.3.13) выражение для $q^D$ из (6.1.3.10) для семи лет, определенных проектом (1970, 1975, 1980, 1985, 1990, 1995, 2000) на фоне известных значений $q^R, \rho$ и $\xi^h$ получим переопределенную систему уравнений относительно трех неизвестных $(\frac{k}{A})_d$, которые находятся из условия минимума квадратичного отклонения расходов. Из уравнения (6.1.3.14) определяются значения минерализации чистого дренажного стока $s^D$.

## 6.1.4. Старение дренажной системы

Функционирование коллекторно-дренажной сети формализуется через обобщенные показатели, отражающие осредненные значения ее физических и технологических параметров.

Зона планирования покрывается коллекторно-дренажной сетью с несколькими обобщенными показателями, соответствующими конкретным технологическим параметрам дренажных систем. В качестве обобщенного показателя функционирования коллекторно-дренажной сети, принята – мощность дренирования "$\rho$" = $h_d/B_d$ , $h_d$ – глубина заложения дренажа, $B_d$ – расстояние между дренами. В качестве обобщенного параметра внешнего влияния на характеристики дренажа - приведенные затраты, обеспечивающие выполнение ремонтно-очистных и ремонтно-восстановительных работ ($/га). Формальное описание динамики деградации (старения) коллекторно-дренажной сети основывается на известном статистическом законе о распределении отказов в системах, состоящих из большого количества однородных не связанных между собой элементов с произвольной внутренней структурой. Он предполагает, что в процессе функционирования N- не связанных элементов (N – достаточно большое число), количество вышедших из строя элементов прямо пропорционально их общему количеству и не зависит от времени. Следовательно, количество вышедших из строя элементов = $\lambda \times N$, где $\lambda$=constanta, определяемая экспериментальным путем. Интегрирование этого уравнения приводит к формуле:

$$\rho(t) = \rho(0) \times \boldsymbol{exp}(-\lambda \times t) \; ; \qquad (6.1.4.1)$$

где: $\rho(0)$ - проектное значение мощности дренирования, t – время в годах, а $\lambda$ = 0.05 ÷0.09 для дренажных систем закрытого горизонтального дренажа [2], [3], и $\lambda$ = 0.1 ÷0.5 для дренажных систем открытого горизонтального дренажа.

Процесс восстановления, в модели **ASB-mm,** описывался обобщенной функцией восстановления, осредненной по площади дренирования. Этот упрощенный подход, пригоден лишь для оценки существующего средневзвешенного состояния системы, и не позволяет учитывать влияние инженерно-технических мероприятий, выполняемых для конкретных дренажных систем, на динамику гидромелиоративной обстановки массива. Кроме этого, натурные исследования фактического старения дренажных систем указывают на непостоянство (рост) величины $\lambda$ во времени, что, в свою очередь, требует пересмотра основных постулатов, заложенных в основу вывода формулы (6.1.2.1). Деградация (старение) дренажной системы в многолетнем разрезе происходит через изменение составляющей $\rho(t)$. Для вычисления динамики старения $\rho(t)$, рассмотрим единичный элемент поверхности в три последовательных момента времени деградации территории, рис. 6.1.4.1. Численное значение дренажного модуля $\rho$ (t) на текущий момент времени "t" , а также предыдущий "t-1", и последующий "t+1", соответствует заштрихованной области, а черная область численно равна разности между его начальным и текущим значениями – $\{\rho(0)-\rho(t\text{-}1), \rho(0)-\rho(t), \rho(0)-\rho(t\text{+}1)\}$.

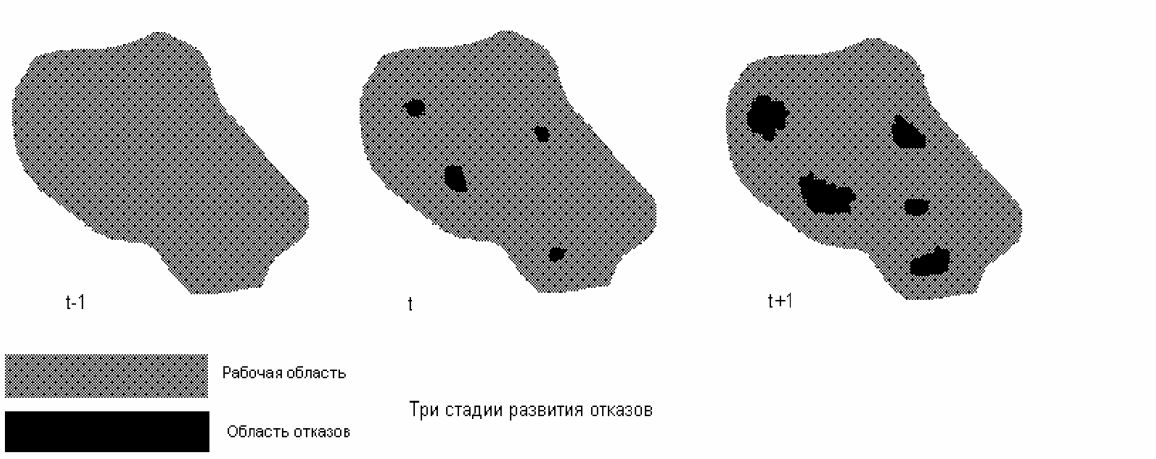



**Рис. 6.1.4.1. Последовательное развитие отказов в системе**

Исходным дифференциальным уравнением, для получения формулы (6.1.4.1), служило уравнение, совпадающее с уравнением, используемым для описания радиоактивного распада. Это уравнение хорошо отражает процесс деградации дренажной системы на начальной стадии. Сохраняя в качестве базового уравнение (6.1.4.1), для учета роста параметра λ во времени сформулируем гипотезу об индуцировании отказа отказом. Для этого рассмотрим зону контакта между нормально функционирующей частью и отказавшей. Процесс индуцировании может осуществляться только вдоль кривых по которым соприкасается функционирующая область, с контурами зон отказов. С точностью до числового множителя, это влияние будет пропорционально квадратному корню из произведения заштрихованных и черных областей рисунка 6.1.4.1, т.е. ~ $\sqrt{\rho(t)\times(\rho(0)-\rho(t))}$ . Подставляя это выражение в базовое и учитывая, различие в скоростях возникновения прямых и индуцированных отказов получим:

$$\frac{d\rho}{dt} = -\lambda_1\rho(t) - \lambda_2\sqrt{\rho(t)\times(\rho(0)-\rho(t))} \qquad (6.1.4.2)$$

здесь: $\lambda_1$ – скорость возникновения прямых отказов в элементах коллекторно-дренажной системы, $\lambda_2$ – скорость возникновения индуцированных отказов.

Вынося переменную $\rho(t)$ из под знака квадратного корня, перепишем уравнение (6.1.4.2) в следующем виде:

$$\frac{d\rho}{dt} = -\lambda^*\rho;\ \tilde{a}\ddot{a}\mathring{a}\lambda^* = \lambda_1 + \lambda_2\sqrt{\frac{\rho(0)-\rho(t)}{\rho(t)}} \quad ; \qquad (6.1.4.3)$$

Рассматривая величину $\lambda^*$, в качестве обобщенной скорости старения дренажной системы можно оценить влияние нарастания отказов на общую скорость их формирования. Из уравнение (6.1.4.3) явно видно почему происходил рост коэффициента $\lambda_1$ во времени при использовании модели (6.1.4.1). Следующим этапом моделирования является учет влияния ремонтно-очистных и ремонтно-восстановительных работ на функционирование дренажной системы. Ремонтно-очистные работы проводятся на элементах вышедших из строя, объем которых определяется разностью между начальным и текущим значениями $\rho(t)$. Для описания процесса ремонтно-очистных работ воспользуемся аналогичным уравнением, но уже относительно новой переменной - $\rho^R(t)$ .

$$\frac{d\rho^R}{dt} = \lambda^*\times\rho - \beta\times\rho^R; \qquad (6.1.4.4)$$

здесь: $\beta$ - относительная скорость ремонта элементов дренажной системы ($0 < \beta < 1$).

Рассматривая варианты восстановления элементов системы необходимо учесть два эффекта:

a) эффект неполного восстановления элементов системы, последнее проявляется в том, что величина $\rho(t) < \rho(0)$ не остается постоянной, а постепенно уменьшается на величину, для восстановления которой необходима полная реконструкция.

b) эффект запаздывания, обусловленный временем, требуемым для диагностики системы и временем обеспечения финансирования этих работ.

Модель, учитывающая эффект “a”, приводит к следующей цепочке уравнений:

$$\frac{d\rho}{dt} = -\lambda^*\times\rho + \beta^R\times\rho^R + \beta^N\times\rho^N \ ; \qquad (6.1.4.5)$$

$$\frac{d\rho^R}{dt} = \lambda^*\times\rho - [\beta^R + \lambda^R\times(1-\beta^R)]\times\rho^R; \qquad (6.1.4.6)$$

$$\frac{d\rho^N}{dt} = \lambda^R \times (1-\beta^R) \times \rho^R - \beta^N \times \rho^N; \qquad (6.1.4.7)$$

где: $\beta^R$ и $\beta^N$ - относительные скорости очистки и полной реконструкции элементов системы, соответственно, $\rho^R$ - общий объем работ (очистных и реконструируемых), $\rho^N$ - объем работ для полной реконструкции, $\lambda^R$- относительная скорость полной деградации элементов системы, на которых не выполнены ремонтно-очистные работы.

Чтобы не вводить интервалы запаздывания, в дифференциальные уравнения, для учета эффекта “b”, перейдем к дискретной постановке задачи, где примем, что объемы ремонтно-очистных работ выполняются по результатам диагностики прошлого года (допущение, отражающее реально существующую технологию ведения ремонтно-восстановительных работ), кроме этого временной интервал *dt* – возьмем равным одному году, тогда:

$$\rho(t) = \rho(t-1) - \lambda^* \times (\rho(t-1) + \beta^R(t) \times \rho^R(t-1)) + \beta^N(t) \times \rho^N(t-1); \qquad (6.1.4.8)$$

$$\rho^R(t) = \rho^R(t-1) + \lambda^* \times (\rho(t-1) + \beta^R(t) \times \rho^R(t-1)) - [\beta^R(t) + \lambda^R \times (1-\beta^R(t))] \times \rho^R(t-1); \qquad (6.1.4.9)$$

$$\rho^N(t) = \rho^N(t-1) + \lambda^R \times (1-\beta^R(t)) \times \rho^R(t-1) - \beta^N(t) \times \rho^N(t-1) \qquad (6.1.4.10)$$

Уравнения (6.1.4.8), (6.1.4.10) является основными уравнениями, описывающим процессы старения и восстановления коллекторно-дренажной системы, где параметры $\beta^R(t)$ и $\beta^N(t)$ - назначаются исходя из принятых условий финансирования и возможностей по выполнению ремонтно-очистных и ремонтно-восстановительных работ в конкретные промежутки времени *“t”*. Эти параметры можно использовать и в качестве переменных для оптимизации эксплуатационных и капитальных затрат. В завершение приведем формулы для расчета объемов работ по очистке и реконструкции коллекторно-дренажных систем:

Требуемый объем текущих ремонтно-очистных и восстановительных работ $\rho^R(t)$:

$L_d^{dem}(t)\,(km) = 10000 \times \Omega_d \times \rho^R_d(t)/h_d$ ; $\Omega_d$ – (th. ha); $h_d$ - *(m)* .

Выполненный объем ремонтно-очистных работ в текущем году $\beta^R(t) \times \rho^R(t-1)$:

$L_d^{fact}(t)\,(km) = 10000 \times \Omega_d \times \beta^R(t) \times \rho^R_d(t-1)/h_d$ ; $\Omega_d$ – (th. ha); $h_d$ - *(m)* .

Объем работ требующий полной реконструкции (капитальные вложения) $\rho^N(t)$:

$L_d^{dem,\,kap}(t)\,(km) = 10000 \times \Omega_d \times \rho^N_d(t)/h_d$ ; $\Omega_d$ – (th. ha); $h_d$ - *(m)* .

Выполненный объем капитальных работ в текущем году $\beta^R(t) \times \rho^R(t-1)$:

$L_d^{fact,\,kap}(t)\,(km) = 10000 \times \Omega_d \times \beta^N(t) \times \rho^N_d(t-1)/h_d$ ; $\Omega_d$ – (th. ha); $h_d$ - *(m)*.

Стоимость выполнения работ для каждого типа дренажа получается умножением соответствующей длины на удельную текущую стоимость единицы.

### 6.1.5 Исследуемые сценарии

При моделировании развития и реконструкции коллекторно-дренажных систем принимались следующие сценарии:

#### 6.1.5.1Сценарий-1 (сохранение существующих тенденций)

a) Объёмы ремонтно-очистных работ в открытых коллекторно-дренажных системах и системе закрытого горизонтального дренажа поддерживаются на уровне 2000 года;

b) Работа скважин вертикального дренажа поддерживается на уровне 2000 года.

### 6.1.5.2 Сценарий-2

a) Объёмы ремонтно-очистных работ в открытых коллекторно-дренажных системах выполняются полностью;

b) Объёмы ремонтно-очистных работ системе закрытого горизонтального дренажа поддерживаются на уровне 2000 года;

c) Работа скважин вертикального дренажа поддерживается на уровне 2000 года.

### 6.1.5.3 Сценарий-3

a) Объёмы ремонтно-очистительных работ в открытых коллекторно-дренажных системах и системе закрытого горизонтального дренажа выполняются в полном объёме (100% от необходимого).

b) Работа скважин вертикального дренажа поддерживается на уровне 2000 года.

### 6.1.5.4 Сценарий-4

a) Объёмы ремонтно-очистительных работ в открытых коллекторно-дренажных системах и системе закрытого горизонтального дренажа выполняются в полном объёме (100% от необходимого).

b) Работа скважин вертикального дренажа поддерживается на уровне лучших показателей за истекший период.

### 6.1.5.5 Сценарий-5

a) Объемы ремонтно-очистительных работ в открытых коллекторно-дренажных системах и системе закрытого горизонтального дренажа выполняются в полном объёме (100% от необходимого).

b) Работа скважин вертикального дренажа поддерживается на уровне лучших показателей за истекший период.

c) Выполняются необходимые работы по восстановлению систем закрытого горизонтального дренажа (капитальные вложения).

## 6.2 Бухарская область

### 6.2.1 Анализ Бухарской области по мелиоративным показателям орошаемых земель и состоянию коллекторно-дренажных систем как объекта моделирования

Общая орошаемая площадь Бухарской области (рис. 6.2.1.1) составляет 274,4 тыс. га. Вся орошаемая площадь области нуждается в искусственном дренаже. На сегодняшний день построен дренаж на площади 218,3 тыс. га, что составляет 80% от общей орошаемой площади. Общая протяженность построенных коллекторно-дренажных сетей по области составляет 7546 км, из которых 747 км - магистральные и отводящие тракты, 1939 км -межхозяйственные, 3859 км - внутрихозяйственные коллектора, в том числе 1001 км - закрытый горизонтальный дренаж, принимающий дренажные воды с площади 25,7 тыс.га (таблица 6.2.1.1).

Удельная протяженность коллекторно-дренажной сети по Бухарской области составляет 34,6 п.м/га при проектной 54 п.м/га. Коллекторно-дренажная сеть особенно развита в Алатском (48,6 п.м/га), Каракульском (44,6 п.м/га), Каганском (34,8 п.м/га), Жондорском (33,0 п.м/га) районах. Наряду с горизонтальным дренажом эксплуатируется 556 скважин вертикаль-

ного дренажа, обслуживающих 46,6 тыс.га, расположенных в основном в Каганском, Бухарском, Вабкентском, Шафирканском, Ромитанском, Пешкунском, Гиждуванском районах.

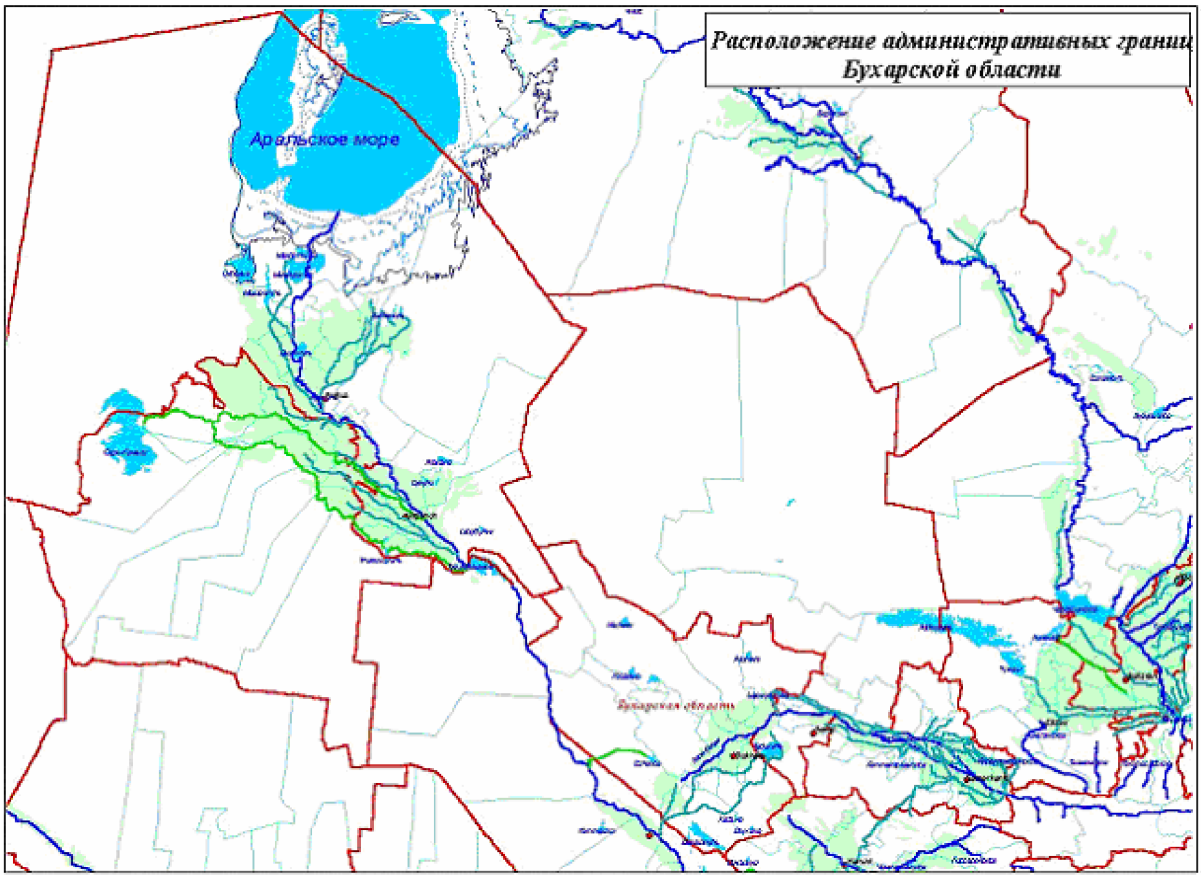



**Рис. 6.2.1.1 Карта административных границ Бухарской области**

.

**Таблица 6.2.1.1 Технический уровень гидромелиоративных систем Бухарской области**

| №№ п/п | Показатели технического уровня оросительно-дренажныгх систем | | Годы | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 1970 | 1975 | 1980 | 1985 | 1990 | 1995 | 2000 |
| 1 | Орошаемая площадь, тыс. га | | 237 | 252,4 | 254 | 265,2 | 269,4 | 274,3 | 274,4 |
| 2 | Дренируемая площадь | | 136,6 | 181,5 | 210,1 | 216,6 | 217,3 | 218,3 | 218,6 |
| 3 | Площадь охваченная дренажом, тыс. га | | 136,6 | 181,5 | 194,2 | 220,1 | 228,9 | 226,9 | 218,3 |
| 4 | Протяженность дренажа, км: | общая | 3164 | 4011 | 4777 | 5233 | 7205 | 7495 | 7546 |
| | | межхозяйственного | 1579 | 1894,1 | 2018,8 | 2164 | 3030,9 | 2681,8 | 2822,1 |
| | | открытого внутрихозяйственного дренажа, км | 1585 | 2117,2 | 2721,7 | 2913,6 | 4585,4 | 3636,5 | 3654,8 |
| | | закрытого горизонтального | - | - | 36 | 155 | 1001 | 1001 | 1001 |
| 5 | Удельная протяженность дренажа, м/га | на орошаемую площадь | 13,4 | 15,9 | 18,8 | 19,7 | 26,7 | 27,3 | 27,5 |
| | | на дренируемую площадь | 23,2 | 22,1 | 24,6 | 23,8 | 31,5 | 33,0 | 34,6 |
| 6 | Количество скважин вертикального дренажа, шт. | | 61 | 188 | 350 | 350 | 703 | 623 | 556 |
| 7 | Объем откачек, млн.м$^3$ | | 13 | 83 | 131 | 143 | 176 | 67 | 50 |
| 8 | Общий водозабор, млн. м$^3$ | | 4339 | 3244 | 3926 | 4548 | 5181 | 4219 | 4039 |
| 9 | Минерализация оросительной воды, г/л | | 0,66 | 0,73 | 0,70 | 1,05 | 1,06 | 0,91 | 1,16 |
| 10 | Приток солей, тыс. т | | 2863,7 | 2368,1 | 2748,2 | 4775,4 | 5491,9 | 3839,3 | 4685,2 |
| 11 | Удельная водоподача, тыс. м$^3$/га | | 18,3 | 12,9 | 15,5 | 17,2 | 19,2 | 15,4 | 14,7 |
| 12 | Общий дренажный сток, млн.м$^3$ | | 1171 | 624 | 1723 | 1411 | 1888 | 1931 | 1990 |
| | в том числе чистый дренажный сток, млн. м$^3$ | | 937 | 530 | 1292 | 1060 | 1395 | 1323 | 1293 |
| 13 | Минерализация дренажного стока, г/л | | 3,28 | 6,55 | 3,96 | 4,27 | 4,8 | 3,31 | 3,72 |

| №№ п/п | Показатели технического уровня оросительно-дренажньгх систем | Годы | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1970 | 1975 | 1980 | 1985 | 1990 | 1995 | 2000 |
| 14 | Общий вынос солей, тыс. т | 3840,9 | 4087,2 | 6823,1 | 6025,0 | 9062,4 | 6391,6 | 7402,8 |
| 15 | Доля дренажного стока от водозабора, % | 27,0 | 19,2 | 43,9 | 31,0 | 36,4 | 45,8 | 49,3 |
| 16 | КПД оросительных систем, в долях единицы | 0,54 | 0,55 | 0,55 | 0,56 | 0,58 | 0,55 | 0,5 |

Строительство новой коллекторно-дренажной сети по области требуется на площади 55,7 тыс. га (рис. 6.2.1.2, 6.2.1.3). Кроме того, на дренированных площадях необходимо развивать коллекторно-дренажную сеть, где существующая удельная протяженность на орошаемых землях ниже проектной.

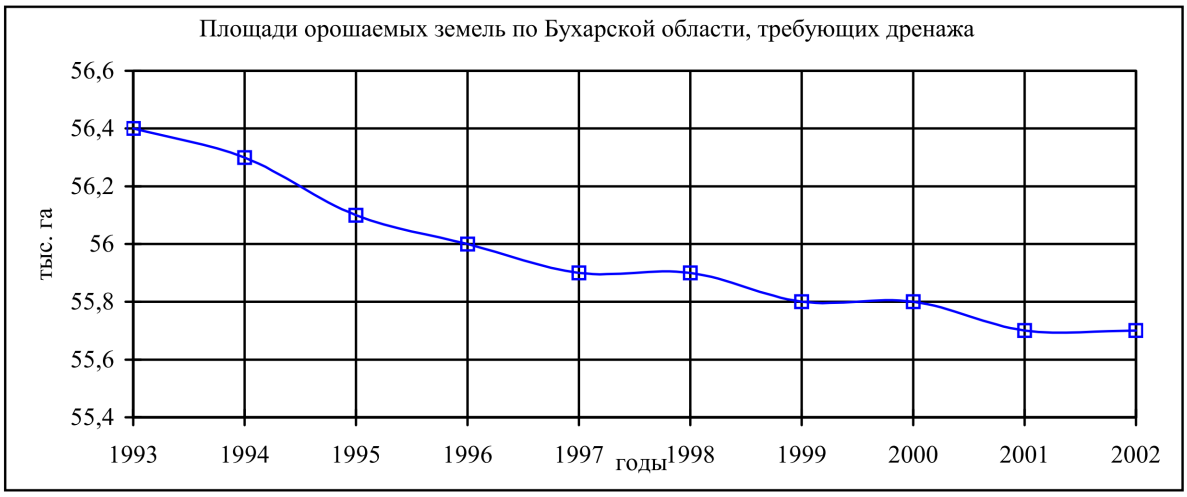



**Рис. 6.2.1.2**




**Рис. 6.2.1.3**

Первоначальными проектами дренажных мероприятий на определенных площадях Бухарской области, характеризующихся неоднородным строением почвогрунтов (покровные слабопроницаемые мелкоземы мощностью 5-20 м, подстилаемые песчаными отложениями мощностью более 10 м), был предусмотрен комбинированный дренаж. Относительная дешевизна и простота строительства этого типа дренажа, представляющего собой сочетание горизонтального дренажа и скважин-усилителей, делает его особенно перспективным в настоящее время.

Для поддержания нормального водно-солевого баланса на орошаемых площадях области необходимо построить около 8,0 тыс. км дренажной сети. Это означает, что на сегодняшний день орошаемая площадь области обеспечена дренажом лишь наполовину. Рост протяженности коллекторно-дренажной сети по области за последние 10 лет составляет 341 км.

Все системы горизонтального дренажа построены давно, в подавляющем большинстве без инженерных проектов, и их технические параметры рассчитаны в основном на режим орошения хлопчатника. В сегодняшних условиях, когда наряду с хлопчатником в области на больших площадях возделываются зерновые-колосовые культуры и вегетационный период продолжается практически круглогодично, существующие технические параметры дренажных

систем не отвечают современным требованиям. Усугубляется положение и недостаточной протяженностью коллекторно-дренажных систем, которые, как было сказано выше, при проектной удельной протяженности 54 п.м./га, фактически составляет всего 34,6 п.м./га. Более того, из имеющихся 1001 км закрытого горизонтального дренажа в области, 428,5 км находится в неудовлетворительном состоянии, из них 155 км практически не подлежат восстановлению.

Динамика развития горизонтального дренажа и его техническое состояние дается с 1970 г. с интервалом в 5 лет (таблица 6.2.1.2).

**Таблица 6.2.1.2 Параметры горизонтального дренажа**

| Год | Орошаемая площадь. тыс. га | Дренируемая площадь. тыс.га | Протяженность дренажа. км | | | | Удельная протяженность дренажа. м/га |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Общая | Межхозяйственные коллектора (МХК) | Внутрихозяйственные открытые дрены (ВХД) | Закрытый горизонтальный дренаж (ЗГД) | |
| 1970 | 237,0 | 136,6 | 3164,0 | 1579,0 | 1585,0 | - | 23,2 |
| 1975 | 252,4 | 181,5 | 4011,3 | 1894,1 | 2117,2 | - | 22,1 |
| 1980 | 254,0 | 210,1 | 4776,2 | 2018,8 | 2721,7 | 35,7 | 24,6 |
| 1985 | 265,2 | 216,6 | 5376,3 | 2164,0 | 3057,7 | 154,6 | 23,8 |
| 1990 | 269,4 | 217,3 | 7165,0 | 2541,3 | 3662,7 | 1001,0 | 31,5 |
| 1995 | 274,3 | 218,3 | 7495,2 | 2686,5 | 3807,7 | 1001,0 | 33,0 |
| 2000 | 274,4 | 218,6 | 7546,1 | 2686,5 | 3858,6 | 1001,0 | 34,6 |

Межхозяйственная сеть представлена открытыми коллекторами глубиной более 5 м. шириной по дну более 3 м и заложением откосов более 2. Внутрихозяйственная сеть состоит из открытых дрен глубиной до 5 м и закрытого горизонтального дренажа (ЗГД), строительство которого началось в 1980 году. Первоначально дрены строились методом «полки». Дренажная линия выполнялась из керамических труб и песчано-фильтровой обсыпки. Таким способом построено 305 км дренажа. Впоследствии дрены укладывались дреноукладчиком. Использовались полиэтиленовые трубы. обернутые нетканым материалом. Глубина заложения дрен составляла 3 м, а уклон – 0,003.

На рис. 6.2.1.4 показано изменение протяженности горизонтального дренажа во времени. За 30 последних лет протяженность выросла в **2.3 раза**. На рис. 6.2.1.4 дана динамика удельной протяженности. которая выросла почти вдвое. Данные на рис. 6.2.1.4 и 6.2.1.5 скорректированы с учетом того, что до 1993 г. в состав Бухарской области входила Навоийская.

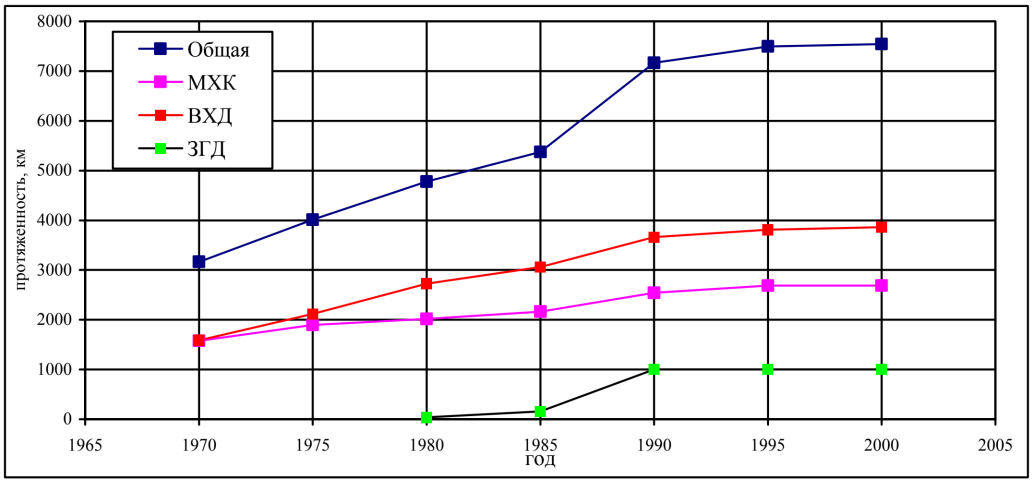



**Рис. 6.2.1.4 Протяженность горизонтального дренажа Бухарской области**

В таблице 6.2.1.3 приведены данные по содержанию открытого дренажа.

**Таблица 6.2.1.3 Техническое состояние открытого дренажа**

| Год | Межхозяйственные коллектора, км | | | Внутрихозяйственные коллектора, км | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Всего | Требует очистки | Очище-но | Всего | Требует очистки | Очищено |
| 1970 | 1579,0 | 495,0 | 343,7 | 1585,0 | 431,4 | 289,1 |
| 1975 | 1894,1 | 663,9 | 558,8 | 2117,2 | 503,6 | 303,9 |
| 1980 | 2018,8 | 561,5 | 538,4 | 2721,7 | 719,7 | 383,1 |
| 1985 | 2164,0 | 547,7 | 411,6 | 2913,6 | 1021,5 | 411,6 |
| 1990 | 3030,9 | 827,4 | 753,0 | 4585,4 | 1716,9 | 1174,0 |
| 1995 | 2681,8 | 752,8 | 710,0 | 3636,5 | 1414,0 | 1116,1 |
| 2000 | 2822,1 | 831,2 | 688,0 | 3654,8 | 1361,2 | 1066,3 |

По данным таблицы 6.2.1.3 построены кривые состояния межхозяйственной и внутрихозяйственной дренажной сети (рис. 6.2.1.5, 6.2.1.6).

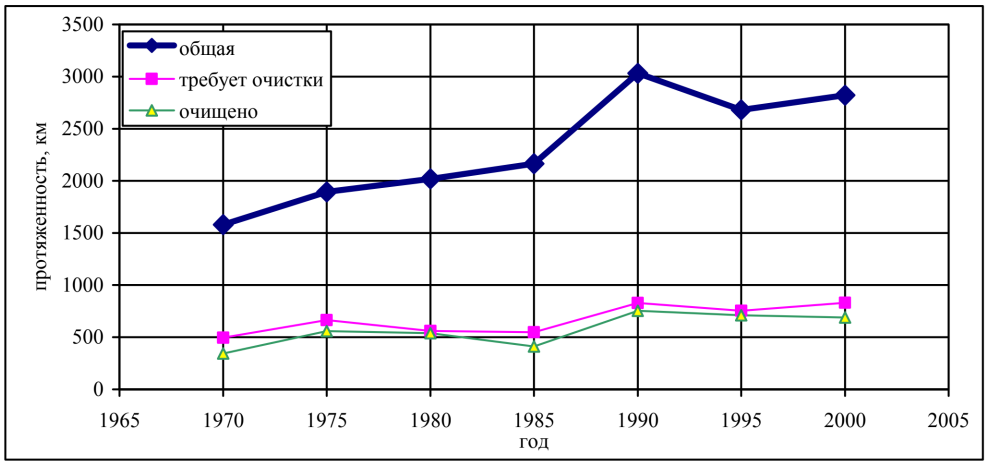



**Рис. 6.2.1.5 Состояние межхозяйственных коллекторов**

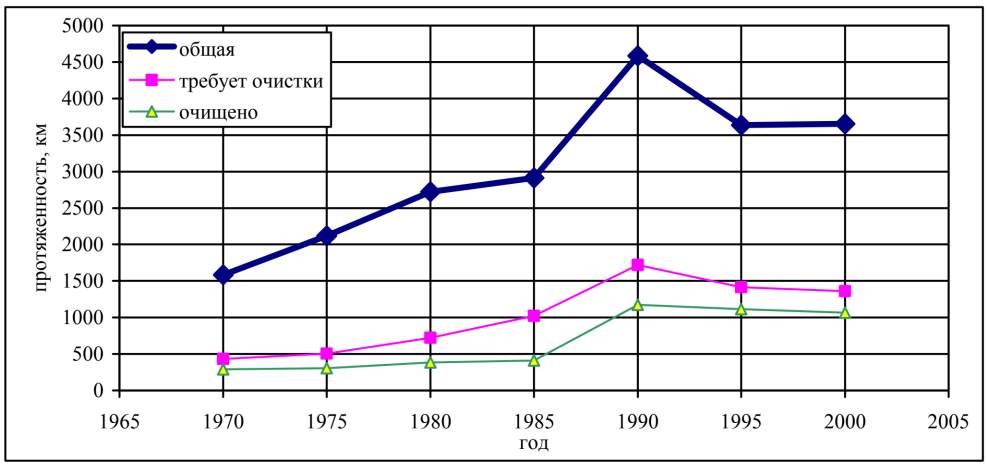



**Рис. 6.2.1.6 Состояние внутрихозяйственного открытого дренажа**

Для того, чтобы лучше разобраться в изменении технического состояния открытого дренажа по данным таблицы 6.2.1.4 установлены необходимые объемы восстановительных работ, оценена достаточность выполнения восстановительных работ и определен коэффициент готовности системы к работе (таблица 6.2.1.7).

Из таблицы 6.2.1.4 видно, что для поддержания дренажа в работоспособном состоянии необходимо ежегодно очищать около **трети** его протяженности. По межхозяйственной сети объемы очистки выполнялись в среднем на 85 % от необходимых. Это позволяло поддерживать коэффициент готовности 0,95. Анализ данных по объемам очистки внутрихозяйственной сети показывает, что в 1985 году он был выполнен всего на **40,3 %**. Это привело к тому, что в последующие годы увеличился необходимый объем очистки и снизился коэффициент готовности до 0,78. Достаточность объемов очистных работ в последующие годы привела внутрихозяйственную сеть в исправное состояние.

**Таблица 6.2.1.4 - Эффективность восстановления открытого дренажа**

| Год | Межхозяйственные коллектора | | Внутрихозяйственные коллектора | |
|---|---|---|---|---|
| | Необходимый объем очистки, % | Фактически очищено в % к необходимому, % | Необходимый объ-ем очистки, % | Фактически очищено в % к необходимому, % |
| 1970 | 31,3 | 69,4 | 27,2 | 67,0 |
| 1975 | 35,1 | 84,2 | 23,8 | 60,3 |
| 1980 | 27,8 | 95,9 | 26,4 | 53,2 |
| 1985 | 25,3 | 75,2 | 35,0 | 40,3 |
| 1990 | 27,3 | 91,0 | 37,4 | 68,3 |
| 1995 | 28,1 | 94,3 | 38,9 | 78,9 |
| 2000 | 29,5 | 82,8 | 37,2 | 78,3 |

Таким образом, анализ данных технического состояния открытого дренажа показывает, что открытый дренаж в Бухарской области поддерживается **в удовлетворительном состоянии**.

Определенный интерес представляют данные об объемах очистки, выраженные в кубометрах вынутого из коллекторов грунта. Они приведены для межхозяйственной и внутрихозяйственной сети в таблице 6.2.1.5.

**Таблица 6.2.1.5 Объемы очистки открытого дренажа**

| Год | Межхозяйственные коллектора | | Внутрихозяйственные коллектора и дрены | |
|---|---|---|---|---|
| | Объем очистки, тыс, $м^3$ | Удельные объемы очистки межхозяйственной сети $м^3/м$ | Объем очистки, тыс, $м^3$ | Удельные объемы очистки внутрихозяйственной сети, $м^3/м$ |
| 1970 | 7664 | 13,4 | 1293 | 7,5 |
| 1975 | 7240 | 12,9 | 2396 | 7,9 |
| 1980 | 8320 | 11,3 | 3418 | 8,9 |
| 1985 | 4576 | 11,1 | 2480 | 6 |
| 1990 | 8140 | 9,5 | 13294 | 7,9 |
| 1995 | 9505 | 11,3 | 5531 | 4,9 |
| 2000 | 5115 | 7,4 | 6362 | 5 |

Анализ таблицы 6.2.1.5 показывает, что среднее значение удельных объемов очистки межхозяйственных коллекторов составляет 11 м$^3$/га. Сопоставление фактических объемов очистки с допустимым удельным объемом заиления, который равен 5,0 м$^3$/м. показывает, что реальные объемы очистки **вдвое** превышают рекомендуемые. Это происходит вследствие несовершенства технологии, когда очистка производится экскаватором по поперечной схеме, а не по продольной. При этом объемы увеличиваются за счет подрезки грунта с откосов коллекторов. Такая же картина наблюдается и по внутрихозяйственной сети, где фактические удельные объемы очистки, составляющие в среднем 6,9 м$^3$/м, почти **втрое** превышают допустимые значения.

В таблице 6.2.1.6 даны сведения о затратах на поддержание открытого дренажа в работоспособном состоянии.

**Таблица 6.2.1.6 Затраты на содержание открытого дренажа**

| Год | Затраты на очистку межхозяйственной сети | Затраты на очистку внутрихозяйственной сети | Стоимость 1 м$^3$ очистки |
|---|---|---|---|
| 1970 | 1457 тыс.руб | 246 тыс.руб | 0,19 $ |
| 1975 | 1040 тыс.руб | 344 тыс.руб | 0,14 $ |
| 1980 | 1300 тыс.руб | 534 тыс.руб | 0,15 $ |
| 1985 | 700 тыс.руб | 379 тыс.руб | 0,15 $ |
| 1990 | 1971 тыс.руб | 3307 тыс.руб | 0,24 $ |
| 1995 | 8261 тыс.сум | 4807 тыс.сум | 0,08 $ |
| 2000 | 229253 тыс.сум | 285170 тыс.сум | 0,13 $ |

До 1990 года стоимость очистки приведена в рублях, а далее в сумах. Из таблицы 6.2.1.6 видно, что стоимость очистки до 1990 года сильно не изменялась, составляя в среднем 0,16 руб. за 1 м$^3$ грунта.

Эти данные позволяют подсчитать затраты по содержанию открытого дренажа: до 1990 года 16,5 $/га, в 1995 году –5,7 $/га, в 2000 году – 9,0 $/га.

Анализ данных по ЗГД (таблица 6.2.1.7) показывает, что интенсивное строительство велось с 1985 по 1990 год, а затем прекратилось.

**Таблица 6.2.1.7 Содержание ЗГД Бухарской области**

| Год | Протяженность ЗГД, км | | Восстановлено, км | Количество работающих дренопромывщиков, шт | Коэффициент готовности |
|---|---|---|---|---|---|
| | Общая | В неудовлетворительном состоянии | | | |
| 1970 | - | - | - | - | - |
| 1975 | - | - | - | - | - |
| 1980 | 35,7 | - | - | - | - |
| 1985 | 144,1 | 20,1 | - | - | 0,86 |
| 1990 | 1035,5 | 150,0 | 62,0 | 3 | 0,91 |
| 1995 | 1023,9 | 238,0 | 44,1 | 2 | 0,81 |
| 2000 | 1023,9 | 428,5 | 20,2 | 1 | 0,60 |

Данные о состоянии ЗГД показывают, что ежегодно около 7 % дрен выходило из строя. Восстановление дрен началось 1995 году тремя дренопромывочными агрегатами ПДТ- 125. В настоящее время в рабочем состоянии находится лишь один из них. В среднем за год дренопромывшик восстанавливал 21 км ЗГД.

На основании данных о техническом состоянии ЗГД и объемах восстановления (таблица 6.2.1.7) построены кривые состояния ЗГД по времени (рис. 6.2.1.7). Из рисунка видно, что объемов восстановления явно недостаточно чтобы поддерживать ЗГД в работоспособном состоянии. В 2000 г. протяженность неработающего дренажа составила 428,5 км или 42 % от общей протяженности закрытых дрен. Для поддержания технического состояния на прежнем уровне необходимо, чтобы все три дренопромывочных агрегата работали. Рекомендуем доукомплектовать область еще двумя агрегатами, тогда через 10 лет пять агрегатов полностью восстановят ЗГД.

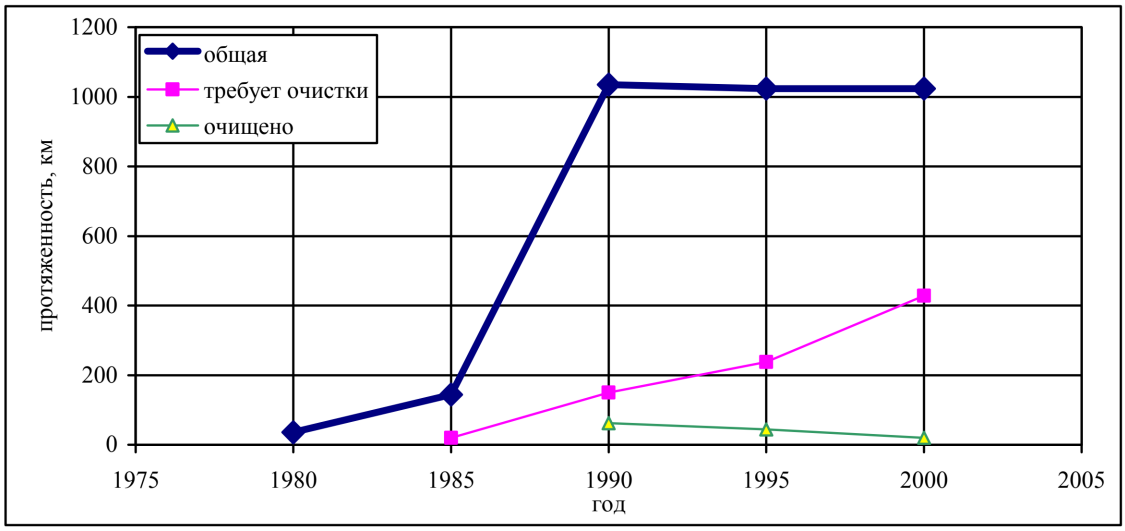



**Рис. 6.2.1.7 Состояние закрытого горизонтального дренажа**

Отвод дренажных вод за пределы орошаемой зоны осуществляется системой магистральных отводящих трактов, протяженностью 747 км. Эти магистральные тракты, построенные в основном в 60-70-х годах, не обеспечивают нормальный отвод стоков с межхозяйственных и внутрихозяйственных звеньев. Все это создает препятствие нормальной работе целых систем коллекторов, становится причиной подтопления вводов в водоприемниках, наполнения коллекторов выше проектного и деформирования русла.

Существенная проблема в работе дренажных систем возникает из-за переполнения водоприемников – искусственных озер, расположенных вокруг орошаемой зоны. Таких озер на сегодняшний день шесть. Емкости озер "Денгизкуль, "Соленое", "Деухана", "Хадича", "Кара-Кыр" заполнены и, вследствие этого, приток из магистральных коллекторов в эти водоемы крайне затруднен, что диктует необходимость срочного понижения горизонтов воды в этих водоемах, путем переключения их на другие водоприемники. После ввода в эксплуатацию ГВСТ и его Денгизкульской ветки, эта проблема для озер "Соленое" и "Денгизкуль" решена: уровень воды на "Соленом" срабатывается через Парсанкульский сброс в р. Амударью; часть его вводов принимает ГВСТ, а уровень "Денгизкуля" стабилизировался и стал постепенно снижаться в результате прекращения поступления воды в это озеро.

Наиболее острой и проблематичной складывается ситуация по озерам "Кара-Кыр", "Хадича", "Деухана". К Северному коллектору, который впадает в "Кара-Кыр", подвешено 57,8 тыс.га орошаемых земель Ромитанского, Пешкунского, Вабкентскаго, Шафирканского и Гиждуванского районов. Создание нормального режима работы системы и, как следствие, мелиоративное благополучие подвешенных земель, зависит от переключения стока Северного коллектора на понижение "Медами". Часть низины "Деухана" переполнена и на сегодняшний день практически не принимает воды Кашкадарьинского сброса, что становится причиной систематического затопления 12 тыс. га площади земель Караулбазарского массива сбросными и паводковыми водами Кашкадарьи. Озеро "Хадича", принимающее воду коллектора ГД, повышением горизонтов воды и расширением акватории создает угрозу разрушения дамб Амубухар-

ского машинного канала - главной водной артерии Бухарской и Навоийской областей.

Все эти проблемы привели к тому, что мелиоративная обстановка орошаемых земель крайне неблагополучна. Из всей орошаемой площади 94,1 % засолены, то есть из 274,2 тыс. га земель слабозасоленные 140,8 тыс. га, среднезасоленные 85,6 тыс. га, сильнозасоленные 31,6 тыс. га (рис. 6.2.1.9). Особенно много средне- и сильнозасоленных земель на площадях, неохваченных дренажом (рис. 6.2.1.9).

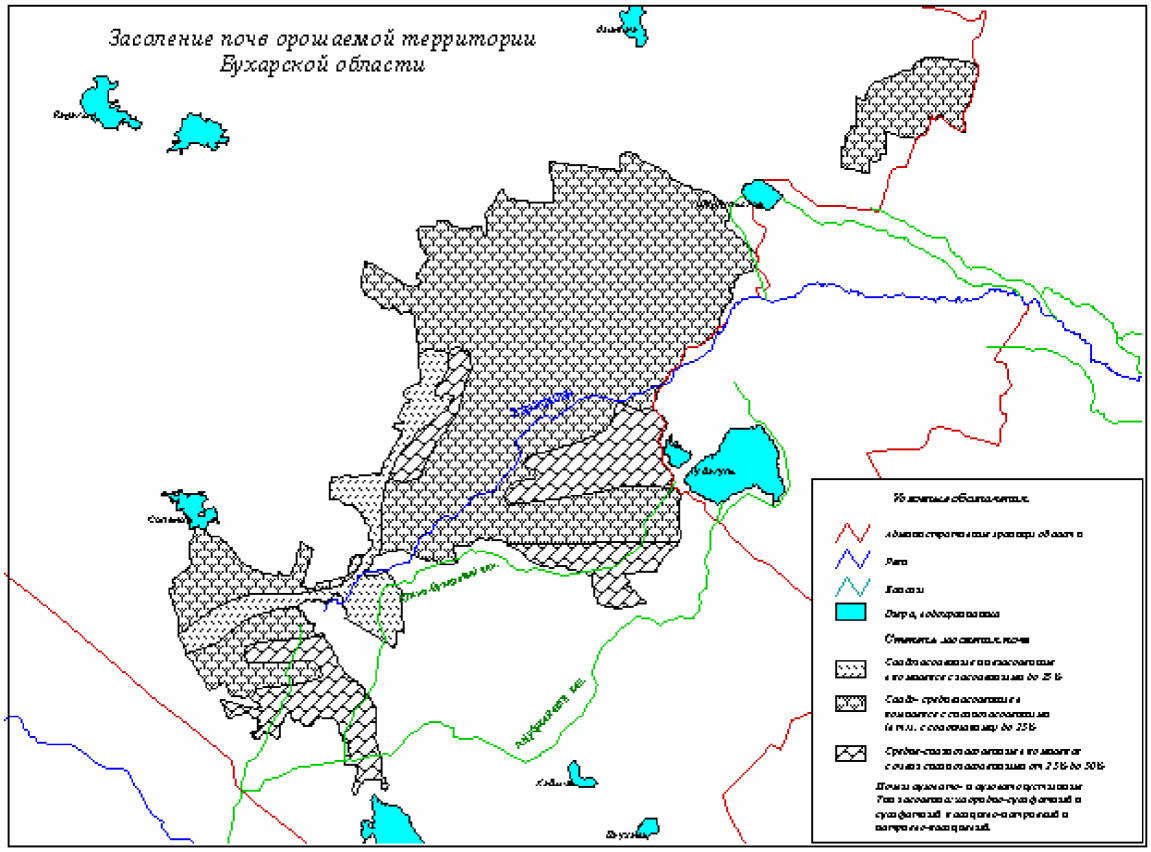



**Рис. 6.2.1.8. Карта засоленности почв Бухарской области**




**Рис. 6.2.1.9**

Как известно, в результате засоления почв резко снижается потенциал бонитета орошаемых земель, снижается урожайность до 30-35 %. По данным мелиоративного кадастра, в крайне неблагополучном мелиоративном состоянии находится 46,4 тыс.га, из которых на 23,1 тыс.га наблюдается близкое залегание грунтовых вод; на 16,9 тыс.га близкое залегание грунтовых вод сочетается с сильной засоленностью почвы.

Большая часть неблагополучных земель расположена в Каракульском, Алатском, Каганском и Жондорском районах.

Для оценки состояния орошаемых земель по районам были построены диаграммы распределения орошаемых земель по засолению по всем районам Бухарской области (рис. 6.2.1.10-6.2.1.13).

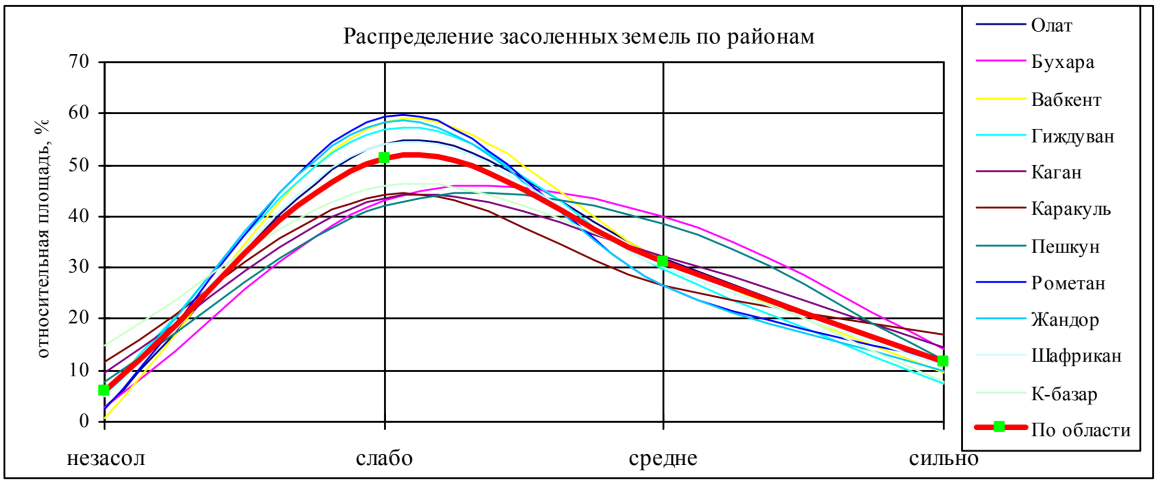



**Рис. 6.2.1.10**

Как видно по диаграмме (рис. 6.2.1.10), районы по засолению явно разделяются на три группы.

К первой группе можно отнести районы, чьи графики лежат выше областного (с маркерами) (рис. 6.2.1.11).

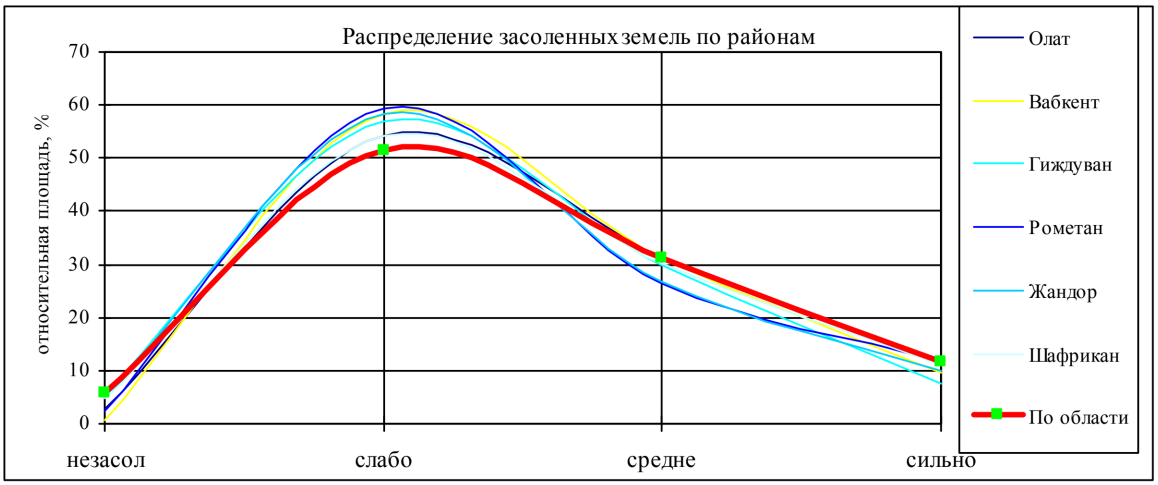



**Рис. 6.2.1.11**

Ко второй относятся районы, лежащие ниже областного (по слабозасоленным) (рис. 6.2.1.12).

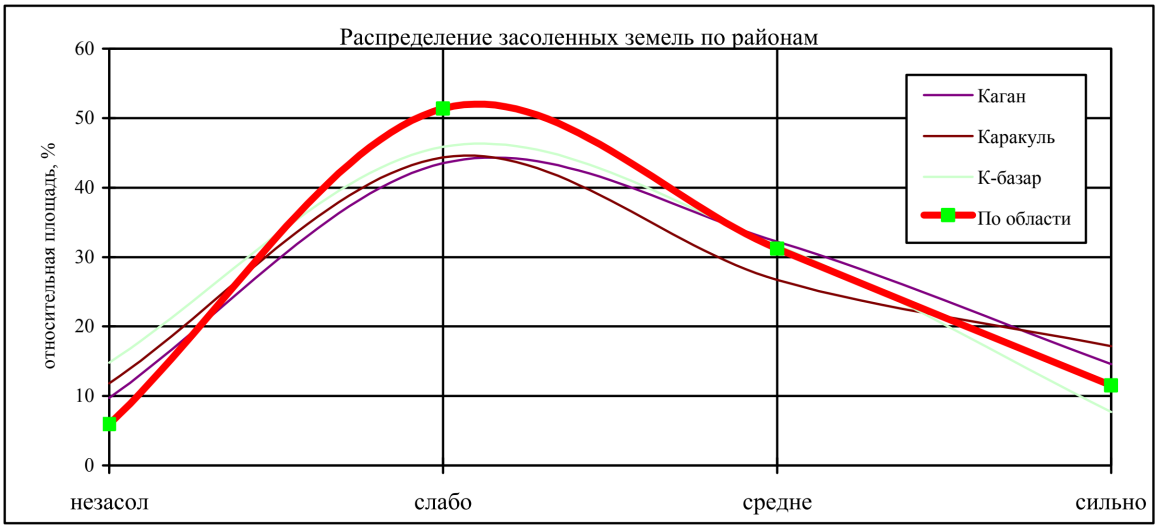



**Рис. 6.2.1.12**

К третьей группе можно отнести районы с повышенным содержанием среднезасоленных (рис. 6.2.1.13).

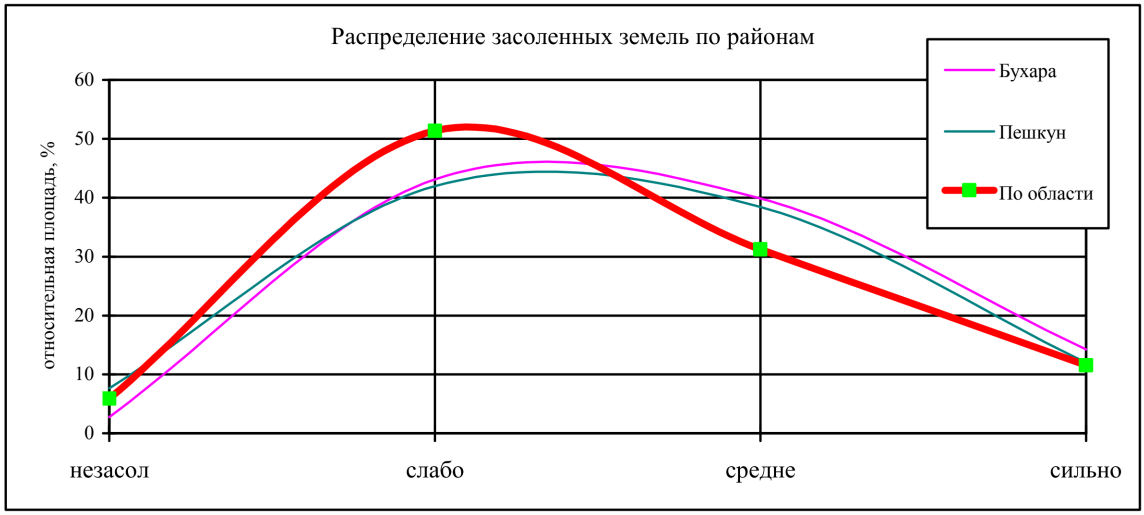



**Рис. 6.2.1.13**

Таким образом, к 1-й группе относятся: Алатский, Вабкентский, Гиждуванский, Ромитанский, Жандорский, Шафирканский; ко 2-й - К-базарский, Каганский и Каракульский; к 3-й группе - Бухарский и Пешкунский. Несмотря на небольшое наличие в 1-й группе незасоленных (до 5 %), присутствие среднезасоленных (25-30 %) и сильнозасоленных (7-10 %), очевидно, что эти районы находятся в наиболее благоприятном положении. Районы 2-й группы можно охарактеризовать наличием незасоленных (5-15 %), среднезасоленных (25-30 %) и сильнозасоленных (5-15 %); вместе с тем они имеют слабозасоленных свыше 40 %. Последняя группа характерна минимальными площадями незасоленных (5-7 %) и сильнозасоленных (10 %), в то же время она имеет высокое содержание среднезасоленных (до 40 %).

Можно сделать вывод, что в наиболее тяжелом состоянии в плане засоления находятся районы 3-й группы, то есть Бухарский и Пешкунский районы, суммарная орошаемая площадь которых составляет 52649 га.

Влияние засоления орошаемых земель на урожай сельхозкультур в области весьма значителен. Ежегодно теряется значительная часть урожая из-за высокой концентрации солей в

почвах. В 2003 г. году по области был засеян хлопок: на 70926 га слабозасоленных, 42556 га среднезасоленных и на 15475 га сильнозасоленных земель. По ориентировочному подсчету на этих площадях потеря урожая хлопка–сырца составит 119543 т, то есть приблизительно на сумму 16,1 млн. долларов США. По этой же причине потеря зерновых оценивается суммой в 2,7 млн. долларов США.

В осенне-зимний период 2001-2003 гг. на 195,5 тыс. га были проведены промывные поливы (таблица 6.2.1.8). На это мероприятие было подано 692,7 млн. м$^3$ воды, то есть средняя промывная норма составила 3,6 тыс. м$^3$ на 1 га орошаемой площади. Изменение площадей засоленных земель в результате промывок отражено на рис. 6.2.1.14.

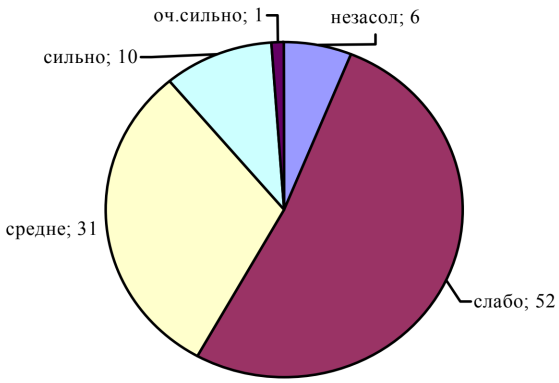
**Таблица 6.2.1.8 Промывка засолённых земель по Бухарской области (2001-2002 гг.), тыс. га**

| Наименование районов | Кол-во воды на границе р-нов за невегетационный период млн. м$^3$ | Орошаемая площадь | План промывки | | | Фактическая промывка | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Всего | В том числе | | Всего | В том числе | |
| | | | | промыто | влагозарядковый полив | | промыто | влагозарядковый полив |
| 1. Бухарский | 75,60 | 30,0 | 21 | 19,8 | 1,2 | 21 | 19,8 | 1,2 |
| 2. Вабкентский | 59,20 | 21,5 | 16 | 14,8 | 1,2 | 16,5 | 15,3 | 1,2 |
| 3. Жондорский | 85,34 | 32,9 | 25,1 | 20,6 | 4,5 | 25,4 | 20,9 | 4,5 |
| 4. Каганский | 50,54 | 18,9 | 13,3 | 12,3 | 1 | 13,3 | 12,3 | 1 |
| 5. Алатский | 46,86 | 21,3 | 14,2 | 12,5 | 1,7 | 14,6 | 12,9 | 1,7 |
| 6. Пешкунский | 63,60 | 22,6 | 15,9 | 14 | 1,9 | 15,9 | 14 | 1,9 |
| 7. Ромитанский | 70,92 | 27,5 | 19,7 | 17,6 | 2,1 | 19,7 | 17,6 | 2,1 |
| 8. Шафирканский | 68,95 | 28,3 | 19,7 | 17,7 | 2 | 19,7 | 17,7 | 2 |
| 9. Каракульский | 64,98 | 25,1 | 17,1 | 15,4 | 1,7 | 17,1 | 15,4 | 1,7 |
| 10. К-Базарский | 28,84 | 19,3 | 10,3 | 6,9 | 3,4 | 10,3 | 6,9 | 3,4 |
| 11. Гиждуванский | 71,04 | 26,8 | 19,2 | 17,2 | 2 | 19,8 | 17,8 | 2 |
| г.Бухара | 6,82 | | 2,2 | 2 | 0 | 2,2 | 1,9 | 0,3 |
| По области: | 692,69 | | 193,7 | 170,7 | 23,0 | 195,5 | 172,5 | 23,0 |

Затраты на подготовку и проведение промывных поливов составляют 31,6 $ на 1 га орошаемой земли. При себестоимости 1 м$^3$ воды 0,055 $ общие затраты составляют примерно 50 долларов США.

В целях поддержания КДС в рабочем состоянии проводится ежегодная механизированная очистка КДС.

**До промывки (2002 г., осень)**




**После промывки (2003 г., весна)**

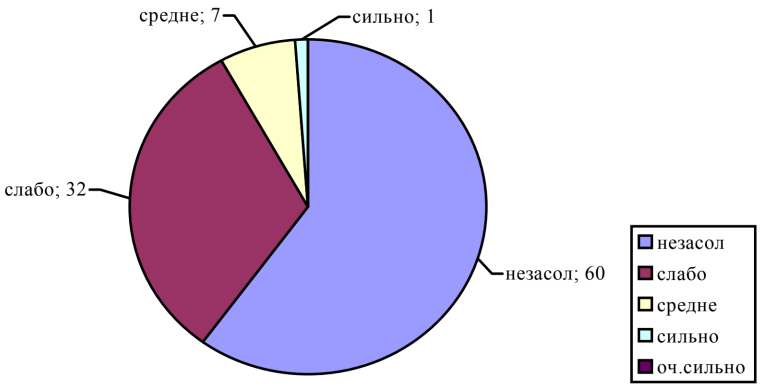
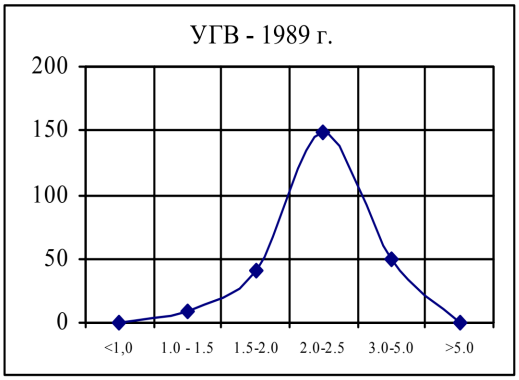


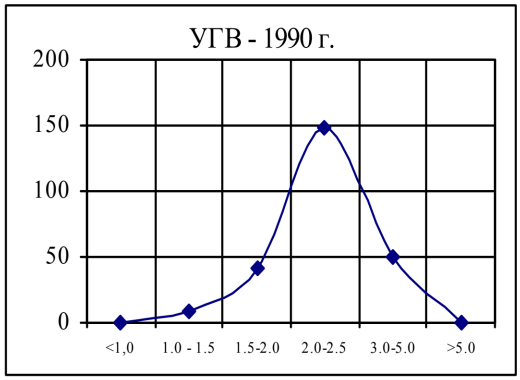

**Рис. 6.2.1.14**

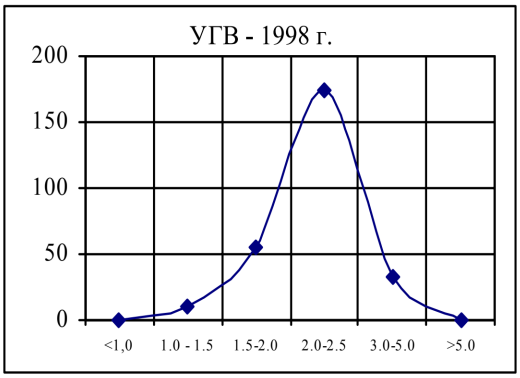
Основные мелиоративные показатели Бухарской области приведены в таблицах 6.2.1.9-6.2.1.11 и на рис. 6.2.1.15 – 6.2.1.18.

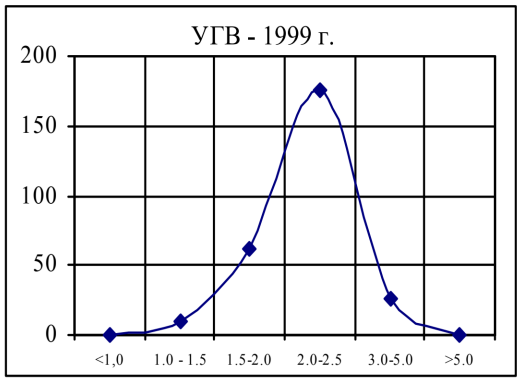
**Таблица 6.2.1.9 Распределение орошаемых земель по уровням грунтовых вод, м (тыс.га)**

| Год | Орошаемая площадь, тыс.га | Уровень грунтовых вод | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | <1,0 | 1,0 – 1,5 | 1,5-2,0 | 2,0-2,5 | 3,0-5,0 | >5,0 | Средний |
| 1989 | 248,40 | 0,02 | 8,62 | 41,40 | 148,45 | 49,60 | 0,31 | 2,48 |
| 1990 | 249,59 | 0,16 | 6,93 | 41,91 | 146,36 | 54,10 | 0,14 | 2,52 |
| 1998 | 273,73 | 0,66 | 10,73 | 55,95 | 173,90 | 32,49 | 0,01 | 2,31 |
| 1999 | 273,62 | 0,19 | 10,09 | 61,58 | 174,86 | 26,74 | 0,15 | 2,27 |
| 2000 | 273,66 | 0,38 | 10,09 | 52,08 | 164,89 | 43,58 | 0,99 | 2,41 |



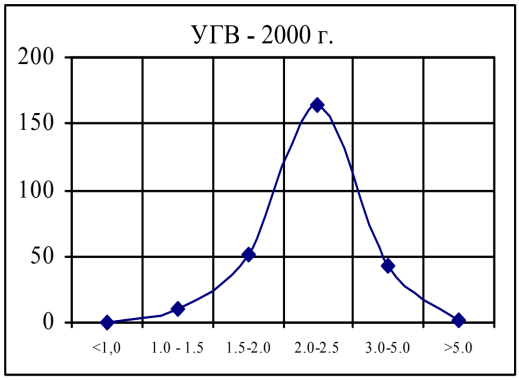




**Рис. 6.2.1.15. Диаграммы распределения УГВ по площади орошения**

**Таблица 6.2.1.10 Распределение орошаемых земель по минерализации грунтовых вод, г/л (тыс. га)**

| Год | Орошаемая площадь (тыс.га) | Минерализация грунтовых вод, г/л | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | <1 | 1-3 | 3-5 | 5-10 | >10 | Средняя |
| 1989 | 248,40 | 0,13 | 132,63 | 115,64 | 0,00 | 0,00 | 2,93 |
| 1990 | 250,26 | 0,22 | 144,35 | 78,44 | 23,09 | 4,16 | 3,39 |
| 1998 | 273,58 | 1,93 | 162,88 | 88,84 | 18,76 | 1,17 | 3,08 |
| 1999 | 273,62 | 1,16 | 161,00 | 87,56 | 22,16 | 1,74 | 3,18 |
| 2000 | 273,67 | 0,50 | 173,51 | 81,83 | 16,49 | 1,34 | 3,00 |

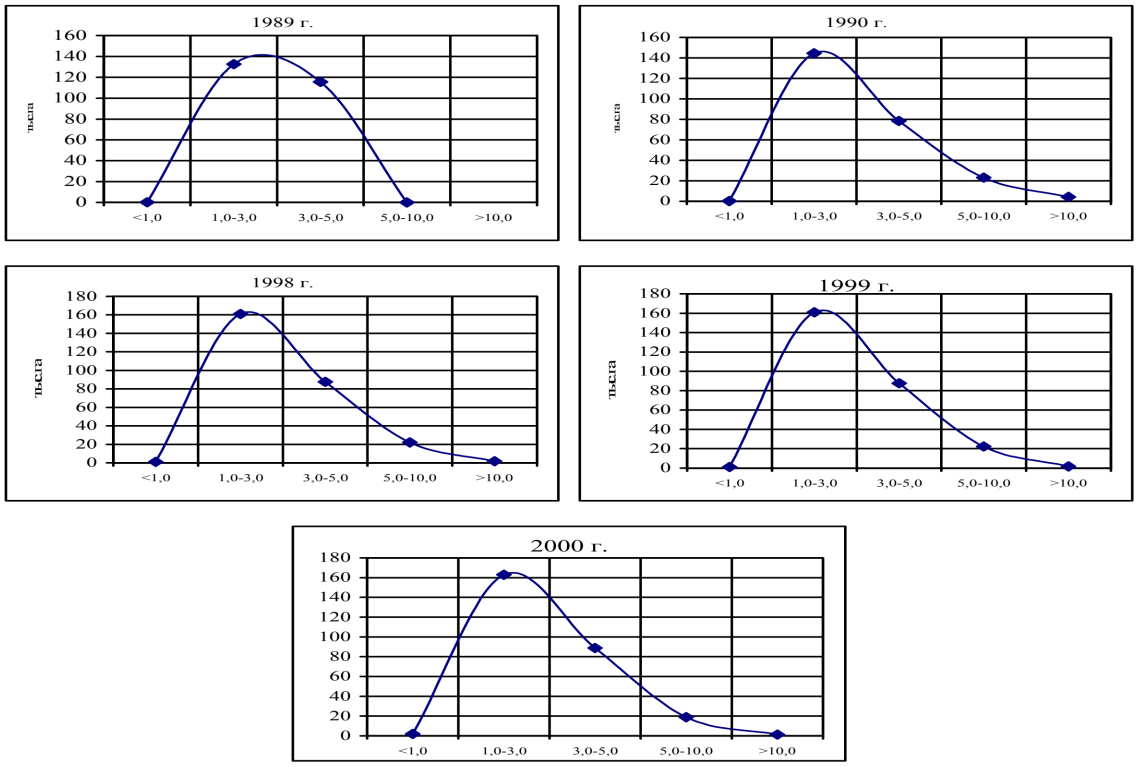



**Рис. 6.2.1.16. Диаграммы распределения площадей орошения по минерализации грунтовых вод**

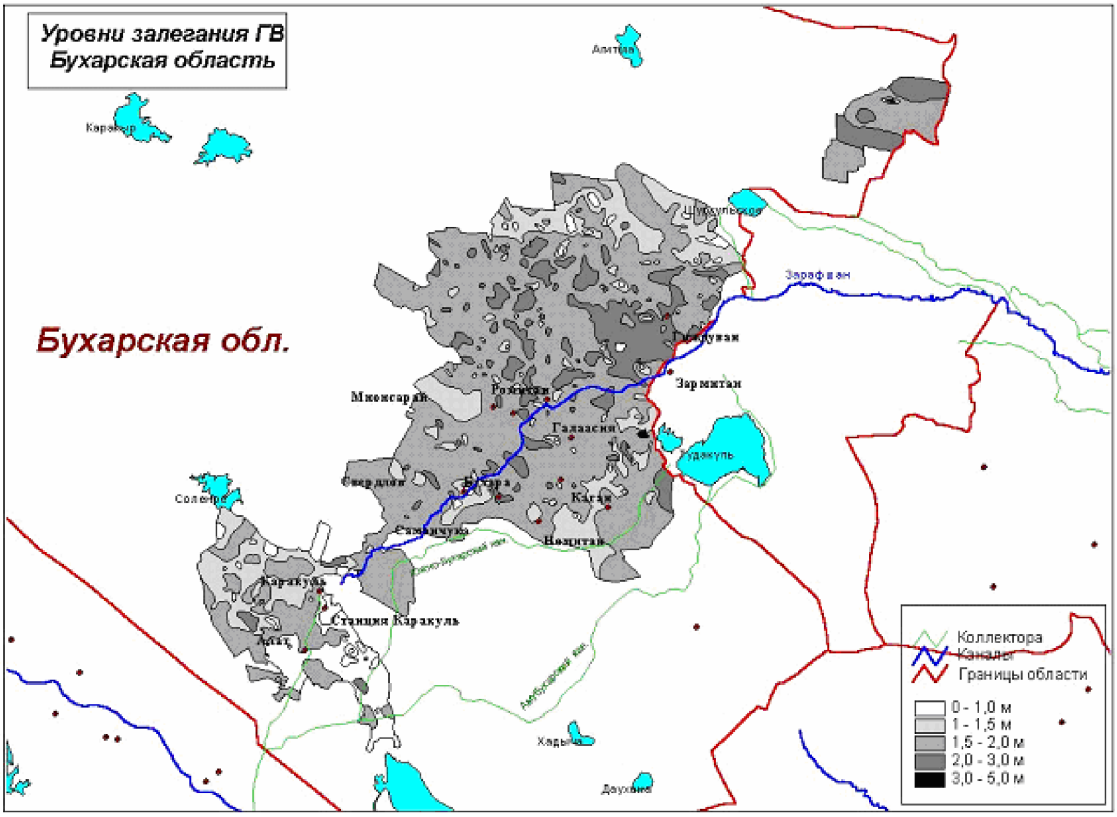



**Рис. 6.2.1.17. Карта залегания уровней грунтовых вод**

**Таблица 6.2.1.11 Распределение орошаемых земель Бухарской области по степени засоления (тыс. га)**

| Годы | Общая площадь, тыс.га | В т.ч. по степени засоления | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | незасол. | слабо. | средне. | сильно. | солончак |
| 1993 | 269,625 | 21,287 | 160,932 | 58,925 | 26,754 | 1,727 |
| 1994 | 272,156 | 20,169 | 166,465 | 56,458 | 26,368 | 2,696 |
| 1995 | 274,309 | 15,376 | 161,349 | 63,656 | 31,018 | 3,010 |
| 1996 | 276,5 | 15,430 | 150,902 | 73,374 | 33,464 | 3,330 |
| 1997 | 273,723 | 13,673 | 152,738 | 71,691 | 32,684 | 2,937 |
| 1998 | 273,617 | 13,060 | 159,177 | 73,711 | 25,395 | 2,274 |
| 1999 | 273,666 | 11,597 | 159,217 | 77,128 | 23,140 | 2,584 |
| 2000 | 273,4 | 10,555 | 141,947 | 89,090 | 28,495 | 3,685 |
| 2001 | 274,224 | 11,201 | 131,930 | 94,360 | 33,010 | 3,723 |
| 2002 | 274,201 | 16,246 | 140,818 | 85,556 | 28,487 | 3,094 |

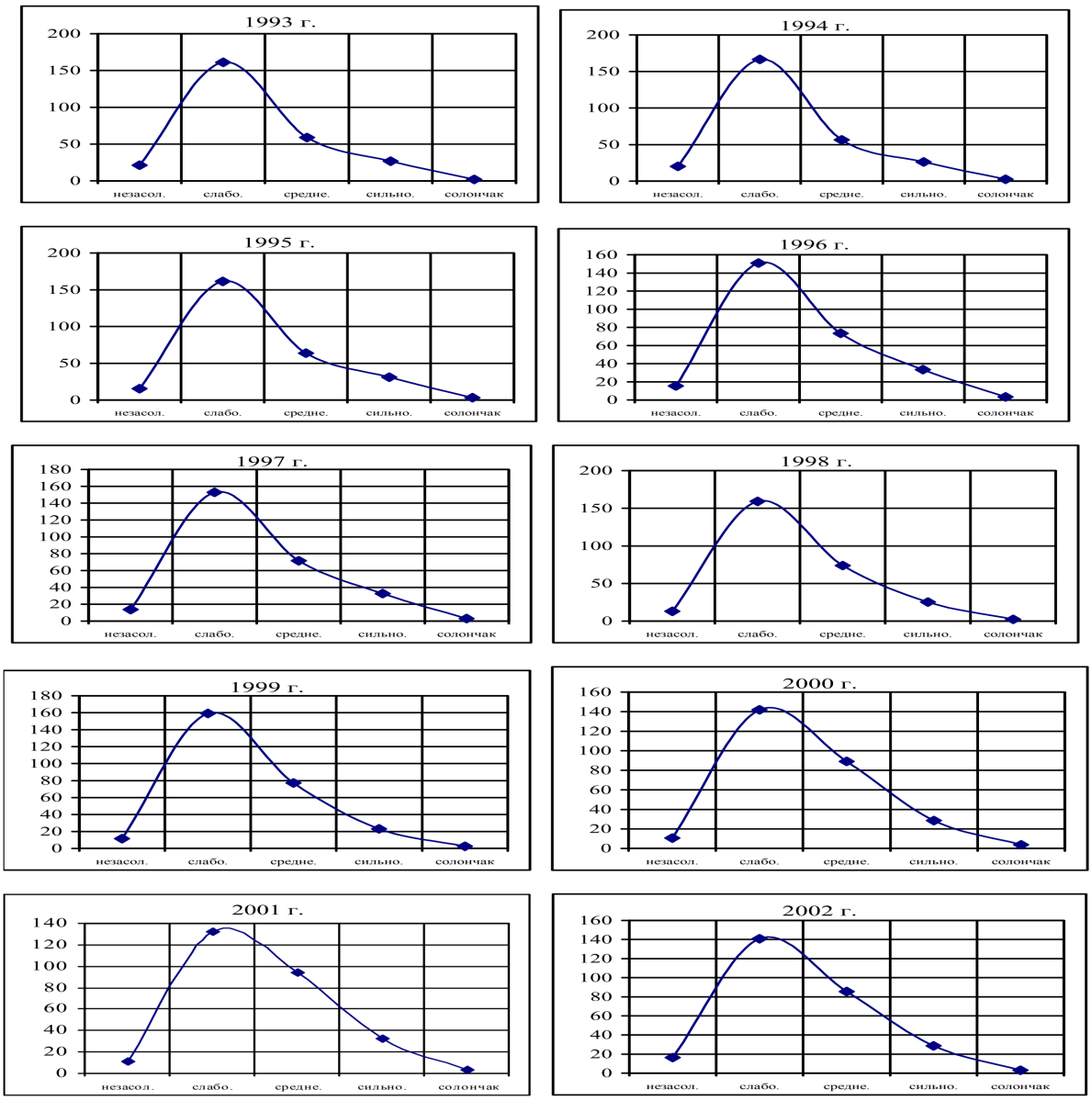


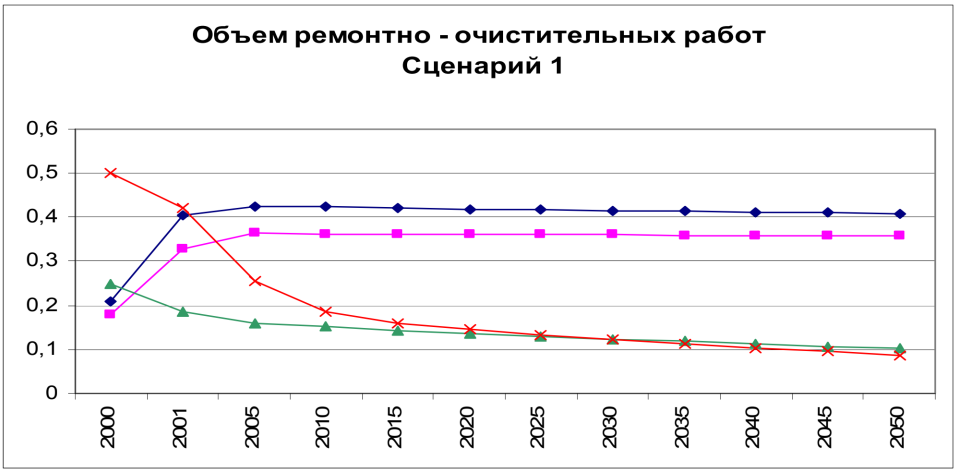

**Рис. 6.2.1.18. Диаграммы распределения орошаемых земель по засолению**

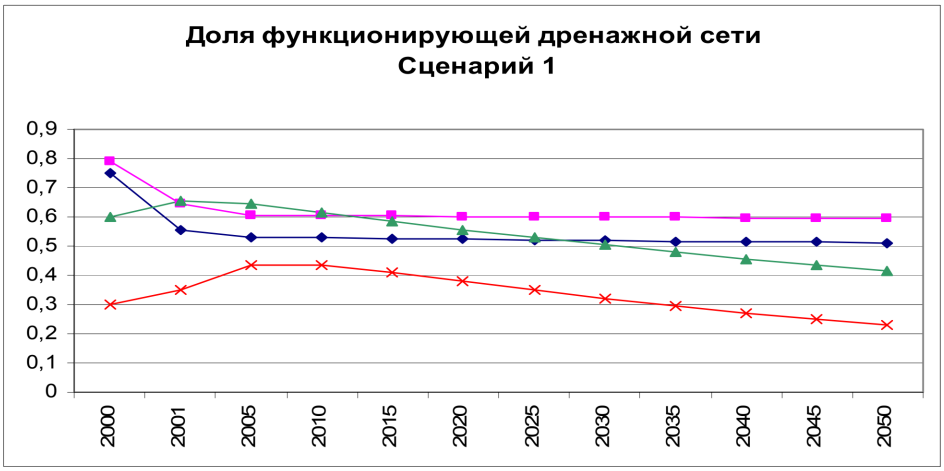
## 6.2.2 Моделирование и прогноз

### 6.2.2.1 Основные параметры территории орошения

**Таблица 6.2.2.1**

| | ******** Технический уровень ГМС ********* | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Годы | 1970 | 1975 | 1980 | 1985 | 1990 | 1995 | 2000 |
| Орошаемая площадь, тыс. га | 237.00 | 252.40 | 254.00 | 265.20 | 269.40 | 274.30 | 274.40 |
| Дренируемая площадь, тыс.га | 136.60 | 181.50 | 194.20 | 220.10 | 228.90 | 226.90 | 218.30 |
| Протяженность дренажа, км | | | | | | | |
| __Магистральные коллектора | 439 | 527 | 561 | 602 | 707 | 747 | 747 |
| Межхозяйственный открытый дренаж | 1140 | 1367 | 1457 | 1562 | 1834 | 1939 | 1939 |
| Внутрихозяйственный откр. дренаж | 1585 | 2117 | 2723 | 2914 | 3663 | 3808 | 3859 |
| __Закрытый горизонтальный дренаж | 0 | 0 | 36 | 155 | 1001 | 1001 | 1001 |
| Сумма протяжен.(МК, МОД, ВОД, ЗГД) | 3164 | 4011 | 4777 | 5233 | 7205 | 7495 | 7546 |
| Удельная протяженность дренажа, м/га | 23.16 | 22.10 | 24.60 | 23.78 | 31.48 | 33.03 | 34.57 |
| Кол-во скважин вертикального дрен. | 61 | 188 | 350 | 350 | 703 | 623 | 566 |
| Объем откачки, млн.м$^3$ | 13.00 | 83.00 | 131.00 | 143.00 | 176.00 | 67.00 | 50.00 |
| Водозабор на орошение, млн.м$^3$ | 4339 | 3244 | 3926 | 4548 | 5181 | 4219 | 4039 |
| Минерализация орсительной воды,г/л | 0.66 | 0.73 | 0.70 | 1.05 | 1.06 | 0.91 | 1.16 |
| Приток солей, тыс.т | 2864 | 2368 | 2748 | 4775 | 5492 | 3839 | 4685 |
| Удельная водоподача, тыс. м$^3$/га | 18.31 | 12.85 | 15.46 | 17.15 | 19.23 | 15.38 | 14.72 |
| Требования с/хоз. культур, тыс.м$^3$/га | | | | | | | |
| ___Нетто на поле | 7.64 | 7.60 | 7.63 | 7.70 | 7.76 | 7.37 | 6.98 |
| ___Брутто на поле | 8.49 | 8.44 | 8.48 | 8.55 | 8.62 | 8.19 | 7.76 |
| ___Брутто из реки | 15.71 | 15.35 | 15.42 | 15.28 | 14.87 | 14.89 | 15.51 |
| Коллекторный сток, млн.м$^3$/год | | | | | | | |
| ___Общий дренажный сток | 1171 | 624 | 1723 | 1411 | 1888 | 1931 | 1990 |
| ___Чистый дренажный сток | 937 | 530 | 1292 | 1060 | 1395 | 1323 | 1293 |
| Минерализация общего стока, г/л | 3.28 | 6.55 | 3.96 | 4.27 | 4.80 | 3.31 | 3.72 |
| Минерализация дренажного стока, г/л | 3.93 | 7.58 | 5.05 | 5.34 | 6.12 | 4.41 | 5.10 |
| Общий вынос солей, тыс.т/год | 3841 | 4087 | 6823 | 6025 | 9062 | 6392 | 7403 |
| Доля дренажного стока от водозабора,% | 26.99 | 19.24 | 43.89 | 31.02 | 36.44 | 45.77 | 49.27 |
| Дренажный модуль, л/сек/га | 0.22 | 0.09 | 0.21 | 0.15 | 0.19 | 0.18 | 0.19 |
| КПД оросительной системы | 0.54 | 0.55 | 0.55 | 0.56 | 0.58 | 0.55 | 0.50 |



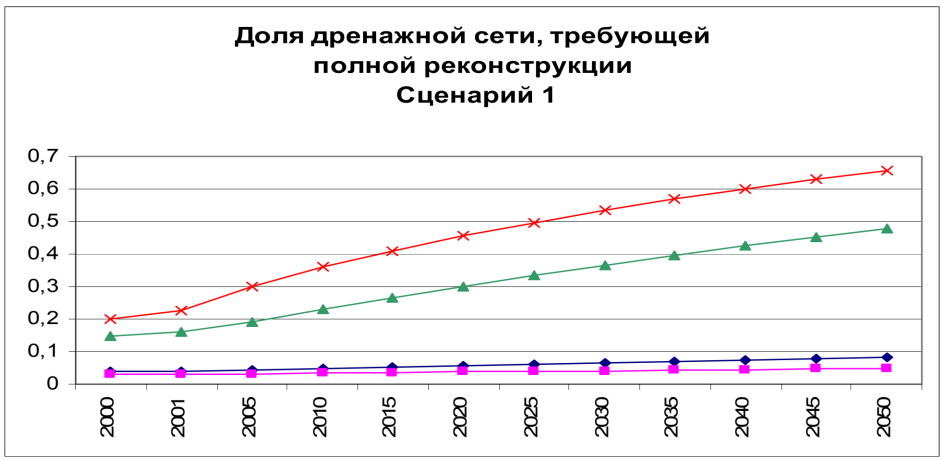
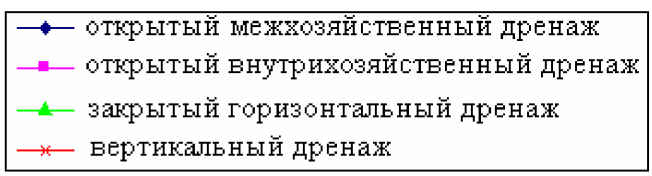




**Рис. 6.2.2.1 Сценарий 1**



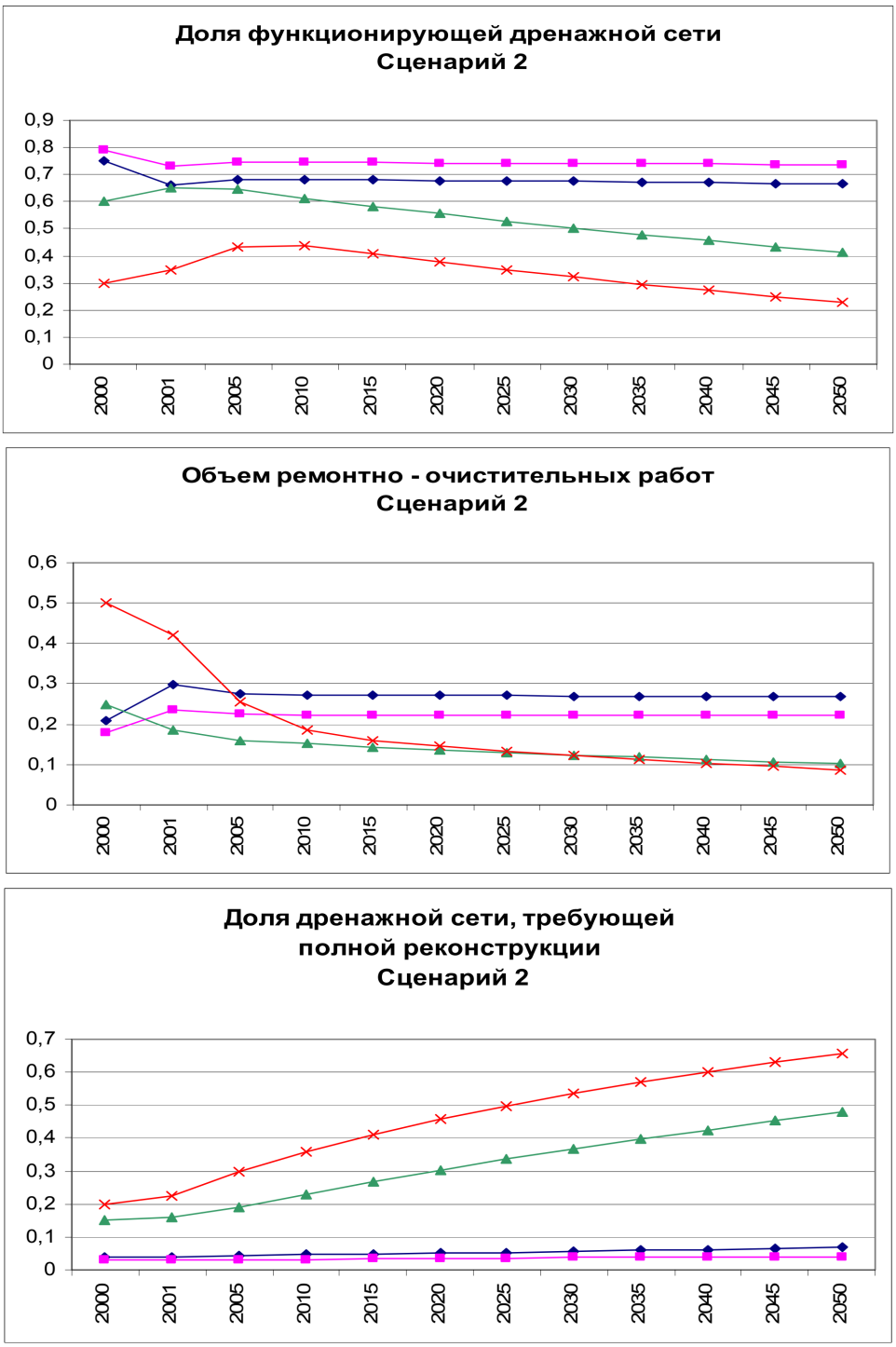
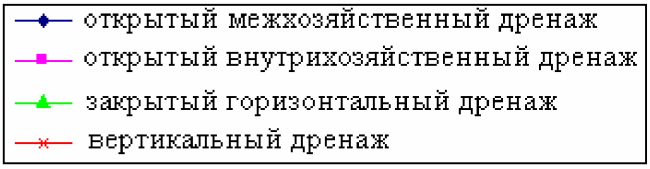
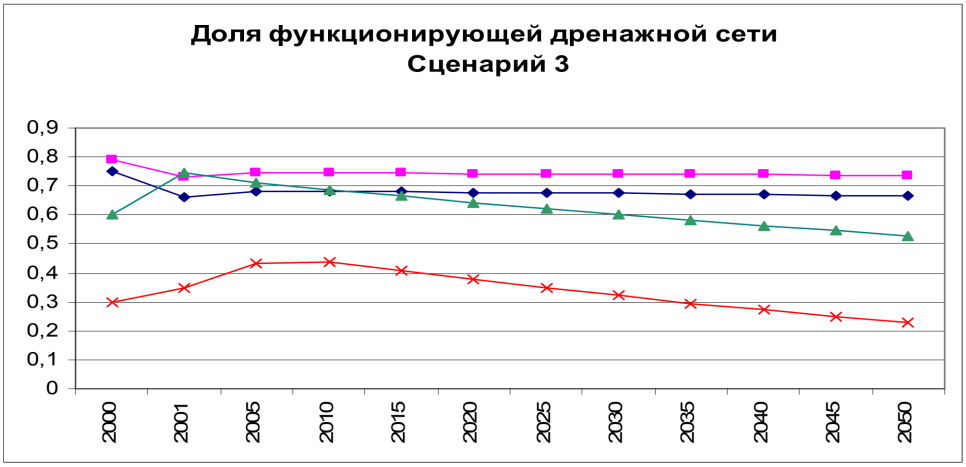
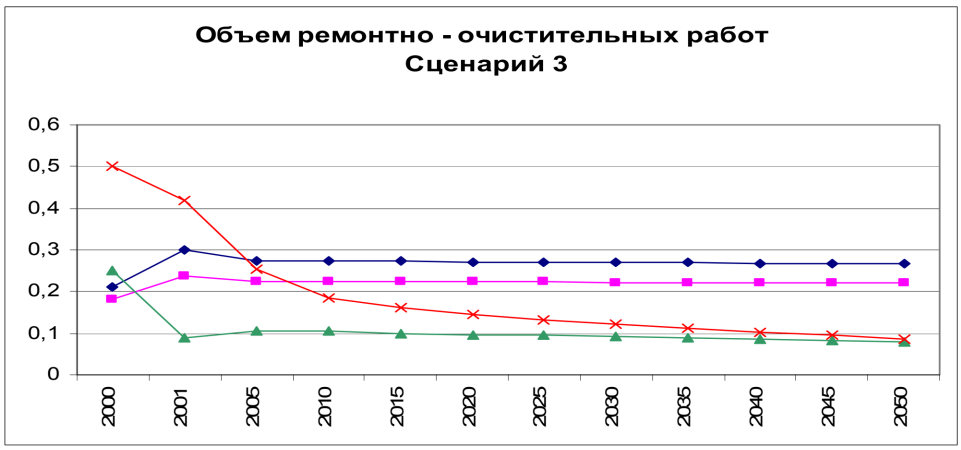



**Рис. 6.2.2.2 Сценарий 2**





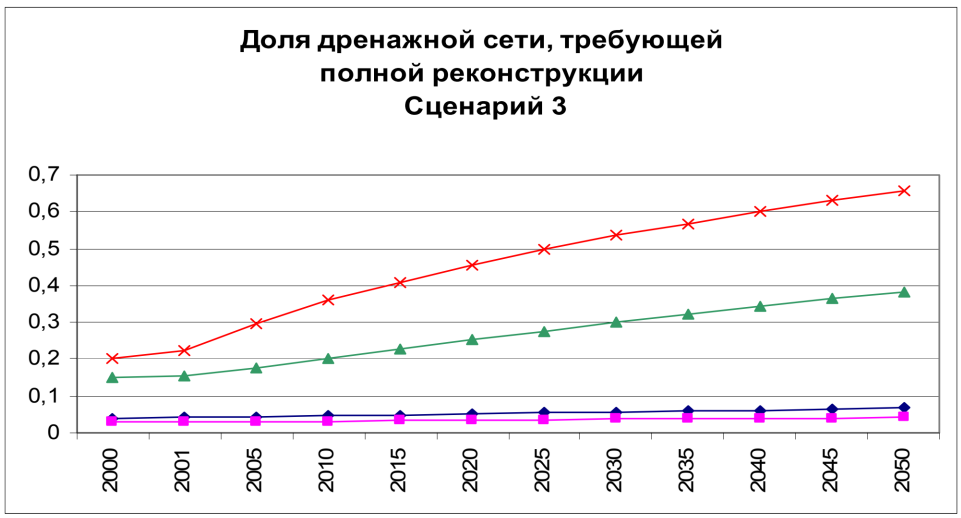
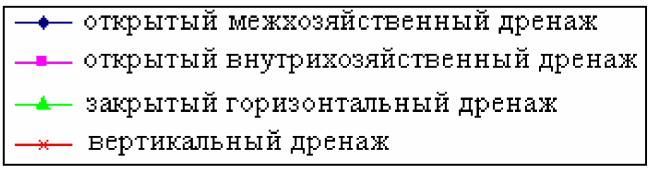
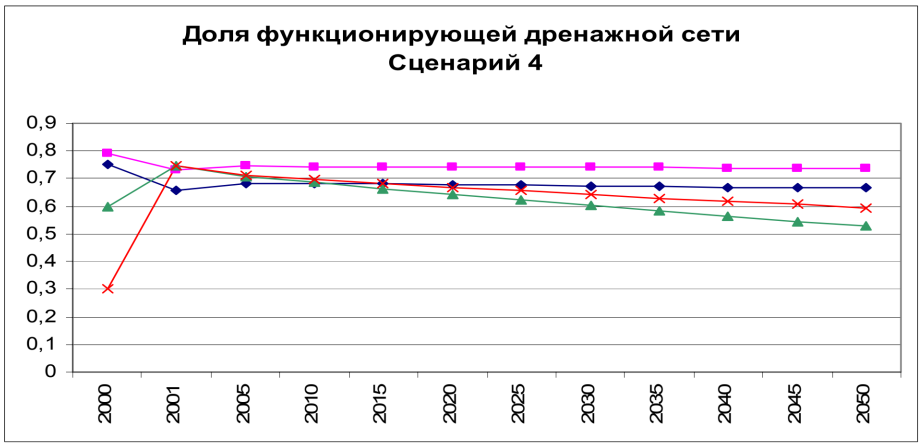
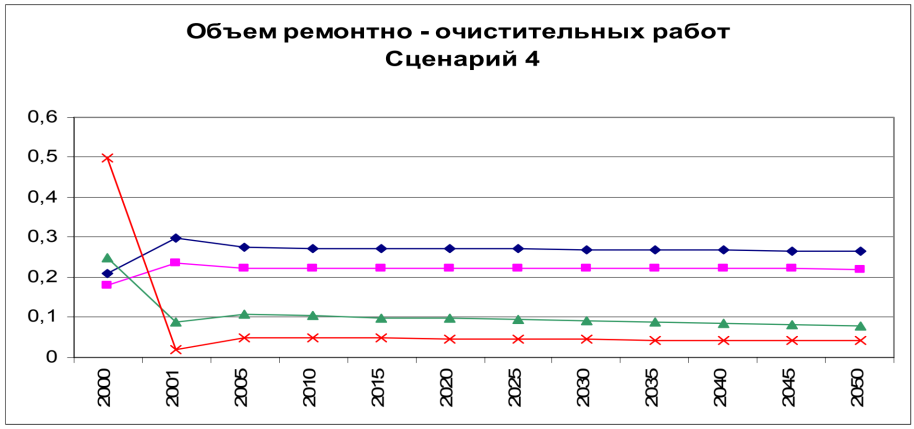




**Рис. 6.2.2.3 Сценарий 3**





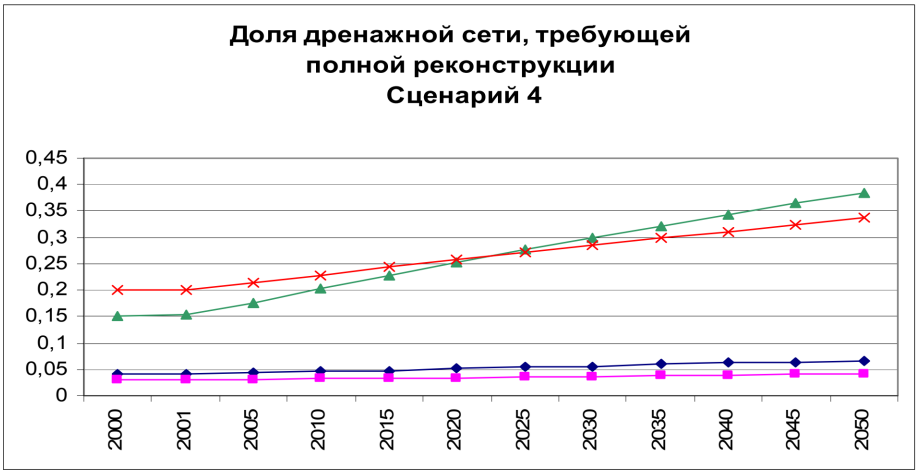
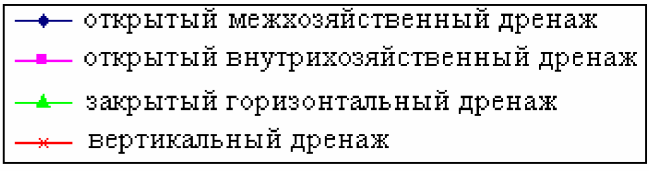




**Рис. 6.2.2.4 Сценарий 4**



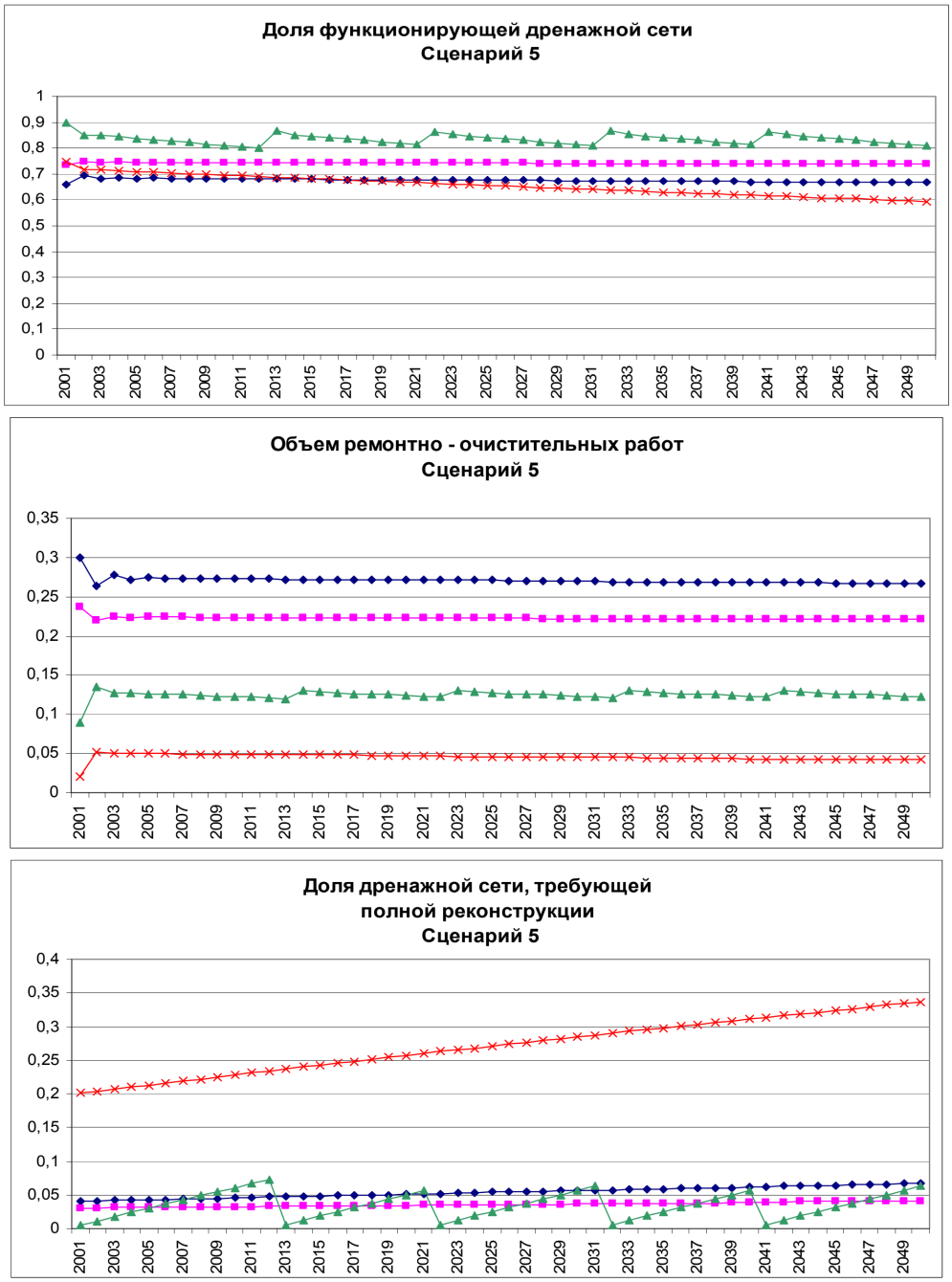



**Рис. 6.2.2.5 Сценарий 5**

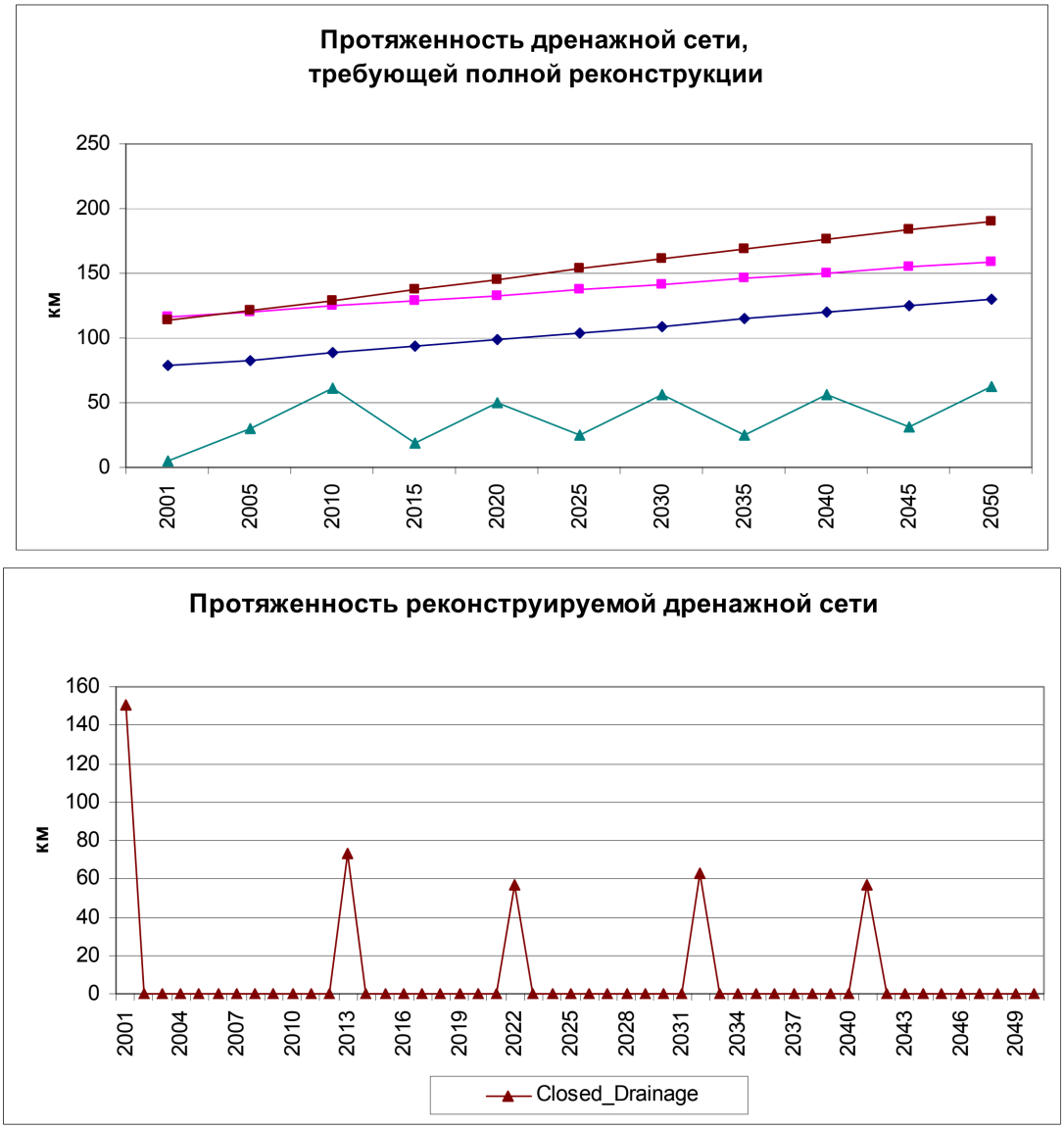
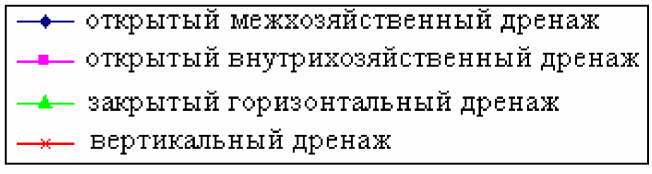



**Рис. 6.2.2.6 Сценарий 5**



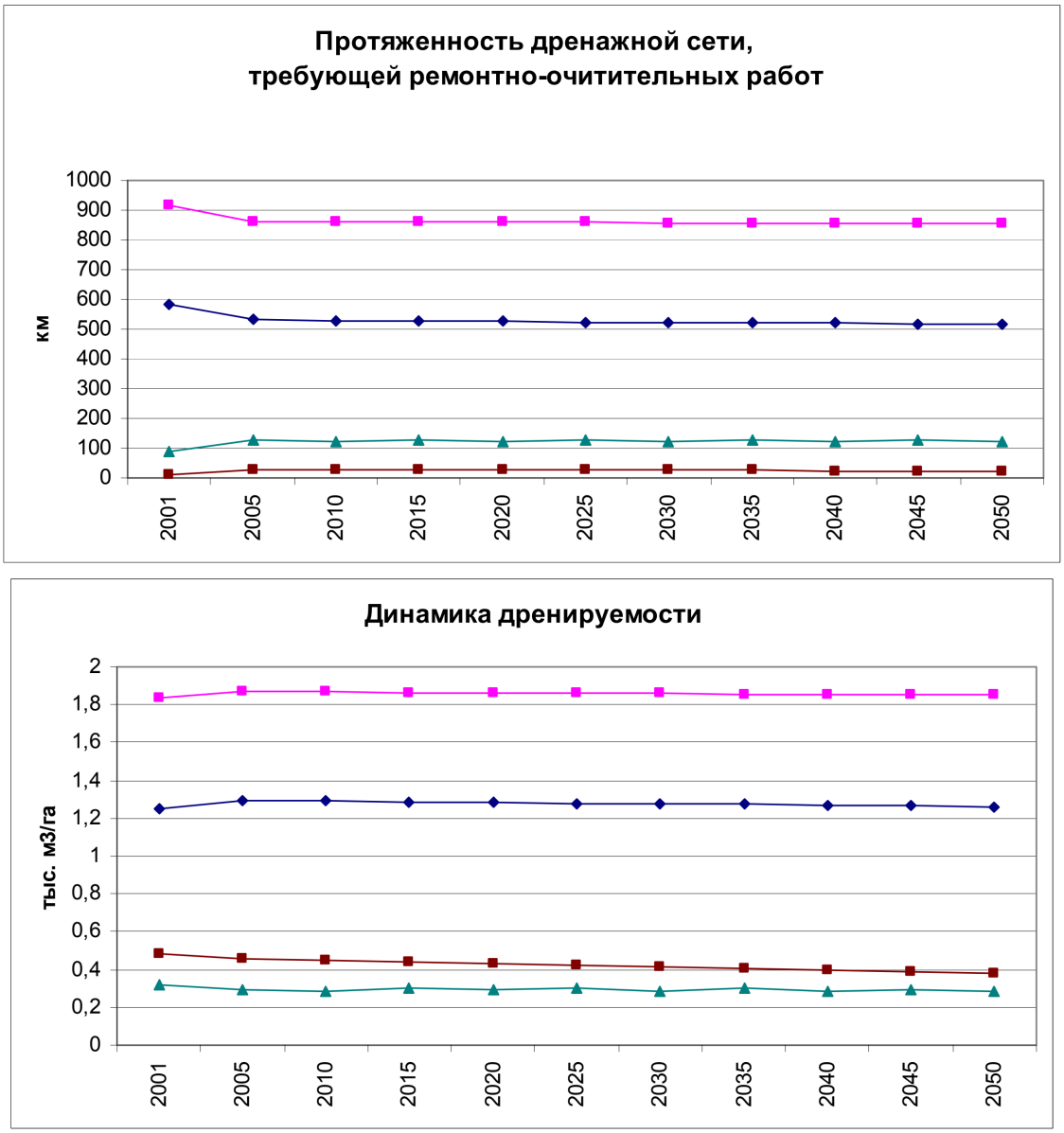
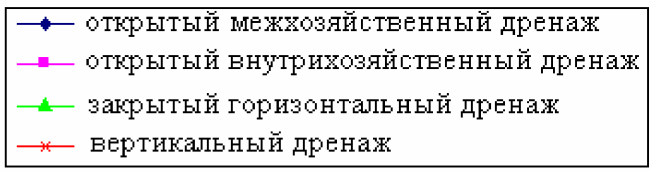



**Рис. 6.2.2.7 Сценарий 5**



## 6.3 Ферганская область

### 6.3.1 Анализ Ферганской области по мелиоративным показателям орошаемых земель и состоянию дренажных систем как объекта моделирования

Ферганская область (рис. 6.3.1.1) характеризуется наиболее сложными и неблагоприятными гидрогеолого-почвенными условиями, что обуславливает развитие неблагополучных эколого-мелиоративных процессов при орошении (усиление напорности подземных вод, подъем уровня и рост минерализации грунтовых вод и, особенно, ускоренный темп реставрации засоления почв). Климатические условия Ферганской межгорной котловины определяются своеобразием ее географического положения. Она расположена внутри азиатского материка с континентальным климатом, со всех сторон окружена высокими горными хребтами и лишь сравнительно узким подходом открыта на Запад по течению реки Сырдарьи. Характерны значительные сезонные и суточные колебания температур, малое количество осадков (100-250 мм/год), сухость воздуха, частые ветры, большая испаряемость и высокая солнечная радиация. Средние температуры за вегетационный период (апрель-сентябрь) составляют 22-23 $^{o}$C, испаряемость 1100-1300 мм, дефицит влаги 790-980 мм. Безморозный период колеблется в пределах 200-215 дней с суммой эффективных температур 2600-2640 $^{o}$.

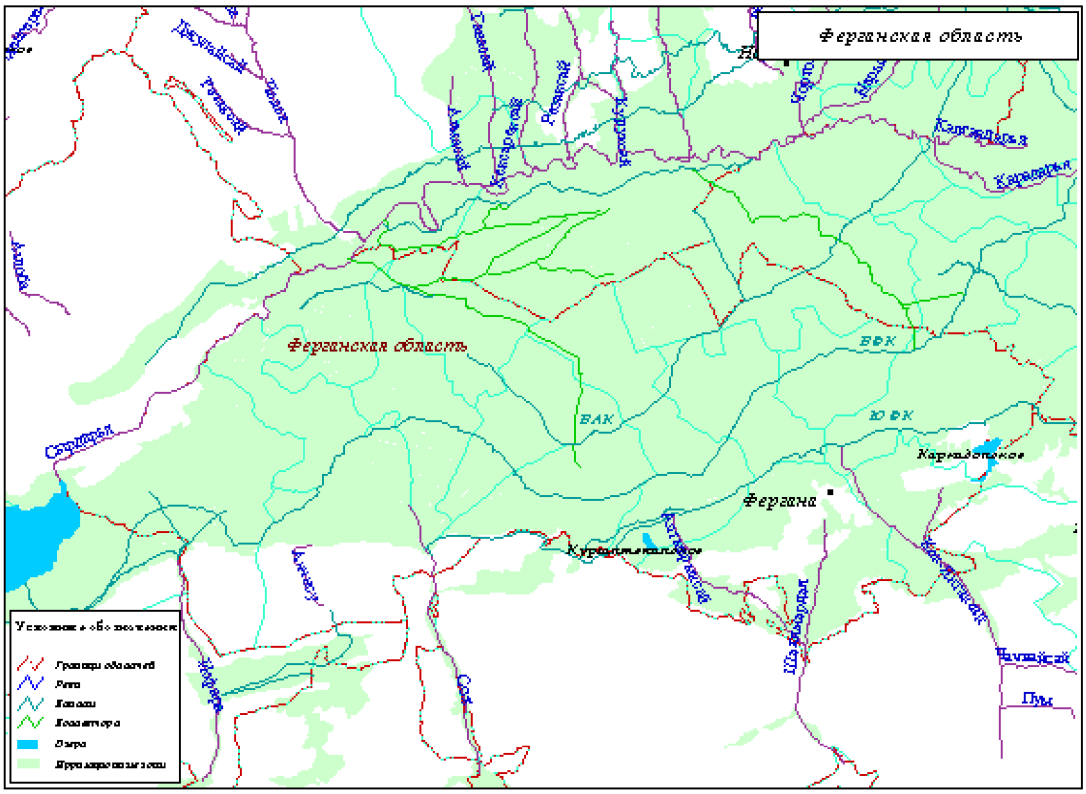



**Рис. 6.3.1.1 Ферганская область**

В геоморфологическом отношении территория Ферганской области представлена межгорной замкнутой котловиной верхней толще аллювиальными отложениями реки Сырдарьи четвертичного периода, а краевые части аллювиально-пролювиальными отложениями обрамленных гор. Мощность четвертичных отложений в центральной зоне территории достигает 400-

500 м, а в краевых частях 25-50 м. В литологическом строении четвертичных отложений преобладают переслаивающиеся песчано-гравийно-галечниковые грунты, разделенные мелкоземами в виде линз. Верхние 10-20 м представлены переслаивающимися мелкоземами: супесью, суглинками и глинами. Рельеф в равнинной части области спокойный, с уклоном от 0002 до 00005, а предгорная имеет большие уклоны >0,002 – 0,05 и более. С юго-востока на северо-запад территорию пересекает р. Сырдарья, которая является водоприемником коллекторно-дренажных и сбросных вод.

Геоморфологические условия обусловили своеобразную гидрогеологическую обстановку Центральной Ферганы – формирование высоконапорных подземных вод с притоком их со стороны обрамляющих гор, а также близкое залегание минерализованных грунтовых вод. Здесь до развития дренажных систем грунтовые воды залегали повсеместно до 2,0 м, и их минерализация изменялась от 3-5 до 10 г/л и более. Пьезометрические напоры повсеместно устанавливаются на 0,2-0,95 м. выше уровня грунтовых вод. Воды глубоких слоев (> 20-50 м) слабоминерализованные - максимум до 3 г/л. При этом подземные воды на глубине 180-200 м и глубже дают самоизлив, а их минерализация не превышает 05-1,0 г/л. Величина подпитки грунтовых вод за счет перетока из подстилающих напорных водоносных горизонтов четвертичных отложений для Центральной Ферганы составляет от 2-3 до 8-10 тыс. $м^3$/га, что создает условия близкого залегания грунтовых вод и формирования громадного дренажного стока, то есть увеличение мощности дренажа.

По условиям естественной дренированности территория Центральной Ферганы подразделяется на 5 зон:

- интенсивного дренирования, расположенная в предгорной части – район формирования питания грунтовых вод с глубоким залеганием их уровня;
- умеренного дренирования, охватывающая территорию выше Большого Ферганского канала в западной части области;
- слабого дренирования – территория между БФК и СФК;
- весьма слабого дренирования – Центральная часть, территория области, расположенная ниже БФК;
- бессточная зона – пойменная зона р. Сырдарьи.

По геоморфолого-литологическим и гидрологическим условиям территория Центральной Ферганы подразделяется на одиннадцать районов, отличающихся своим литологическим строением, параметрами водоносных грунтов и водоносных пластов, величиной питания грунтовых вод за счет напорного перетекания снизу, которые определяют направленность эколого-мелиоративных процессов, типы и мощность дренажа.

Почвенно-мелиоративные особенности области тесно связаны с геоморфолого- гидрогеологическими факторами. В предгорной зоне территория представлена маломощными почвами легкого механического состава (супесь, легкие суглинки и др.) с подстилающими грубообломочными грунтами. Здесь грунтовые воды не участвуют в почвообразовательных процессах. Равнинную же часть территории занимают лугово-сероземные и луговые почвы, формируемые при участии питания грунтовых вод. Земли представлены слоистыми почвогрунтами различного механического состава. Бессточная зона характеризуется луговыми и лугово-болотистыми почвами, в формировании которых главенствует участие грунтовых вод.

Из-за близкого залегания грунтовых вод и усиленной напорности подземных вод во всех зонах, за исключением интенсивно дренируемой, формируется поверхностное засоление и распределение запасов солей в верхнем 1,0-1,5 м слое, ниже которого грунты практически рассолены за счет восходящего тока из нижележащих водоносных горизонтов.

Таким образом, Ферганская область по своим климатическим, геоморфолого- гидрогеологическим и почвенно-мелиоративным условиям является весьма сложным регионом, где в процессе освоения и орошения интенсивно протекают неблагоприятные для сельхозпроизводства эколого-мелиоративные процессы, для управления которыми требуется сложный комплекс мелиоративных мероприятий с вложением огромных капиталовложений. При этом по геоморфолого- (особенно, по литологическому строению) и гидрогеолого- мелиоративным условиям в Центральной Фергане наиболее перспективным считалось применение системы вертикального дренажа, которая является эффективной в условиях напорных подземных вод.

Ферганская область относится к категории древнего орошаемого земледелия. Здесь до начала XX века орошалось более 150 тыс. га земель, где ирригационная система строилась без инженерных проектов и, тем более, без дренажа. При этом орошалась в основном территория, не требующая искусственной дренированности. К середине 20-го столетия под орошаемым земледелием находилось около 250 тыс. га. Орошение развивалось с привлечением новых массивов, больше всего в зонах умеренного и слабого дренирования со строительством межхозяйственных и редких внутрихозяйственных коллекторов без первичных регулирующих дрен, что не позволило предотвратить развитие вторичного засоления при близком залегании минерализованных грунтовых вод.

Интенсивное освоение новых земель и переустройство старых ирригационных систем в Ферганской области началось, как и в других районах Узбекистана, в 1956-1960 гг. К 1970 г. орошаемая площадь составила 286,7 тыс. га, а к 1990 г. достигла 350 тыс. га, то есть за 20 лет здесь было освоено более 64 тыс. га. К освоению привлекались главным образом новые земли центральной части Ферганской области между Большим Ферганским каналом и р. Сырдарья, адыры, расположенные в пределах естественной дренируемой территории. Освоение адыров усилило грунтовое питание расположенных ниже массивов, чем обусловило ухудшение мелиоративного состояния земель (МСЗ). Из общей орошаемой площади, порядка 90-100 тыс. га земель, не требует искусственного дренирования. Площадь, обеспеченная дренажом, в 1970 г. составила 188 тыс. га (65,7% от общей площади орошения), а в 2000 г. она достигла 261 тыс. га (73,2 %).

На этой площади к 1995 г. построены и эксплуатируются 13837 км коллекторно-дренажной сети (в том числе 1332 км закрытого дренажа) и 1303 скважин вертикального дренажа. В тоже время к 2000 г. количество работоспособных скважин снизилось до 1288 шт., а протяженность закрытого горизонтального дренажа (ЗГД) сократилось на 248,1 км (таблица 6.3.1.1). Удельная протяженность косвенно определяет уровень обеспеченности искусственной дренированностью. Ферганская область даже в 1970-1975 гг. имела относительно высокую удельную протяженность (44,7-52,8) м/га, и с 1975 г. она практически не изменялась. Небольшой рост удельной протяженности объясняется строительством закрытого дренажа. При этом параллельно с ростом горизонтального дренажа здесь интенсивно строились скважины вертикального дренажа, количество которых в 1970 г. составило 100 шт., а к 1995 г. оно достигло 1003 шт.

Такая мощная система горизонтального и вертикального дренажа обеспечила огромный дренажный водно-солевой сток. Общий дренажный сток в 1970-1975 гг. составил порядка 2554 млн. $м^3$, при водозаборе около 5078 млн. $м^3$. Начиная с 1980 г. дренажный сток более или менее стабилизировался на уровне 3000 млн. $м^3$ в год, при общем водозаборе около 5000 млн. $м^3$ в год. К 2000 г. несколько снизился как водозабор, так и общий дренажный сток. Доля общего дренажного стока от водозабора по Ферганской области изменяется от 40,7 % в 1970 г. до 50,4% в 2000 г. В соответствии с общим объемом водозабора и его минерализацией, которая возросла с 0,4 до 0,7 г/л, приток солей по области изменился с 2285,5 тыс. т в 1970 г. до 3600,2 тыс. т в 1985 г., при удельном значении 17,7 т/га и 15,8 т/га в год соответственно. К 2000 г. удельное поступление солей снизилось до 11,4 т/га в год. В то же время вынос солей с орошаемой территории несколько превышает их поступление: удельное поступление солей с оросительной водой и изменяется в пределах 8-10 т/га в год, а удельный вынос солей с дренажным стоком 15-21,1 т/га в год.

Главными водоотводящими трактами области являются коллектор «Аччиккул» с расходом 53 $м^3/с$, П-3 с расходом 21,2 $м^3/с$, «Шимолий» - 17,7 $м^3/с$, «Найнова» - 11,8 $м^3/с$, «Сох Исфара» - 12, 5 $м^3/с$, «К-4» - 8,8 $м^3/с$, «Сари-Жуга» - 3,8 $м^3/с$.

**Таблица 6.3.1.1 Показатели технического уровня ирригационно-дренажных систем Ферганской области**

| № | Показатели | | Годы | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 1970 | 1975 | 1980 | 1985 | 1990 | 1995 | 2000 |
| 1 | Орошаемая площадь, тыс. га | | 286,70 | 306,40 | 318,40 | 335,94 | 349,70 | 358,37 | 356,81 |
| 2 | Дренируемая площадь, тыс. га | | 188 | 230,3 | 237,4 | 245,6 | 261,0 | 261,0 | 261,0 |
| 3 | Протяженность дренажа, км | общая | 8600 | 11496,44 | 12837,71 | 13467,21 | 14584,37 | 14193,41 | 15291,14 |
| | | магистрального | 201,10 | 229,50 | 247,38 | 381,60 | 374,86 | 374,86 | 346,86 |
| | | межхозяйственного | 3076,30 | 3117,70 | 3747,60 | 3922,30 | 3912,00 | 3862,80 | 3888,70 |
| | | внутрихозяйственного | 5322,60 | 8149,20 | 8842,70 | 9022,40 | 8962,40 | 8623,70 | 9971,20 |
| | | закрытого | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 140,90 | 1335,10 | 1332,00 | 1084,35 |
| 4 | Удельная протяженность дренажа, м/га | на орошаемую площадь | 24,0 | 31,2 | 41,3 | 40,5 | 41,2 | 39,6 | 42,9 |
| | | на дренируемую площадь | 45,7 | 49,9 | 54,1 | 54,8 | 55,9 | 54,4 | 58,6 |
| 5 | Число скважин вертикального дренажа, шт. | | 100 | 255 | 509 | 768 | 1044 | 1303 | 1288 |
| 6 | Объем откачек, млн. $м^3$ | | 87,00 | 219,50 | 336,57 | 477,82 | 638,10 | 462,10 | 428,20 |
| 7 | Водозабор на орошение, млн. $м^3$ | | 4897,8 | 5074,6 | 6296,4 | 5428,3 | 5284 | 4302,9 | 4157,7 |
| 8 | Минерализация оросительной воды, г/л | | 0,45 | 0,59 | 0,63 | 0,68 | 0,61 | 0,70 | 0,70 |
| 9 | Приток солей, тыс. т | | 2204,0 | 2994,0 | 3966,7 | 3691,2 | 3223,2 | 3012,0 | 2910,4 |
| 10 | Удельная водоподача, тыс. $м^3$/га | | 13,7 | 13,8 | 20,3 | 16,3 | 14,9 | 12,0 | 11,7 |
| 11 | Удельное поступление солей, т/га | | 6,2 | 8,1 | 12,8 | 11,1 | 9,1 | 8,4 | 8,2 |
| 12 | Общий дренажный сток, млн. $м^3$ | | 2554,3 | 1597,5 | 2458,2 | 2527,4 | 3050,6 | 2871,5 | 2728,9 |
| 13 | Дренажный модуль (на дренируемую площадь), л/с/га | | 0,57 | 0,29 | 0,44 | 0,43 | 0,49 | 0,46 | 0,44 |
| 14 | Чистый дренажный сток, млн. $м^3$ | | 2043,4 | 1278,0 | 1966,6 | 2021,9 | 2440,5 | 2297,2 | 2183,1 |
| 15 | Чистый дренажный модуль, л/с га | | 0,46 | 0,23 | 0,35 | 0,35 | 0,40 | 0,37 | 0,35 |
| 16 | Доля дренажного стока от водозабора, % | | 41,7 | 25,2 | 31,2 | 37,2 | 46,2 | 53,4 | 52,5 |
| 17 | Удельное водоотведение, тыс. $м^3$/га | | 13,6 | 6,9 | 10,4 | 10,3 | 11,7 | 11,0 | 10,5 |
| 18 | Минерализация дренажного стока, г/л | | 1,86 | 2,85 | 2,42 | 2,24 | 2,21 | 2,30 | 2,46 |
| 19 | Общий вынос солей, тыс. т | | 4751,0 | 4552,8 | 5948,8 | 5661,4 | 6741,9 | 6604,4 | 6713,1 |
| 20 | Удельный вынос солей с орошаемой площади, т/га | | 13,3 | 12,4 | 19,1 | 17,0 | 19,1 | 18,4 | 18,8 |
| 21 | КПД оросительных систем, в долях единицы | | 0,53 | 0,56 | 0,58 | 0,61 | 0,63 | 0,59 | 0,55 |

**Таблица 6.3.1.2 Мелиоративное состояние орошаемых земель Ферганской области**

| Показатели | | | Годы | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 1970 | 1975 | 1980 | 1985 | 1990 | 1995 | 2000 |
| 1 | Орошаемая площадь, тыс. га | | 286,70 | 306,40 | 318,40 | 335,94 | 349,70 | 358,37 | 356,81 |
| 2 | Удельная водоподача, тыс. $м^3$/га | | 13,7 | 13,8 | 20,3 | 16,3 | 14,9 | 12,0 | 11,7 |
| 3 | Удельная протяженность дренажа, м/га | | 44,8 | 49,9 | 54,1 | 54,8 | 55,9 | 54,4 | 58,6 |
| 4 | Число скважин вертикального дренажа, шт. | | 100 | 255 | 509 | 768 | 1044 | 1303 | 1288 |
| 5 | Площадь обслуживания вертикального дренажа, тыс.га | | 28,0 | 28,0 | 55,9 | 67,5 | 80,1 | 86,4 | 86,2 |
| 6 | Удельный дренажный сток, тыс. $м^3$/га | | 13,60 | 7,47 | 12,85 | 8,50 | 11,93 | 11,10 | 10,40 |
| 7 | Дренажный модуль (на дренируемую площадь), л/с/га | | 0,43 | 0,24 | 0,41 | 0,27 | 0,38 | 0,35 | 0,33 |
| 8 | Чистый удельный дренажный сток, тыс. $м^3$/га | | 10,87 | 5,97 | 10,28 | 6,87 | 9,54 | 8,33 | 7,84 |
| 9 | Чистый дренажный модуль, л/с га | | 0,34 | 0,19 | 0,33 | 0,22 | 0,30 | 0,28 | 0,27 |
| 10 | Удельный вынос солей, т/га | | 16,0 | 15,0 | 20,1 | 15,8 | 19,3 | 21,1 | 17,4 |
| 11 | Площади с уровнем грунтовых вод более 2 м, | тыс. га | 77,7 | 145,6 | 180,2 | 110,03 | 227,61 | 214,27 | 184,27 |
| | | % | 27,1 | 47,5 | 56,6 | 33,4 | 65,1 | 60,2 | 51,7 |
| 12 | Площади с минерализацией грунто-вых вод более 3 г/л, | тыс. га | 140,7 | 96 | 118,3 | 67,56 | 78,63 | 88,6 | 89,6 |
| | | % | 49,1 | 31,3 | 37,2 | 20,5 | 22,5 | 24,9 | 25,1 |
| 13 | Доля чистого дренажного модуля от водоподачи Д:В, % (на дренируемую площадь) | | 61,4 | 36,1 | 65,0 | 43,6 | 66,9 | 64,0 | 73,7 |
| 14 | Доля чистого дренажного модуля от водоподачи Д:В, % | | 40,2 | 25,2 | 48,0 | 33,1 | 49,0 | 43,4 | 50,5 |
| 15 | Промывные нормы, тыс. $м^3$/га | план, нетто | 3,0-3,5 | 3,0 | 3,5 | 3,0 | 3,6 | 3,07 | 3,5 |
| | | факт | 3,2 | 3 | 3,1 | 3 | 2,80 | 2,69 | 2,9 |
| 16 | Удельный вынос солей, т/га, по балансу: | поверхностных вод | 8 | 5,1 | 10,1 | 4,9 | 10,6 | 20,8 | 8,6 |
| | | зоны аэрации | 3,56 | 3,23 | 4,26 | 1,52 | 2,08 | 2,13 | 2,03 |
| 17 | Коэффициент промывного режима орошения К=В+А/ЕТ | | 1,03 | 1,12 | 1,12 | 1,46 | 1,10 | 1,04 | 0,80 |
| 18 | Атмосферные осадки, $м^3$/га | | 1178 | 870 | 1589 | 1518 | 1615 | 1700 | 1605 |
| 19 | Площади засоления выше средней категории: | тыс. га | 65,9 | 76,2 | 66,5 | 52,3 | 41,5 | 37,6 | 63,97 |
| | | % | 23,0 | 24,87 | 20,89 | 15,89 | 11,87 | 11,65 | 17,93 |
| 20 | Урожайность хлопчатника, ц/га | | 23,7 | 29,2 | 32,9 | 29,9 | 29,9 | 30,6 | 29,9 |
| 21 | Затраты воды (нетто) на единицу урожая, $м^3$/ц | | 321 | 282 | 221 | 278 | 242 | 195 | 158 |
| 22 | Продуктивность воды, кг/$м^3$ | | 0,31 | 0,35 | 0,45 | 0,36 | 0,41 | 0,51 | 0,63 |

Минерализация коллекторно-дренажных вод колеблется в пределах 2,0-3,7 г/л. Весь объем дренажного стока отводится в р. Сырдарья.

Водно-солевые балансы поверхностных вод складываются в сторону рассоления с выносом солей с орошаемой территории порядка 5,2-11,3 т/га в год. Вынос солей из зоны аэрации изменяется в пределах от 3,56 т/га в 1970 г. до 2,03 т/га в 1990 г. (таблица 6.3.1.2). Начиная с 1990 г. баланс зоны аэрации складывается в сторону накопления солей выше уровня грунтовых вод за счет притока из нижних слоев. В эти годы складывался положительный водообмен между зонами аэрации и грунтовых вод с притоком, за счет последних, от 528 $м^3$/га до 865 $м^3$/га в год и притоком солей порядка 7,28-12 т/га в год. При этом тенденция роста площади засоления и, особенно, по категории выше среднего засоления подтверждает ухудшение эколого-мелиоративных процессов и технического уровня дренажных систем. Это ухудшение больше обусловлено резким снижением работоспособности внутрихозяйственного дренажа, а также системы вертикального дренажа, объем откачек которого снизился за последнее десятилетие в 2,0 – 2,5 раза.

Следует отметить, что развитие дренажных систем при их удовлетворительной эксплуатации за 1965-1990 гг. позволило создать на орошаемых землях условия формирования благоприятных эколого-мелиоративных процессов и повышение продуктивности орошаемых земель и оросительной воды (таблица 6.3.1.2). Урожайность основной культуры – хлопчатника - изменялась от 3,0 т/га в 1975 г. до 3,3 т/га в 1995 г.

Динамика развития горизонтального дренажа и его техническое состояние даются с 1970 г. с интервалом в 5 лет (таблица 6.3.1.3, рис. 6.3.1.2, 6.3.1.3).

**Таблица 6.3.1.3 Параметры горизонтального дренажа**

| Год | Орошаемая площадь, тыс. га | Дренируемая площадь, тыс.га | Протяженность дренажа, км | | | | Удельная протяженность дренажа, м/га |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Общая | Межхозяйственные коллектора | Внутрихозяйственные открытые дрены | Закрытый горизонтальный дренаж | |
| 1970 | 286,7 | 188 | 8413,2 | 3076,3 | 5322,6 | 14,3 | 44,75 |
| 1975 | 306,4 | 230,3 | 11297,6 | 3117,7 | 8149,2 | 30,7 | 52,8 |
| 1980 | 318,4 | 237,4 | 11638,2 | 3747,6 | 8842,7 | 48,2 | 49,5 |
| 1985 | 335,94 | 245,6 | 13070,6 | 3922,3 | 9022,4 | 125,9 | 53,2 |
| 1990 | 349,7 | 261 | 14059,6 | 3912,0 | 8962,4 | 1185,2 | 55,0 |
| 1995 | 358,37 | 261 | 13818,9 | 3862,8 | 8623,7 | 1332,4 | 53,4 |
| 2000 | 356,81 | 261 | 15192,3 | 3888,7 | 9971,2 | 1332,4 | 59,4 |

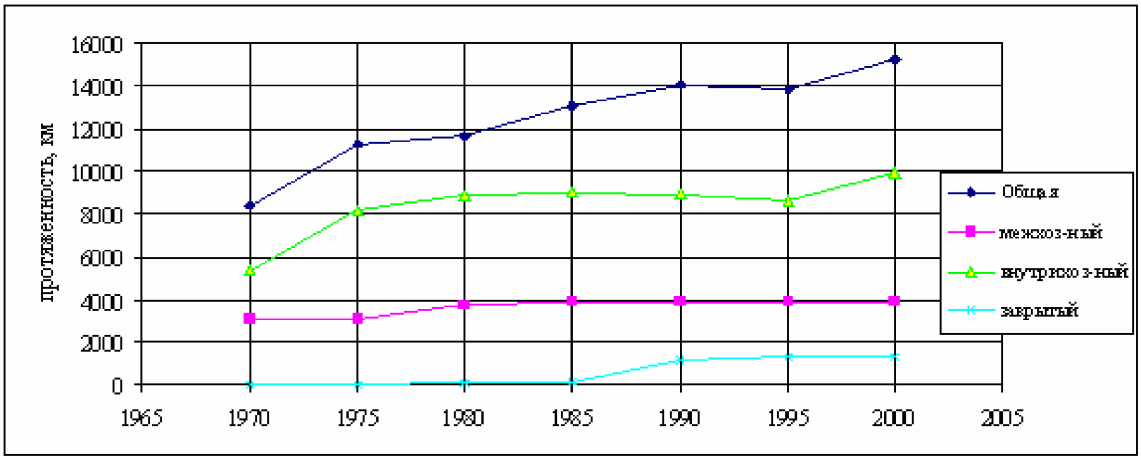



**Рис. 6.3.1.2 Горизонтальный дренаж Ферганской области**

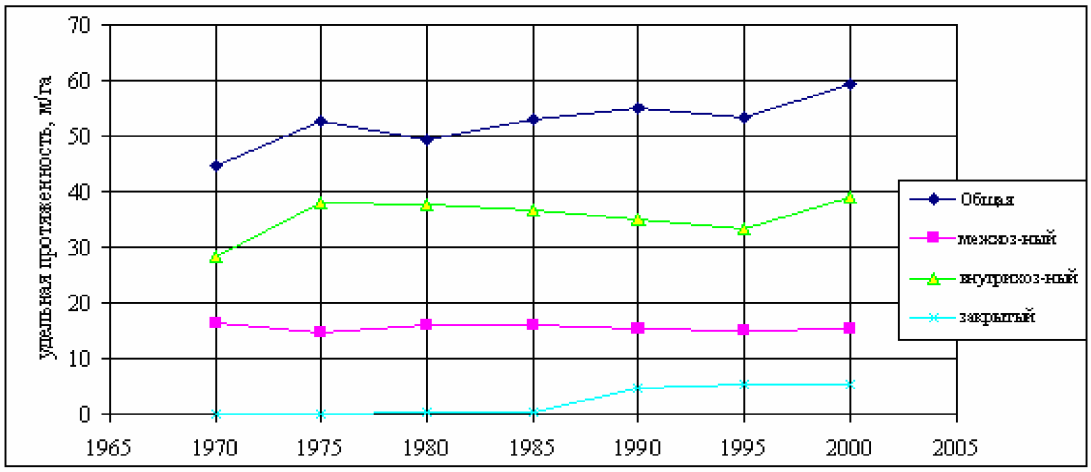



**Рис. 6.3.1.3 Удельная протяженность горизонтального дренажа**

Рис. 6.3.1.2 и 6.3.1.3 показывают, что за последние 30 лет выросла как общая (в 1,8 раза), так и удельная протяженность (в 1,5 раза).

Межхозяйственная сеть представлена открытыми коллекторами глубиной более 5 м, шириной по дну более 3 м и заложением откосов более 2. Внутрихозяйственная сеть состоит из открытых дрен глубиной до 5 м и закрытого горизонтального дренажа (ЗГД). Строительство ЗГД до 1986 г. велось методом «полки». Дренажная линия выполнялась из керамических труб и песчано–фильтровой обсыпки. С 1986 г. дрены строились дреноукладчиком. В качестве дренажной линии использовались полиэтиленовые трубы диаметром 100 мм, обернутые нетканым материалом. Глубина заложения дрен составляла 3 м, уклон - 0,0015 -0,02.

В таблице 6.3.1.4 приведены данные по техническому состоянию открытого дренажа.

**Таблица 6.3.1.4 Техническое состояние горизонтального дренажа**

| Год | Межхозяйственные коллектора, км | | | | Внутрихозяйственные коллектора, км | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Всего | В удовлетворительном состоянии | В неудовлетворительном состоянии | Очищено | Всего | В удовлетворительном состоянии | В неудовлетворительном состоянии | Очищено |
| 1970 | 3076,3 | 1948,3 | 1128,0 | 827,9 | 5322,6 | 3548,4 | 1774,2 | 1619,8 |
| 1975 | 3117,7 | 2190,1 | 927,6 | 926,8 | 8149,2 | 4291,8 | 3857,4 | 3439,4 |
| 1980 | 3747,6 | 2376,8 | 1370,8 | 890,0 | 8842,7 | 5023,7 | 3819,0 | 3540,0 |
| 1985 | 3922,3 | 2891,2 | 1031,1 | 950,0 | 9022,4 | 5015,0 | 4007,4 | 3549,0 |
| 1990 | 3912,0 | 2643,8 | 1268,2 | 1123,0 | 8962,4 | 5141,6 | 3820,8 | 3488,0 |
| 1995 | 3862,8 | 2582,4 | 1280,5 | 1123,0 | 8623,7 | 5623,7 | 3000,0 | 1953,0 |
| 2000 | 3888,7 | 2462,8 | 1425,9 | 1292,0 | 9971,2 | 5686,2 | 4285,0 | 2763,8 |

По данным таблицы 6.3.1.4 построены кривые состояния межхозяйственной и внутрихозяйственной дренажной сети (рис. 6.3.1.4, 6.3.1.5).

По данным таблицы 6.3.1.5 установлены необходимые объемы восстановительных работ, оценена достаточность выполнения восстановительных работ и определен коэффициент готовности системы к работе (таблица 6.3.1.5).

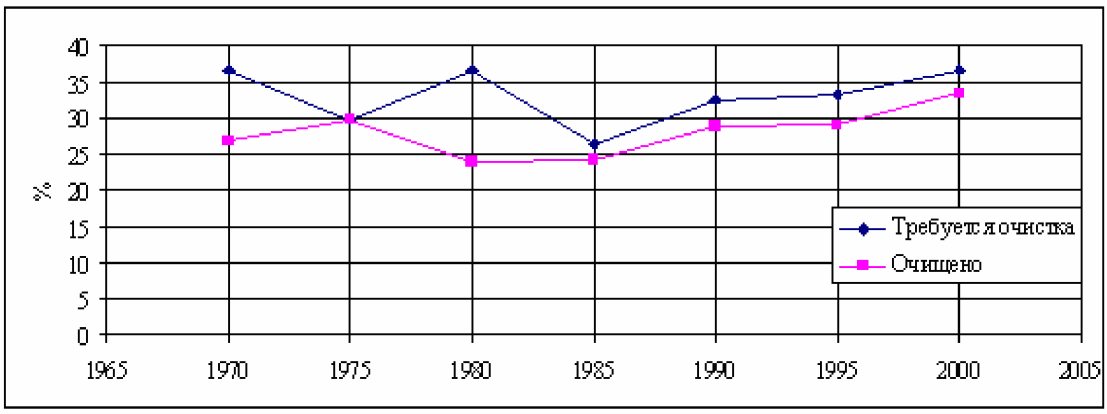



**Рис. 6.3.1.4 Состояние межхозяйственных коллекторов**

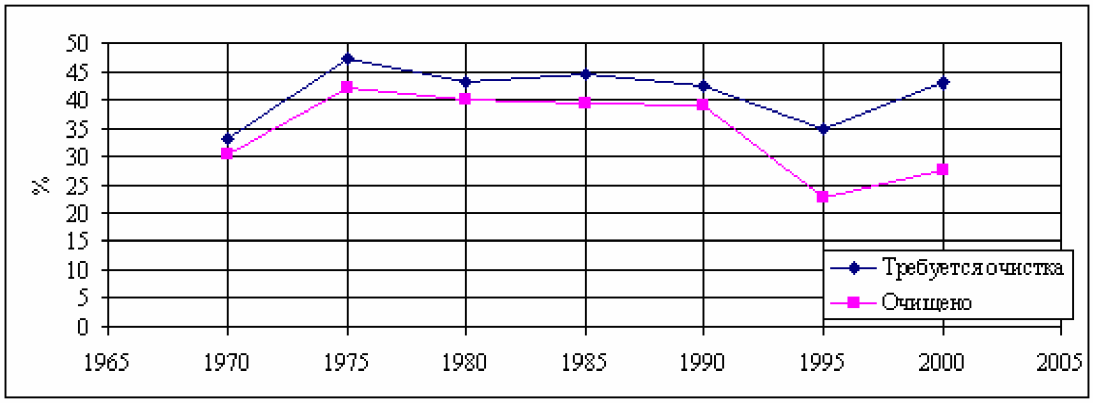



**Рис. 6.3.1.5 Состояние внутрихозяйственного открытого дренажа**

Анализ данных о техническом состоянии межхозяйственной дренажной сети показывает, что ежегодно нуждается в очистке 33,0% межхозяйственных коллекторов. Фактически очистные работы проводятся на 85,0 % от необходимых объемов. Это самые высокие проценты выполнения ремонтных работ по республике. Среднее значение коэффициента готовности составляет 0,95.

По внутрихозяйственной сети объем необходимых очистных работ составляет 40,0%. До 1990 г. выполнялось 90 % необходимого объема работ, При этом коэффициент готовности составлял 0,96. В последние 10 лет объемы очистных работ снизились до 65 %, что привело к снижению коэффициента готовности до 0,83. В целом можно характеризовать техническое состояние открытой дренажной сети как **удовлетворительное**.

Определенный интерес представляют данные об объемах очистки, выражены в кубометрах вынутого из коллекторов грунта. Они приведены для межхозяйственной и внутрихозяйственной сети в таблице 6.3.1.5.

Анализ таблицы 6.3.1.5 показывает, что среднее значение удельных объемов очистки межхозяйственных коллекторов составляет 5,1 $м^3$/га. Сопоставление фактических объемов очистки с допустимым удельным объемом заиления, который равен 5,0 $м^3$/м, показывают, что реальные объемы очистки практически равны рекомендуемым. Фактические удельные объемы очистки внутрихозяйственной сети, составляющие в среднем 3,8 $м^3$/м, в 1,6 раз превышают допустимые значения. Кроме того, за последние 10 лет снизились удельные объемы по внутрихозяйственной сети на 38 %. Здесь мы сталкиваемся с тем, что наряду с уменьшением протяженности очищенных коллекторов и дрен снизились и удельные объемы. Это привело к тому, что внутрихозяйственная сеть на четверть находится в неудовлетворительном состоянии. Такое положение дел объясняется несколькими факторами. В первую очередь, изношенностью землеройной техники: из 216 экскаваторов 127 выпущено до 1980 г. Второй основной причиной является низкая платежеспособность землепользователей.

**Таблица 6.3.1.5 Объемы очистки открытого дренажа**

| Год | Межхозяйственные коллектора | | Внутрихозяйственные коллектора и дрены | |
|---|---|---|---|---|
| | Объем очистки, тыс. $м^3$ | Удельные объемы очистки межхозяйственной сети, $м^3/м$ | Объем очистки, тыс. $м^3$ | Удельные объемы очистки внутрихозяйственной сети, $м^3/м$ |
| 1970 | 5145,9 | 6,21 | 9364,5 | 5,7 |
| 1975 | 5606,0 | 6,04 | 13132,0 | 3,8 |
| 1980 | 4494,4 | 5,04 | 13231,4 | 3,73 |
| 1985 | 5107,0 | 4,86 | 13255,1 | 3,74 |
| 1990 | 5101,6 | 4,54 | 13328,0 | 3,82 |
| 1995 | 5151,7 | 4,59 | 5663,7 | 2,9 |
| 2000 | 5880,0 | 4,22 | 8527,0 | 3,08 |

В таблице 6.3.1.6 даны сведения о затратах на поддержание открытого дренажа в работоспособном состоянии. До 1990 г. стоимость очистки дана в рублях, а далее в сумах. Из таблицы 6.3.1.6 видно, что стоимость очистки до 1990 г. сильно не изменялась, составляя в среднем 0,17 руб. за 1 $м^3$ грунта.

Приведенные данные позволяют подсчитать затраты по содержанию открытого дренажа. По Ферганской области они составили до 1990 г. 11,8 $/га, в 1995 г. – 8,7 $/га, в 2000 г. – 8,3 $/га.

**Таблица 6.3.1.6 Затраты на содержание открытого дренажа**

| Год | Затраты на очистку межхозяйственной сети | Затраты на очистку внутрихозяйственной сети | Стоимость 1 $м^3$ очистки |
|---|---|---|---|
| 1970 | 900,3 т. р. | 1638,4 т.р. | 0,17 р. |
| 1975 | 980,7 т.р. | 2297,7 т.р. | 0,17 р. |
| 1980 | 743,0 т.р. | 2315,0 т.р. | 0,16 р. |
| 1985 | 950,0 т.р. | 2333,4 т.р. | 0,19 р. |
| 1990 | 1149,0 т.р. | 2958,0 т.р. | 0,22 р. |
| 1995 | 9994,0 т.с. | 10987,2 т.с. | 1,94 с. |
| 2000 | 223054,0 т.с. | 323466,0 т.с. | 37,9 с. |

В таблице 6.3.1.7 даны данные по выходу дрен из строя и объемам ремонтных работ.

**Таблица 6.3.1.7 Данные технического состояния и ремонтов ЗГД**

| Год | Протяженность, км | Отказало | | Отремонтировано | | Коэффициент готовности |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Длина, км | От общей протяженности, % | Длина, км | От необходимого объема, % | |
| 1990 | 1185,2 | 108,3 | 9,1 | 62,0 | 57,2 | 0,94 |
| 1995 | 1332,4 | 323,4 | 24,2 | 28 | 8,6 | 0,78 |
| 2000 | 1332,4 | 620,0 | 46,5 | 15 | 2,4 | 0,55 |

Из рис. 6.3.1.6 видно, что, начиная с 1990 г., происходит резкое ухудшение технического состояния дренажа. Из работавших в 1997 г. 4 дренопромывщиков ПДТ-125 в рабочем состоянии остался лишь один. При интенсивности отказов 7 % ежегодно необходимо восстанавливать 93 км закрытых дрен, а восстанавливается всего 15 км. Это привело к тому, что на сегодняшний день в нерабочем состоянии находится около 25 % ЗГД.

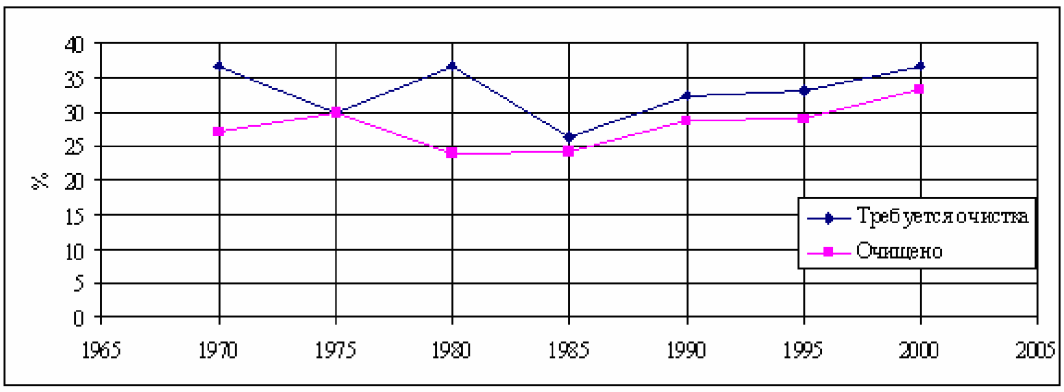



**Рис. 6.3.1.6 Состояние межхозяйственных коллекторов**

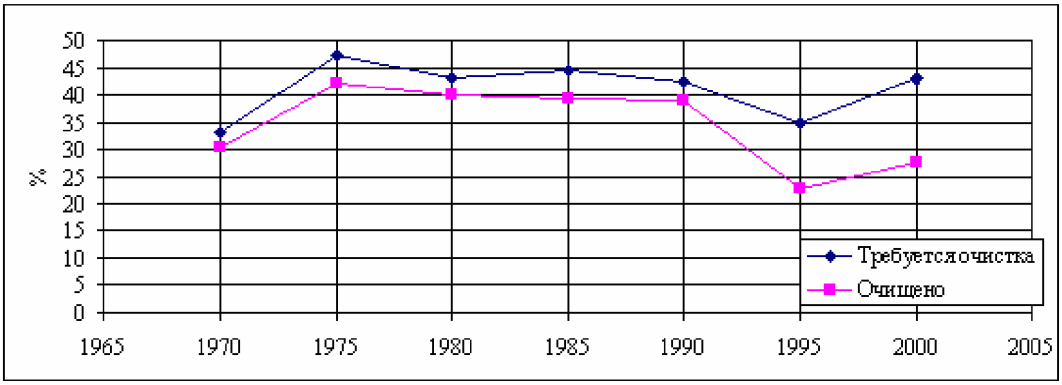



**Рис. 6.3.1.7 Состояние внутрихозяйственного открытого дренажа**

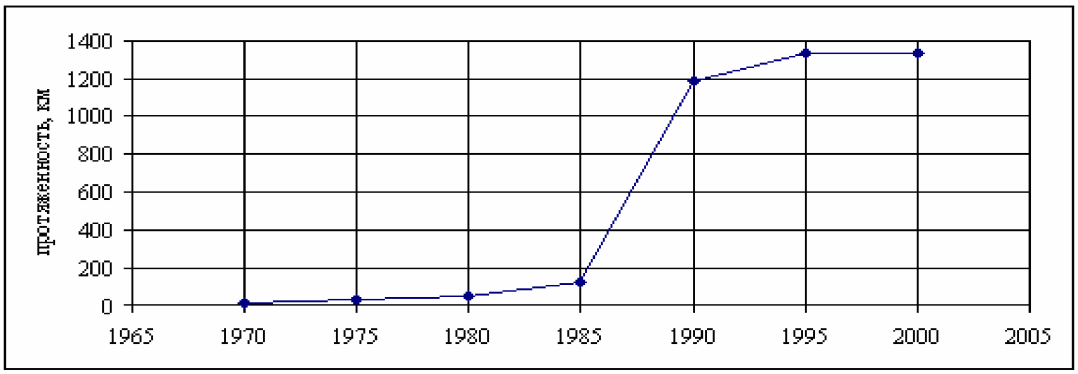



**Рис. 6.3.1.8 Состояние закрытого горизонтального дренажа**

Согласно инженерно-мелиоративного районирования орошаемой территории Ферганской долины, перспективная площадь внедрения СВД составляет 413 тыс.га, из которых на долю Ферганской области приходится 280-290 тыс.га, а остальная часть относится к Наманганской и Андижанской областям. На площади 413 тыс. га предусматривалось строительство более 800-1000 высокодебитных скважин вертикального дренажа с площадью обслуживания одним насосным колодцем от 60-80 до 120-140 га. Проектная глубина скважин варьирует в пределах 30-40 м и более, из которых длина фильтра составляет 10-25 м. При таких параметрах скважин расчетный дебит скважины изменяется в пределах 30-60 л/с и более. Строительство скважин вертикального дренажа в Ферганской области было начато в 1965 г. и продолжалось до 1995 г.

В процессе развития дренажных работ имело место некоторое отклонение от районирования САНИИРИ: система вертикального дренажа повсеместно накладывалось на уже постро-

енную горизонтальную коллекторно-дренажную сеть. Начиная с 1976 г. количество эксплуатируемых скважин росло от 95 в 1970 году до 1288 шт. в 2000 г. (таблица 6.3.1.8). В соответствии с этим росла и дренируемая площадь от 9,6 тыс.га до 88,2 тыс.га (таблица 6.3.1.8). Все скважины СВД строились с использованием металлических труб диаметром 300-400 м, глубиной от 40 м до 50 м, реже до 60 м. Длина фильтра 10-25 м, диаметр бурения 900-1000 мм. Поскольку водоносный горизонт в Ферганской долине представлен в основном гравийно-песчаными грунтами и галечниками, скважины здесь имеют относительно высокие дебиты (от 25-30 до 60-70 л/с и более), при удельных дебитах от 3-5 до 10 л/с/м на 1 м понижения (таблица 6.3.1.9). Данные таблицы 6.3.1.9 показывают, что фактические параметры близки к прогнозным значениям САНИИРИ.

Объем откачек из системы скважин формируются в зависимости от дебита, количества эксплуатируемых скважин и их продолжительности работы в течение года, выражаемой показателем КПРС (коэффициентом полезной работы систем – отношение фактической продолжительности скважин к календарному сроку за вычетом времени для ремонтно-восстановительных работ).

КПРС по Ферганской области в годы относительно удовлетворительной эксплуатации систем (1970-1990 гг.) изменялся в пределах от 0,46 (1985 г.) до 07,6 (1980 г). В эти годы объем откачки составлял соответственно 514,1 млн.м$^3$ или 7588, 2 м$^3$/га в год и 5724,0 м$^3$/га. Максимальный объем откачки приходится на 1990 г., когда он составил 633,1 млн.м$^3$ или 7800,2 м$^3$/га в год при КПРС 0,51. Начиная с 1990 г. наблюдается снижение объема откачек и, соответственно, удельный объем водоотведения с орошаемых земель, что связано как с уменьшением количества эксплуатируемых скважин, так и значений КПРС. В 1995 и 2000 гг. объем откачек составил 405 млн.м$^3$, при количестве эксплуатируемых скважин 750 шт. и КПРС = 0,39 и 390 млн.м$^3$ (4,5 тыс. м$^3$/га), при количестве скважин 1288 и КПРС=0,33 соответственно (таблица 6.3.1.1).

В годы удовлетворительной работы (1970-1990 гг.) система обеспечивала высокую дренированность орошаемых земель: в пределах от 5,7-7,8 тыс. м$^3$/га. В эти годы в районах усиленного развития СВД, таких как Кувинский, Ташлакский, Багдадский и Бешарыкский складывались отрицательные водно-солевые балансы орошаемой территории.

. В 1970-1990 гг. высокая дренированность, созданная системой ВД, позволила регулировать уровень грунтовых вод в период вегетации в пределах 2,0-2,5 м, чем обусловила благоприятный водно-солевой режим орошаемых земель, обеспечивший высокую урожайность сельхозкультур. В эти годы урожайность основной культуры – хлопчатника – была выше 30-32 ц/га.

Вместе с тем удовлетворительная работа систем с КПРС от 0,5 до 0,7 обеспечивалась большими эксплуатационными затратами, значения которых изменялись от 3336 руб. до 5346 руб. на одну скважину. Удельные затраты на 1 га составили 30-50 руб. в ценах 1984 г., причем затраты на электроэнергию составляют 30-50 %.

**Таблица 6.3.1.8 Эксплуатационная характеристика системы вертикального дренажа Ферганской области (по состоянию на 01.01.1987 г.)**

| Район | Количество | Площадь, тыс.га | Гидрогеологические условия | Мелиоративные условия | Мелиоративное задание | Эксплуатационные параметры скважины | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | Глубина, м | Длина фильтра, м | Дебит, л/с | Удельные дебиты, л/с | Минерализация откачиваемых вод, г/л |
| Кувинский | 231 | 19,89 | Зона слабого руслового выклинивания грунтовых вод | Незасоленные и слабо засоленные | Осушение и перехват подземных вод | 40-50 | 15-23 | 60-90 | 3-10 | 0,5-2,0 |
| Ташлакский | 96 | 11,76 | | | Осушение земель | 40-50 | 15-23 | 30-50 | 3-10 | 0,5-1,5 |
| Багдадский | 80 | 5,95 | Зона интенсивного выклинивания грунтовых вод | Слабозасоленные | Осушение и частично рассоление земель | 40-50 | 18-23 | 30-50 | 3-10 | 0,5-1,5 |
| Бешарыкский | 125 | 5,94 | | среднезасоленные | Рассоление земель | 27-60,7 | 7,2-23 | 8-50 | 1,4-5 | 0,3-2,5 |

**Таблица 6.3.1.9 Динамика водно-солевых балансов территорий Ферганской области, мелиорируемых системами вертикального дренажа**

| Элементы водно-солевого баланса | | Кувинский район | | | Ташлакский район | | | Багдадский район | | | Бешарыкский район | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1976 | 1978 | 1987 | 1976 | 1978 | 1987 | 1976 | 1978 | 1987 | 1976 | 1978 | 1987 |
| Водоподача, В | $м^3$/га | 6551 | 6589 | 7065 | 7209 | 7539 | 6637 | 8476 | 10520 | 9270 | 8279 | 7672 | 7712 |
| | т/га | 5,25 | 5,27 | 4,90 | 4,69 | 4,9 | 4,01 | 5,93 | 7,36 | 5,93 | 5,43 | 4,69 | 5,01 |
| Атмосферные осадки Q | $м^3$/га | 1789 | 2001 | 3472 | 1789 | 2001 | 3472 | 1141 | 1065 | 1616 | 1141 | 1065 | 1616 |
| | т/га | 0,716 | 0,8 | 1,22 | 0,716 | 0,8 | 1,22 | 0,456 | 0,456 | 0,65 | 0,456 | 0,426 | 0,65 |
| Фильтрация из каналов, Фк | $м^3$/га | 3627 | 3648 | 3482 | 3882 | 4058 | 3130 | 4564 | 4554 | 5215 | 3401 | 3196 | 3566 |
| | т/га | 2,12 | 2,13 | 2,08 | 2,33 | 2,43 | 1,88 | 2,74 | 2,4 | 2,19 | 2,04 | 1,92 | 2,31 |
| Суммарное испарение Е+Т | $м^3$/га | 8171 | 8171 | 8477 | 8286 | 8239 | 8747 | 7940 | 8224 | 8150 | 7800 | 7890 | 8050 |
| Разность притока и оттока подземных вод, П - О: | $м^3$ | 1951 | 2497 | 6677 | 3530 | 3865 | 6155 | 4977 | 1336 | 6506 | 3100 | 3834 | 4120 |
| | $м^3$/га | 0,78 | 1,0 | 2,67 | 1,41 | 1,42 | 2,46 | 1,99 | 0,53 | 2,66 | 1,24 | 1,53 | 1,65 |
| Отток по КДС: Dкdc | $м^3$/га | 5803 | 6344 | 11316 | 8040 | 8030 | 10011 | 10377 | 10137 | 14400 | 7712 | 7757 | 8950 |
| | т/га | 9,75 | 10,72 | 19,24 | 13,02 | 12,69 | 17,02 | 16,6 | 16,51 | 23,9 | 21,9 | 15,97 | 20,14 |
| Изменение засоления грунтовых вод: ΔW | $м^3$/га | -156 | 120 | 0 | 84 | 192 | 636 | 84 | 45 | 51 | 400 | 120 | 4 |
| | т/га | -0,089 | -1,52 | -8,47 | -3,89 | -3,41 | -6,81 | -5,48 | -4,78 | -12,47 | -12,47 | -7,1 | -10,52 |

Начиная с 1996 г. ухудшился уровень эксплуатации СВД, что связано с повышением стоимости электроэнергии, несоответствием параметров скважин насосно-силовому оборудованию и отсутствием запчастей к ним, а также интенсивным снижением работоспособности самих скважин.

На современном уровне эксплуатационные затраты СВД на 1 га не превышают 6-7 долларов США, против 30-50 долларов в 1970-1990 гг. В связи с ухудшением эксплуатации КПРС снизились до 0,33 в 1995-2000 гг. (фактически, если считать по затратам на электроэнергию, они еще ниже - 0,2-0,25). С другой стороны, работоспособность скважин, эксплуатируемых в условиях минерализованных вод, снизилась на 30-40 % и более по причине коррозийных разрушений и отложения их продуктов в фильтрах. В Ферганской области, как и в Бухарской, на скважинах протекает процесс карбонизации с отложением солевого карбоната кальция. Параметры скважин вертикального дренажа также близки параметрам скважин в Бухарской области. Поэтому рекомендуется очистку скважин осуществлять с помощью «долото-ерша».

Для условий Ферганской области одной бригадой в составе трех человек с комплектом оборудования, машин и механизмов можно восстановить производительность 40,35 дренажных скважин в течение года при односменной работе. В летний период (около 6 месяцев) работы по ремонту дренажных скважин можно организовать в две смены. Тогда количество восстанавливаемых дренажных скважин в течение года одной бригадой составит 60,47 шт.

Рис. 6.3.1.9 иллюстрирует распределение орошаемых земель по глубине залегания грунтовых вод.

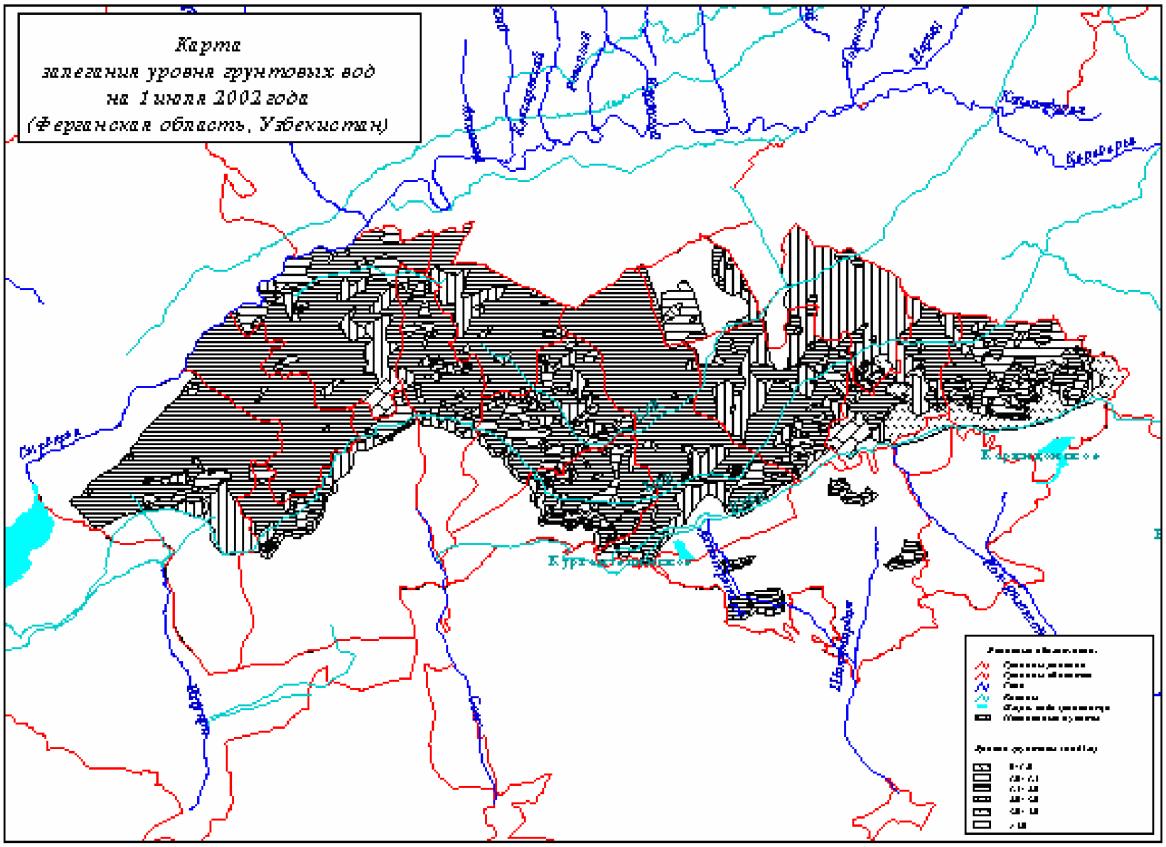



**Рис. 6.3.1.9 Карта УГВ на июль 2002 г.**

В таблице 6.3.1.10 и на рис. 6.3.1.10 в виде диаграмм отражено распределение орошаемых земель по УГВ за 1990-1999 гг.

**Таблица 6.3.1.10 Распределение орошаемых площадей Ферганской области по глубине залегания грунтовых вод**

| Год | Период | Диапазон изменения УГВ, м | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | тыс.га | | | | | | относительная площадь | | | | | |
| | | <1,0 | 1,0-1,5 | 1,5-2,0 | 2,0-3,0 | 3,0-5,0 | >5,0 | <1,0 | 1-1,5 | 1,5-2 | 2-3,0 | 3-5,0 | >5,0 |
| 1990 | апрель | 1,20 | 21,30 | 112,30 | 114,30 | 60,90 | 43,70 | 0,00 | 0,06 | 0,32 | 0,32 | 0,17 | 0,12 |
| | июль | 1,60 | 15,90 | 108,60 | 126,60 | 58,50 | 42,50 | 0,00 | 0,04 | 0,31 | 0,36 | 0,17 | 0,12 |
| | октябрь | 0,80 | 10,60 | 92,00 | 148,70 | 26,60 | 75,00 | 0,00 | 0,03 | 0,26 | 0,42 | 0,08 | 0,21 |
| 1991 | апрель | 1,30 | 16,90 | 109,90 | 120,50 | 58,40 | 43,80 | 0,00 | 0,05 | 0,31 | 0,34 | 0,17 | 0,12 |
| | июль | 1,20 | 15,90 | 111,30 | 124,60 | 58,30 | 39,50 | 0,00 | 0,05 | 0,32 | 0,36 | 0,17 | 0,11 |
| | октябрь | 1,00 | 13,30 | 103,20 | 136,20 | 52,30 | 44,80 | 0,00 | 0,04 | 0,29 | 0,39 | 0,15 | 0,13 |
| 1992 | апрель | 1,40 | 22,90 | 97,20 | 125,00 | 60,80 | 42,30 | 0,00 | 0,07 | 0,28 | 0,36 | 0,17 | 0,12 |
| | июль | 1,30 | 18,90 | 106,40 | 121,60 | 56,60 | 44,80 | 0,00 | 0,05 | 0,30 | 0,35 | 0,16 | 0,13 |
| | октябрь | 1,20 | 18,30 | 112,60 | 118,50 | 49,80 | 49,20 | 0,00 | 0,05 | 0,32 | 0,34 | 0,14 | 0,14 |
| 1993 | апрель | 1,10 | 24,10 | 108,70 | 114,00 | 54,80 | 51,80 | 0,00 | 0,07 | 0,31 | 0,32 | 0,15 | 0,15 |
| | июль | 1,30 | 19,30 | 111,00 | 116,90 | 59,20 | 46,80 | 0,00 | 0,05 | 0,31 | 0,33 | 0,17 | 0,13 |
| | октябрь | 1,40 | 19,60 | 115,60 | 117,60 | 54,70 | 45,60 | 0,00 | 0,06 | 0,33 | 0,33 | 0,15 | 0,13 |
| 1994 | апрель | 1,40 | 28,30 | 101,20 | 115,00 | 51,50 | 58,70 | 0,00 | 0,08 | 0,28 | 0,32 | 0,14 | 0,16 |
| | июль | 1,40 | 18,50 | 111,90 | 118,00 | 58,70 | 47,60 | 0,00 | 0,05 | 0,31 | 0,33 | 0,16 | 0,13 |
| | октябрь | 1,60 | 19,40 | 115,70 | 118,30 | 52,80 | 48,30 | 0,00 | 0,05 | 0,32 | 0,33 | 0,15 | 0,14 |
| 1995 | апрель | 2,70 | 29,00 | 102,50 | 110,60 | 51,10 | 61,20 | 0,01 | 0,08 | 0,29 | 0,31 | 0,14 | 0,17 |
| | июль | 1,40 | 19,70 | 121,70 | 107,00 | 58,10 | 49,20 | 0,00 | 0,06 | 0,34 | 0,30 | 0,16 | 0,14 |
| | октябрь | 2,00 | 21,10 | 94,90 | 123,90 | 68,90 | 46,30 | 0,01 | 0,06 | 0,27 | 0,35 | 0,19 | 0,13 |
| 1996 | апрель | 2,90 | 28,40 | 106,10 | 111,00 | 59,20 | 50,60 | 0,01 | 0,08 | 0,30 | 0,31 | 0,17 | 0,14 |
| | июль | 1,90 | 20,70 | 121,90 | 107,60 | 58,10 | 49,60 | 0,01 | 0,06 | 0,34 | 0,30 | 0,16 | 0,14 |
| | октябрь | 1,80 | 23,00 | 76,80 | 142,10 | 66,80 | 47,60 | 0,01 | 0,06 | 0,21 | 0,40 | 0,19 | 0,13 |
| 1997 | апрель | 2,64 | 31,40 | 121,90 | 100,66 | 51,70 | 51,20 | 0,01 | 0,09 | 0,34 | 0,28 | 0,14 | 0,14 |
| | июль | 1,52 | 18,98 | 123,23 | 114,77 | 57,20 | 43,48 | 0,00 | 0,05 | 0,34 | 0,32 | 0,16 | 0,12 |
| | октябрь | 1,69 | 23,07 | 82,83 | 139,24 | 67,07 | 45,60 | 0,00 | 0,06 | 0,23 | 0,39 | 0,19 | 0,13 |
| 1998 | апрель | 3,34 | 34,30 | 136,60 | 95,60 | 39,60 | 50,80 | 0,01 | 0,10 | 0,38 | 0,27 | 0,11 | 0,14 |
| | июль | 1,44 | 21,78 | 133,30 | 112,60 | 44,70 | 46,40 | 0,00 | 0,06 | 0,37 | 0,31 | 0,12 | 0,13 |
| | октябрь | 1,68 | 20,84 | 117,60 | 115,10 | 53,30 | 51,70 | 0,00 | 0,06 | 0,33 | 0,32 | 0,15 | 0,14 |
| 1999 | апрель | 3,02 | 36,79 | 152,19 | 76,67 | 39,07 | 49,01 | 0,01 | 0,10 | 0,43 | 0,21 | 0,11 | 0,14 |
| | июль | 1,46 | 22,98 | 143,24 | 106,91 | 42,04 | 40,11 | 0,00 | 0,06 | 0,40 | 0,30 | 0,12 | 0,11 |
| | октябрь | 2,32 | 25,57 | 134,27 | 94,02 | 51,38 | 49,17 | 0,01 | 0,07 | 0,38 | 0,26 | 0,14 | 0,14 |
| 2000 | апрель | 3,02 | 36,79 | 152,19 | 76,67 | 39,07 | 49,01 | 0,01 | 0,10 | 0,43 | 0,21 | 0,11 | 0,14 |
| | июль | 1,46 | 22,98 | 143,24 | 106,91 | 42,04 | 40,11 | 0,00 | 0,06 | 0,40 | 0,30 | 0,12 | 0,11 |
| | октябрь | 2,32 | 25,57 | 134,27 | 94,02 | 51,38 | 49,17 | 0,01 | 0,07 | 0,38 | 0,26 | 0,14 | 0,14 |

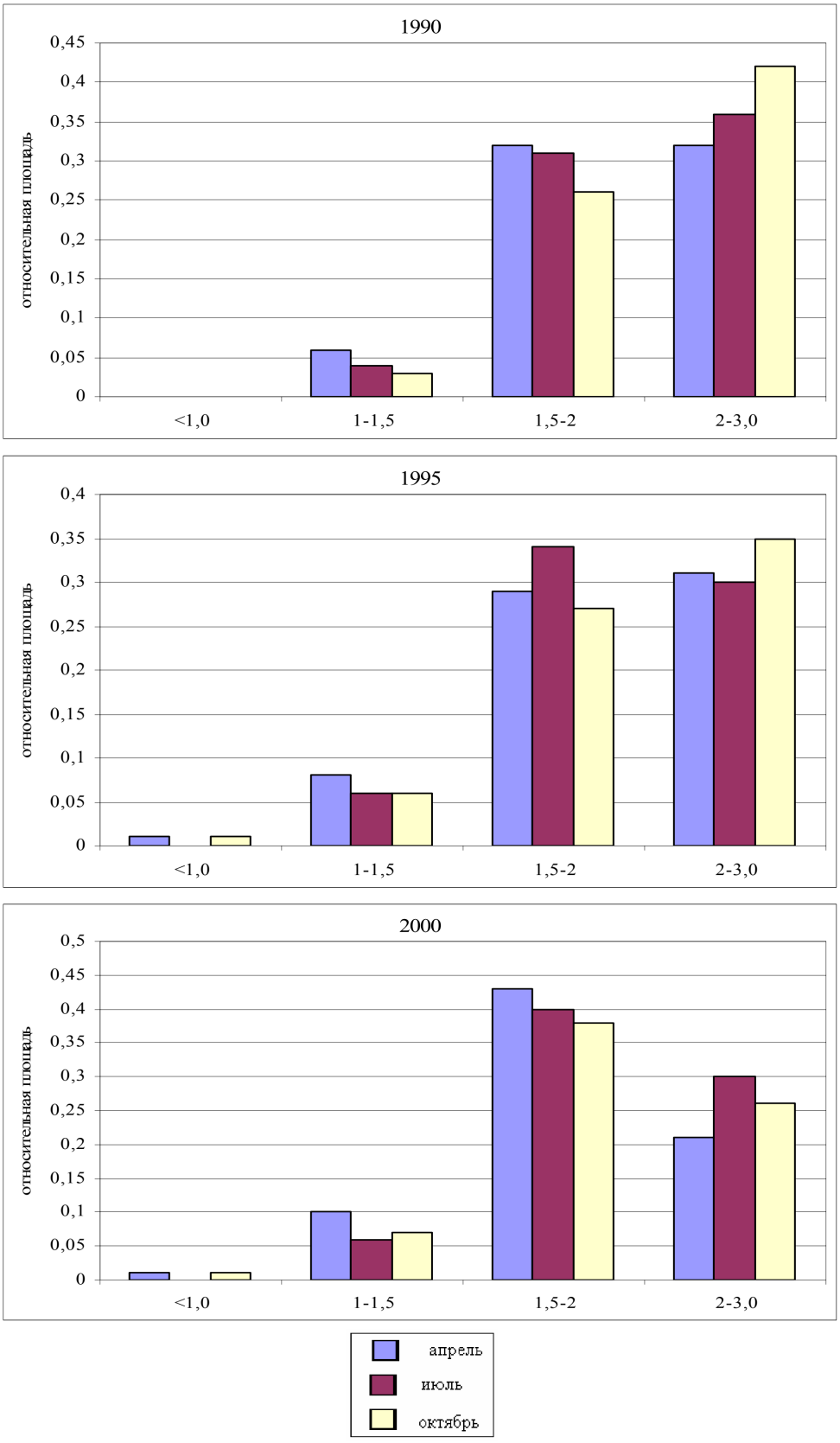



**Рис. 6.3.1.10 Распределение орошаемых площадей по глубине залегания грунтовых вод**

Таблица 6.3.1.11 и рис. 6.3.1.11 иллюстрируют распределение площадей по минерализации грунтовых вод за 1990-1999 гг.

**Таблица 6.3.1.11 Распределение орошаемых площадей по минерализации грунтовых вод**

| Год | Период | Диапазон изменения МГВ, г/л | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | тыс.га | | | | | относительная площадь | | | | |
| | | <1,0 | 1,0-3,0 | 3-5,0 | 5,0-10,0 | >10 | <1,0 | 1,0-3,0 | 3,0-5,0 | 5,0-10 | >10 |
| 1990 | апрель | 113,1 | 158,5 | 74,2 | 7,9 | 0 | 0,32 | 0,45 | 0,21 | 0,02 | 0,00 |
| | июль | 116,6 | 158,5 | 68,2 | 12,4 | 0 | 0,33 | 0,45 | 0,19 | 0,03 | 0,00 |
| | октябрь | 114,6 | 158,8 | 69,5 | 10,4 | 0,4 | 0,32 | 0,45 | 0,20 | 0,03 | 0,00 |
| 1991 | апрель | 113,3 | 159,9 | 69,3 | 8,3 | 0 | 0,32 | 0,46 | 0,20 | 0,02 | 0,00 |
| | июль | 114,6 | 159,1 | 64,9 | 12,2 | 0 | 0,33 | 0,45 | 0,19 | 0,03 | 0,00 |
| | октябрь | 120,5 | 155 | 64 | 10,9 | 0,4 | 0,34 | 0,44 | 0,18 | 0,03 | 0,00 |
| 1992 | апрель | 105,9 | 159,2 | 75,9 | 8,6 | 0 | 0,30 | 0,46 | 0,22 | 0,02 | 0,00 |
| | июль | 110,9 | 153,5 | 75,6 | 9,6 | 0 | 0,32 | 0,44 | 0,22 | 0,03 | 0,00 |
| | октябрь | 119 | 159 | 61 | 10 | 0,6 | 0,34 | 0,45 | 0,17 | 0,03 | 0,00 |
| 1993 | апрель | 106,4 | 155,8 | 82 | 10,1 | 0,2 | 0,30 | 0,44 | 0,23 | 0,03 | 0,00 |
| | июль | 113,3 | 159,6 | 69,7 | 11,4 | 0,5 | 0,32 | 0,45 | 0,20 | 0,03 | 0,00 |
| | октябрь | 121,9 | 165,8 | 58,4 | 7,5 | 0,9 | 0,34 | 0,47 | 0,16 | 0,02 | 0,00 |
| 1994 | апрель | 108,8 | 157,3 | 82 | 7,5 | 0,5 | 0,31 | 0,44 | 0,23 | 0,02 | 0,00 |
| | июль | 127,4 | 160,1 | 60,4 | 7,7 | 0,5 | 0,36 | 0,45 | 0,17 | 0,02 | 0,00 |
| | октябрь | 124,1 | 161,7 | 60,6 | 9,1 | 0,6 | 0,35 | 0,45 | 0,17 | 0,03 | 0,00 |
| 1995 | апрель | 109,8 | 162,5 | 76,7 | 7,2 | 0,9 | 0,31 | 0,46 | 0,21 | 0,02 | 0,00 |
| | июль | 110,8 | 162,4 | 75,8 | 7,6 | 0,5 | 0,31 | 0,45 | 0,21 | 0,02 | 0,00 |
| | октябрь | 108,7 | 152,4 | 86,7 | 8,3 | 1 | 0,30 | 0,43 | 0,24 | 0,02 | 0,00 |
| 1996 | апрель | 102,8 | 179,1 | 70,1 | 6,3 | 0 | 0,29 | 0,50 | 0,20 | 0,02 | 0,00 |
| | июль | 114,1 | 160,8 | 75,4 | 8 | 0,4 | 0,32 | 0,45 | 0,21 | 0,02 | 0,00 |
| | октябрь | 109 | 153,1 | 87 | 8,7 | 0,9 | 0,30 | 0,43 | 0,24 | 0,02 | 0,00 |
| 1997 | апрель | 105,66 | 180,06 | 68,54 | 5,24 | 0 | 0,29 | 0,50 | 0,19 | 0,01 | 0,00 |
| | июль | 102,92 | 171,6 | 75,8 | 6,18 | 0 | 0,29 | 0,48 | 0,21 | 0,02 | 0,00 |
| | октябрь | 106,14 | 175,1 | 72,25 | 6,01 | 0 | 0,30 | 0,49 | 0,20 | 0,02 | 0,00 |
| 1998 | апрель | 104,26 | 192,96 | 56,55 | 6,45 | 0 | 0,29 | 0,54 | 0,16 | 0,02 | 0,00 |
| | июль | 89,85 | 195,6 | 67,9 | 6,87 | 0 | 0,25 | 0,54 | 0,19 | 0,02 | 0,00 |
| | октябрь | 119,78 | 179 | 50,2 | 11,24 | 0 | 0,33 | 0,50 | 0,14 | 0,03 | 0,00 |
| 1999 | апрель | 97,22 | 189,06 | 63,798 | 6,666 | 0 | 0,27 | 0,53 | 0,18 | 0,02 | 0,00 |
| | июль | 77,42 | 199,95 | 74,86 | 4,49 | 0,02 | 0,22 | 0,56 | 0,21 | 0,01 | 0,00 |
| | октябрь | 107,906 | 200,959 | 41,266 | 6,613 | 0 | 0,30 | 0,56 | 0,12 | 0,02 | 0,00 |
| 2000 | апрель | 97,22 | 189,06 | 63,798 | 6,666 | 0 | 0,27 | 0,53 | 0,18 | 0,02 | 0,00 |
| | июль | 77,42 | 199,95 | 74,86 | 4,49 | 0,02 | 0,22 | 0,56 | 0,21 | 0,01 | 0,00 |
| | октябрь | 107,906 | 200,959 | 41,266 | 6,613 | 0 | 0,30 | 0,56 | 0,12 | 0,02 | 0,00 |

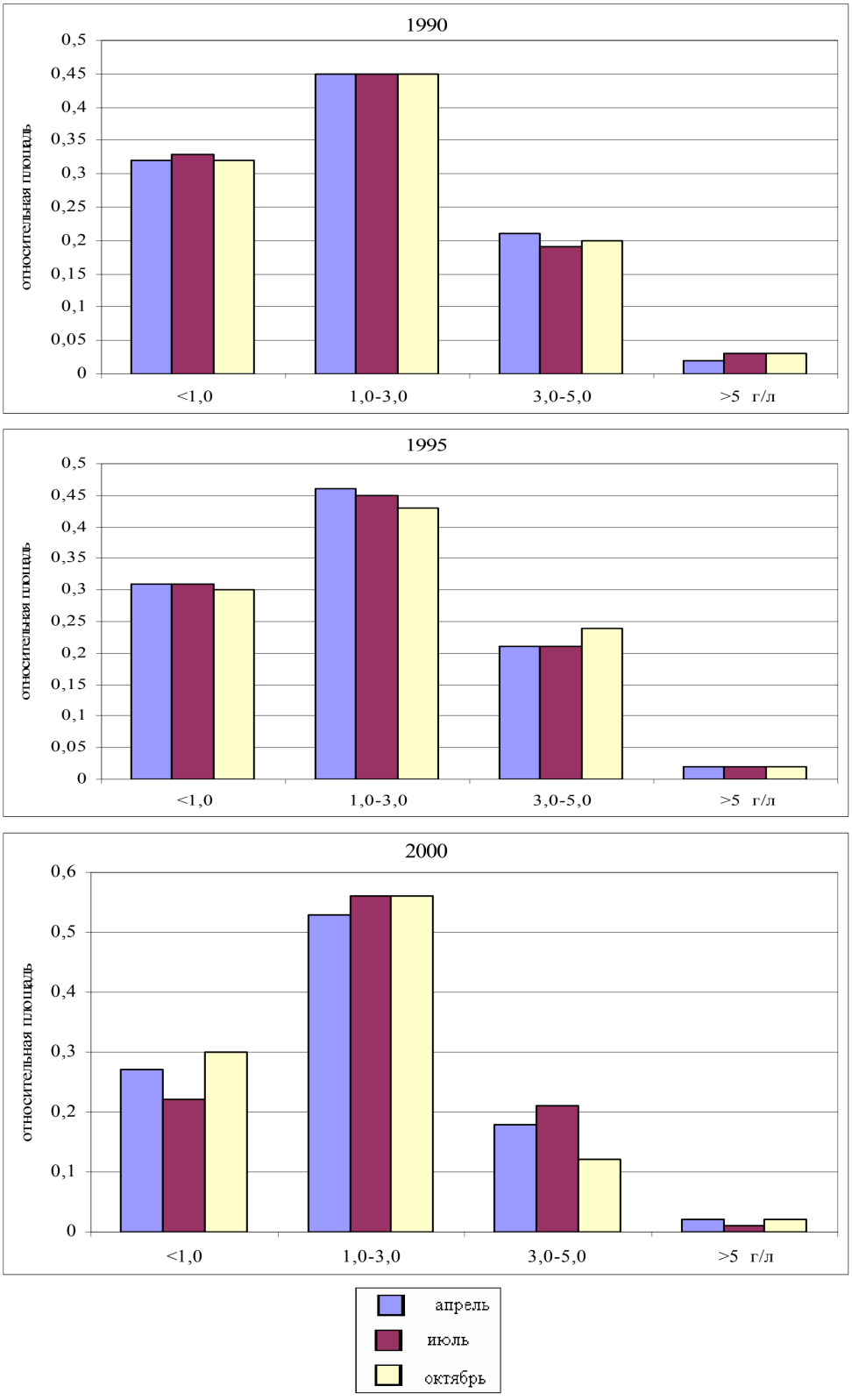



**Рис. 6.3.1.11 Распределение орошаемых площадей по минерализации грунтовых вод**

В таблице 6.3.1.12 и на рис. 6.3.1.12 и 6.3.1.13 показано распределение орошаемых земель Ферганской области по степени засоления почв.

**Таблица 6.3.1.12 Распределение орошаемых площадей по степени засоления**

| Год | незасол. | слабо | средне | сильно | незасол. | слабо | средне | сильно |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | тыс.га | | | | относительная площадь | | | |
| 1990 | 167,2 | 141 | 33 | 8,5 | 0,48 | 0,40 | 0,09 | 0,02 |
| 1991 | 151,4 | 155,9 | 33,7 | 8,1 | 0,43 | 0,45 | 0,10 | 0,02 |
| 1992 | 148,9 | 157,8 | 33,2 | 9,4 | 0,43 | 0,45 | 0,10 | 0,03 |
| 1993 | 146,1 | 166,3 | 32 | 5,6 | 0,42 | 0,48 | 0,09 | 0,02 |
| 1994 | 140,9 | 171,9 | 32 | 5,7 | 0,40 | 0,49 | 0,09 | 0,02 |
| 1995 | 141 | 173 | 32 | 5,6 | 0,40 | 0,49 | 0,09 | 0,02 |
| 1996 | 149,7 | 172,1 | 32,2 | 5,5 | 0,42 | 0,48 | 0,09 | 0,02 |
| 1997 | 158,1 | 162,2 | 33,6 | 5,9 | 0,44 | 0,45 | 0,09 | 0,02 |
| 1998 | 169,2 | 95,7 | 65,5 | 29,7 | 0,47 | 0,27 | 0,18 | 0,08 |
| 1999 | 123,5 | 103,8 | 66,8 | 29,6 | 0,38 | 0,32 | 0,21 | 0,09 |

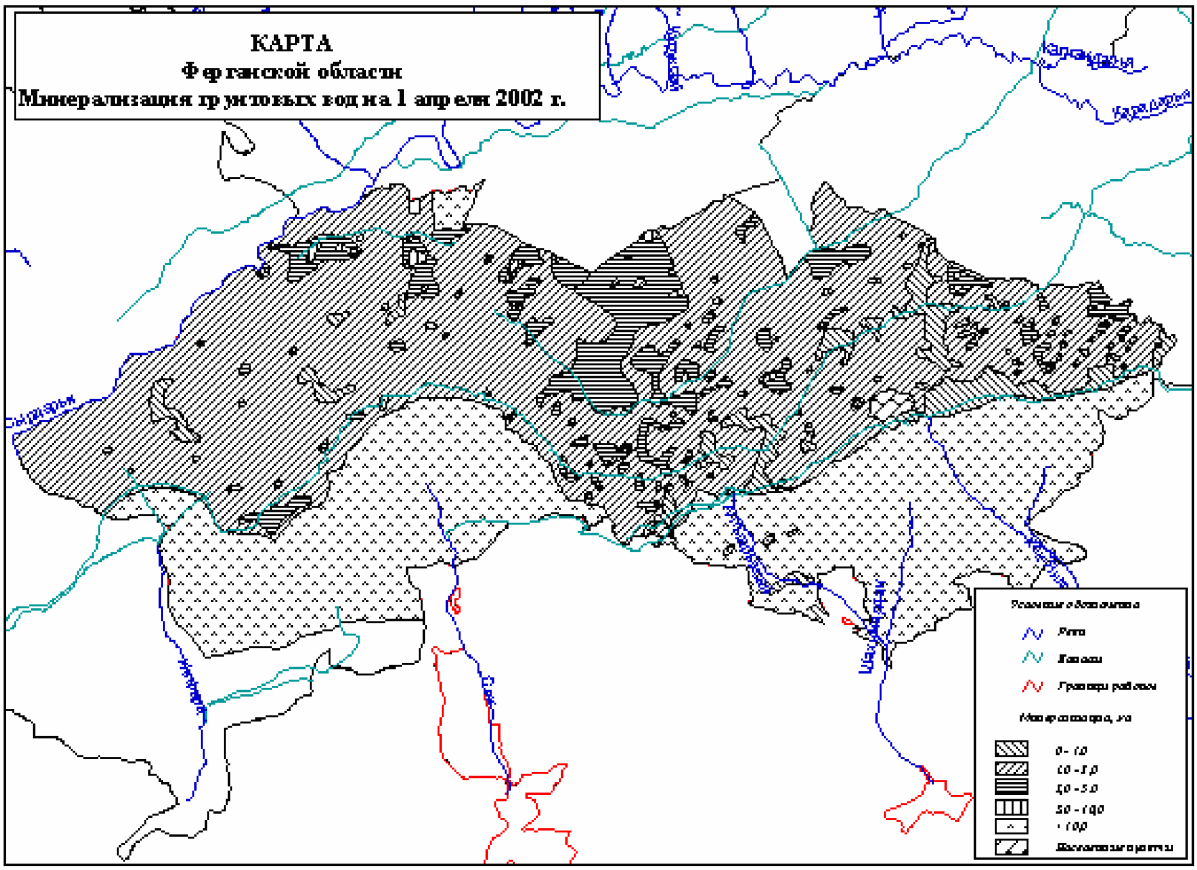



**Рис. 6.3.1.12 Карта минерализации грунтовых вод на 1 апреля 2002 г.**

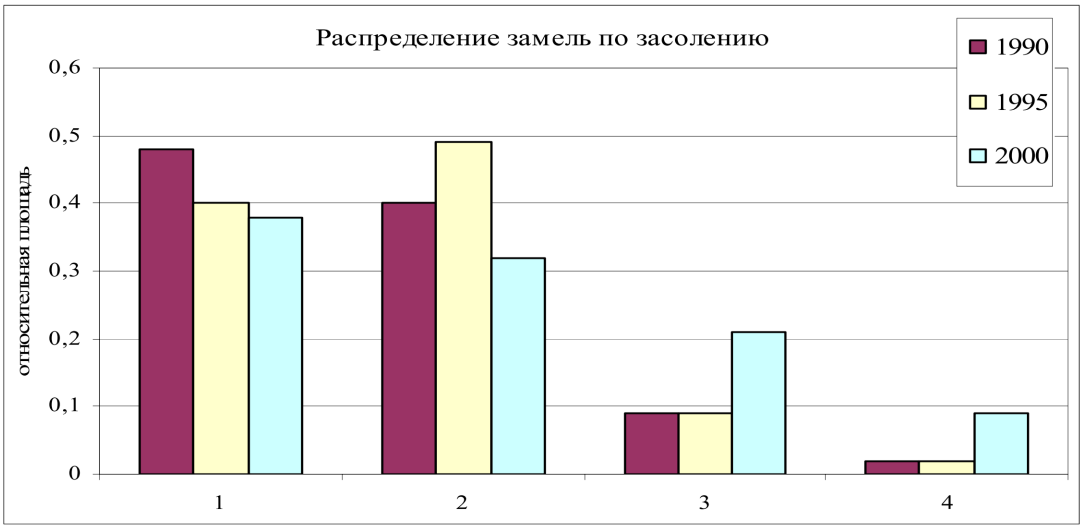



**Рис. 6.3.1.13 Распределение почв по степени засоления**

Рис. 6.3.1.14 иллюстрирует почвы Ферганской области.

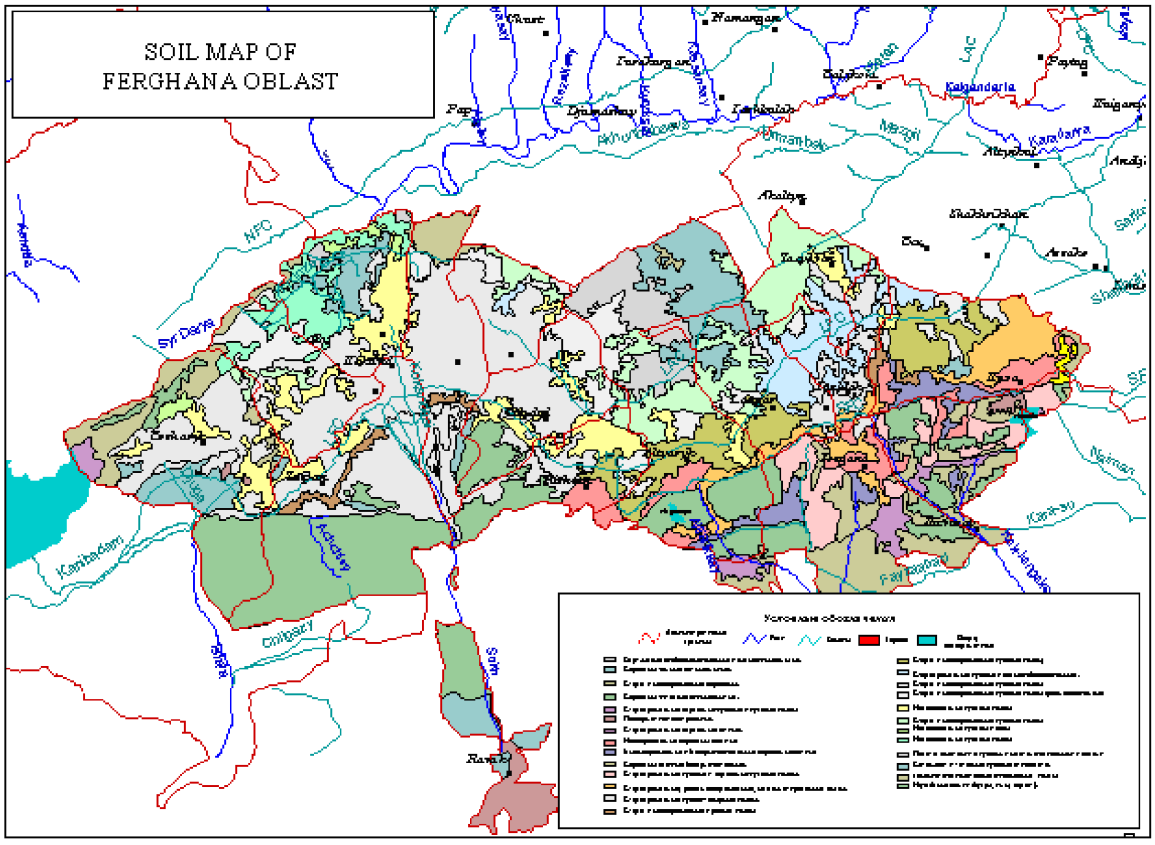


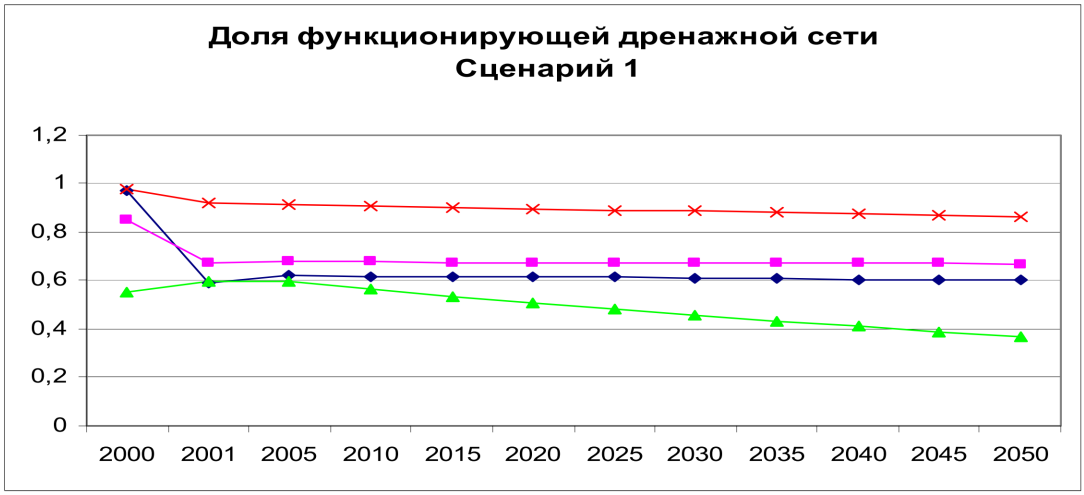

**Рис. 6.3.1.14 Почвенная карта Ферганской области.**

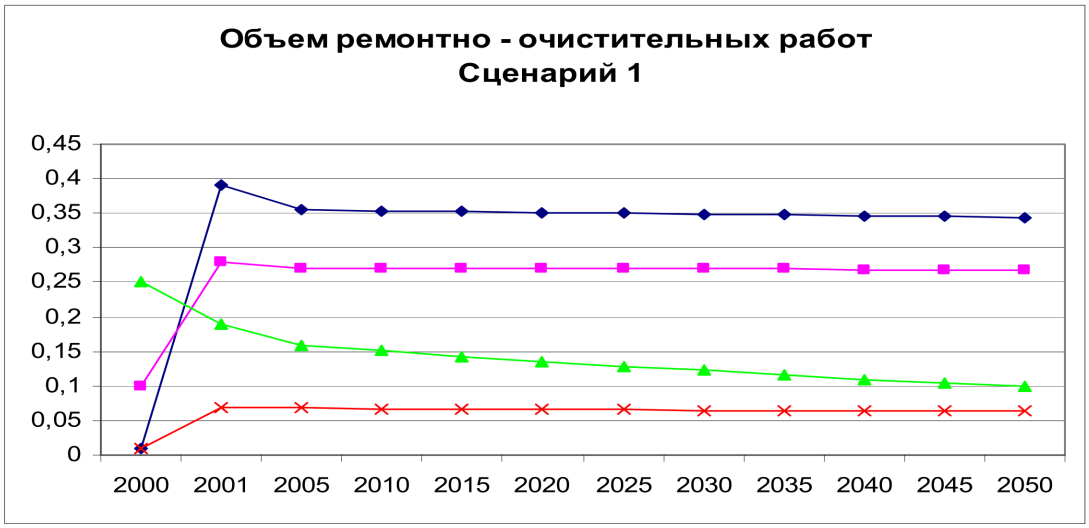
## 6.3.2 Моделирование и прогноз

### 6.3.2.1 Основные параметры орошаемой территории

**Таблица 6.3.2.1**

| | ******** Технический уровень ГМС ********* | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Годы | 1970 | 1975 | 1980 | 1985 | 1990 | 1995 | 2000 |
| Орошаемая площадь, тыс. га | 286,7 | 306,4 | 318,4 | 335,9 | 353,7 | 358,4 | 356,8 |
| Дренируемая площадь, тыс.га | 188 | 230 | 237 | 246 | 261 | 261 | 261 |
| Протяженность дренажа, км | | | | | | | |
| __Магистральные коллектора | 201 | 229 | 247 | 381 | 375 | 375 | 347 |
| Межхозяйственный открытый дренаж | 3076 | 3118 | 3748 | 3922 | 3912 | 3863 | 3889 |
| Внутрихозяйственный откр. дренаж | 5323 | 8149 | 8843 | 9022 | 8962 | 8624 | 9971 |
| __Закрытый горизонтальный дренаж | 0 | 0 | 0 | 141 | 1335 | 1332 | 1084 |
| Сумма протяжен.(МК, МОД, ВОД, ЗГД) | 8600 | 11496 | 12838 | 13466 | 14584 | 14194 | 15291 |
| Удельная протяженность дренажа, м/га | 45,74 | 49,98 | 54,17 | 54,74 | 55,88 | 54,38 | 58,59 |
| Кол-во скважин вертикального дрен. | 100 | 255 | 509 | 768 | 1044 | 1303 | 1288 |
| Объем откачки, млн.м$^3$ | 87 | 219 | 337 | 478 | 638 | 462 | 428 |
| Водозабор на орошение, млн.м$^3$ | 4899 | 5075 | 6296 | 5428 | 5284 | 4303 | 4158 |
| Минерализация орсительной воды,г/л | 0,45 | 0,59 | 0,63 | 0,68 | 0,61 | 0,7 | 0,7 |
| Приток солей, тыс.т | 2205 | 2994 | 3966 | 3691 | 3223 | 3012 | 2911 |
| Удельная водоподача, тыс. м$^3$/га | 17,09 | 16,56 | 19,77 | 16,16 | 14,94 | 12,01 | 11,65 |
| Требования с/хоз. культур, тыс.м$^3$/га | | | | | | | |
| ___Нетто на поле | 7,64 | 7,6 | 7,63 | 7,7 | 7,76 | 7,37 | 6,98 |
| ___Брутто на поле | 8,49 | 8,44 | 8,48 | 8,55 | 8,62 | 8,19 | 7,76 |
| ___Брутто из реки | 16,01 | 15,07 | 14,62 | 14,02 | 13,69 | 13,88 | 14,1 |
| Коллекторный сток, млн.м$^3$/год | | | | | | | |
| ___Общий дренажный сток | 2554 | 1597 | 2458 | 2527 | 3051 | 2871 | 2729 |
| ___Чистый дренажный сток | 2043 | 1278 | 1967 | 2022 | 2440 | 2297 | 2183 |
| Минерализация общего стока, г/л | 1,86 | 2,85 | 2,42 | 2,24 | 2,21 | 2,3 | 2,46 |
| Минерализация дренажного стока, г/л | 2,21 | 3,41 | 2,87 | 2,63 | 2,61 | 2,7 | 2,9 |
| Общий вынос солей, тыс.т/год | 4750 | 4551 | 5948 | 5660 | 6743 | 6603 | 6713 |
| Доля дренажного стока от водозабора,% | 52,13 | 31,47 | 39,04 | 46,55 | 57,74 | 66,72 | 65,63 |
| Дренажный модуль, л/сек/га | 0,34 | 0,18 | 0,26 | 0,26 | 0,3 | 0,28 | 0,27 |
| КПД оросительной системы | 0,53 | 0,56 | 0,58 | 0,61 | 0,63 | 0,59 | 0,55 |



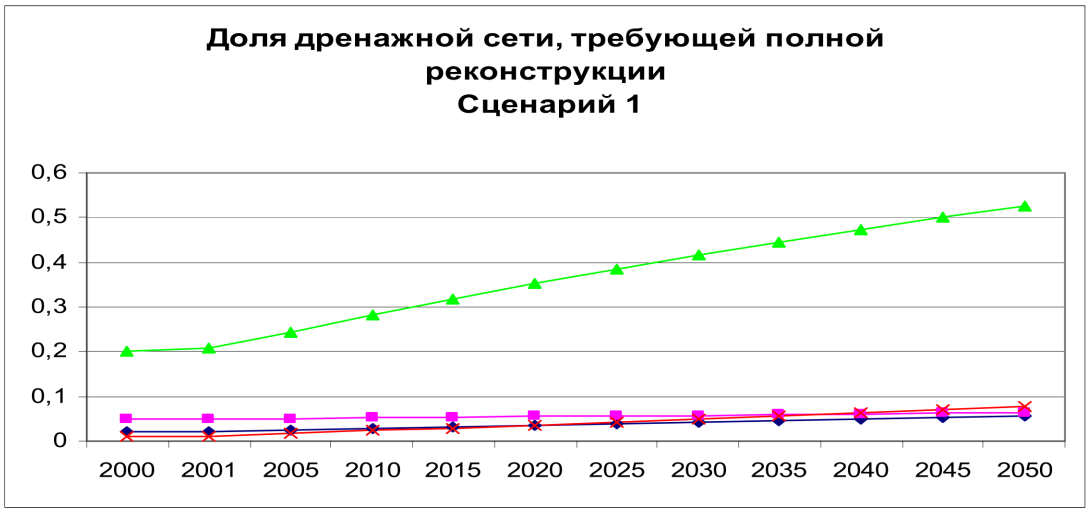
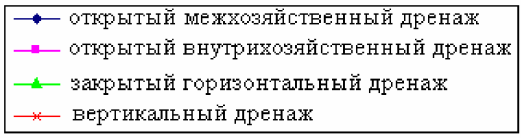
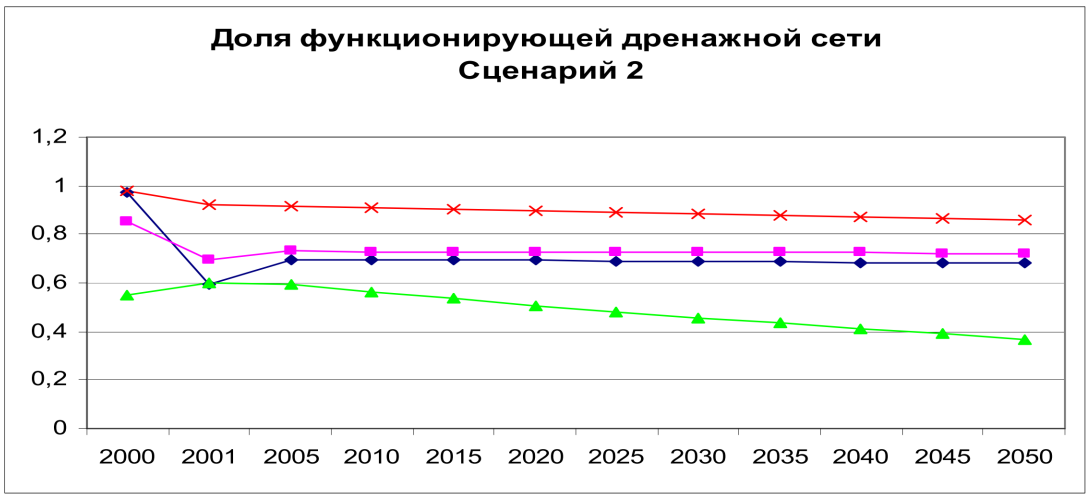
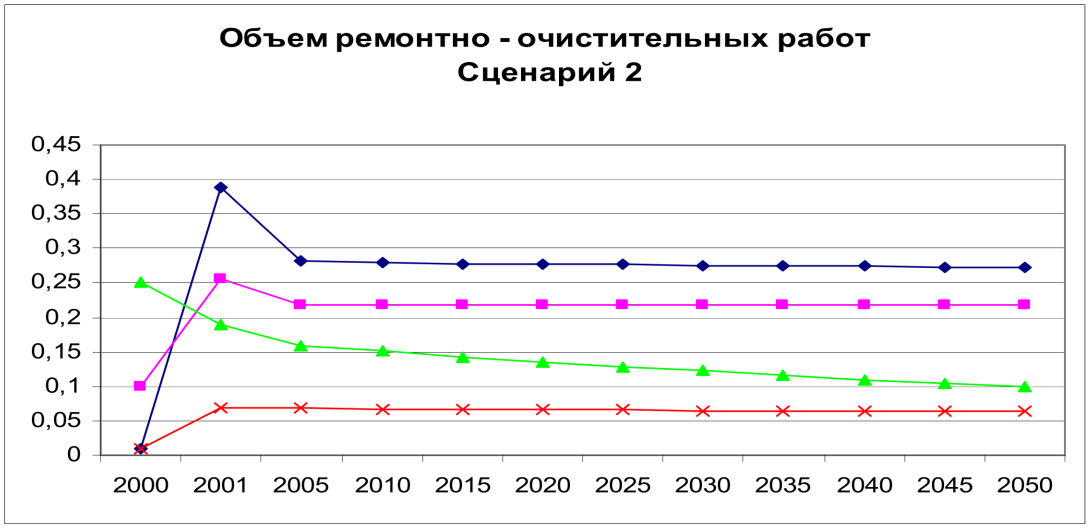




**Рис. 6.3.2.1 Сценарий 1**





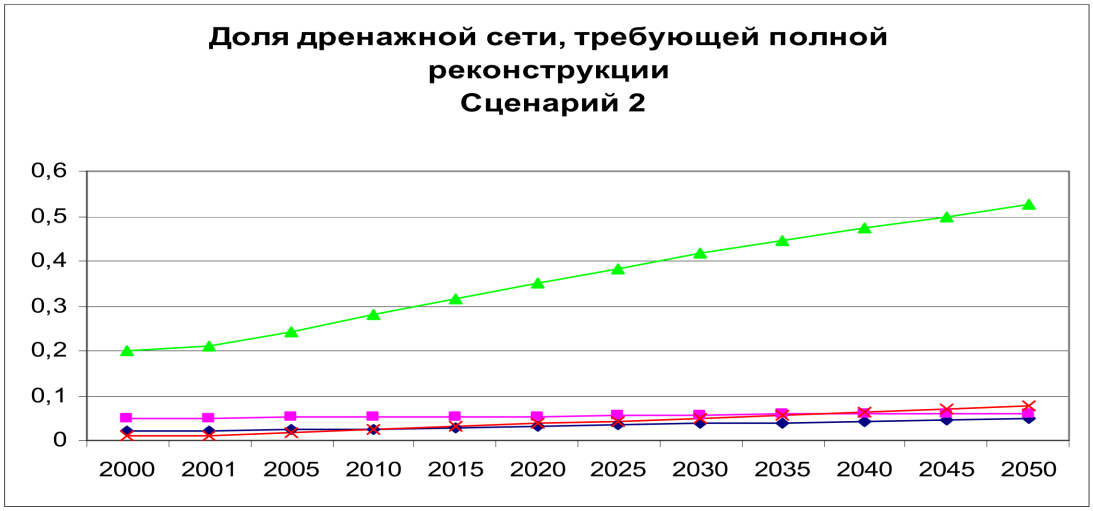
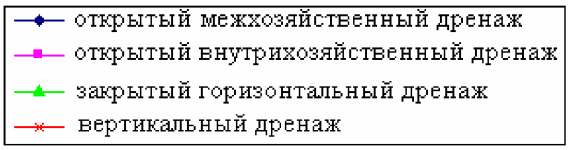
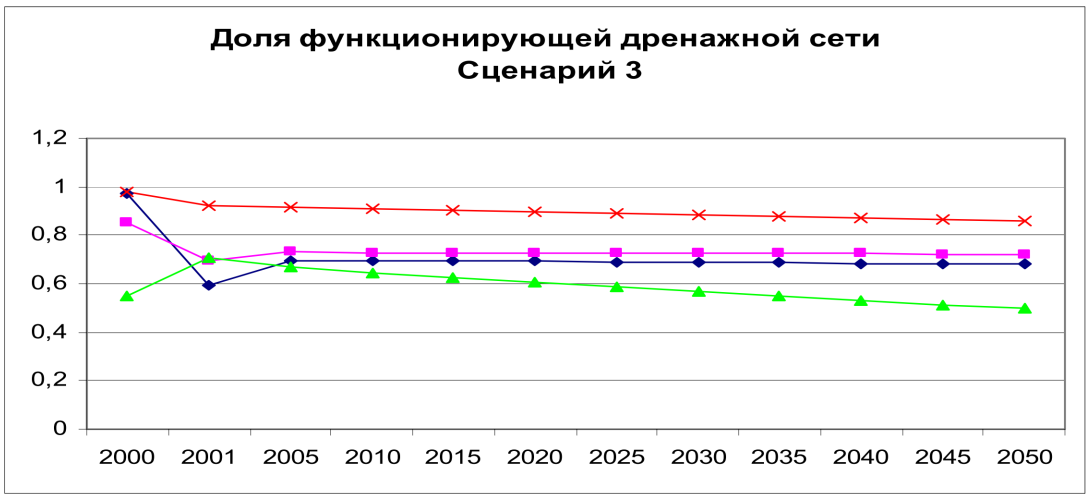
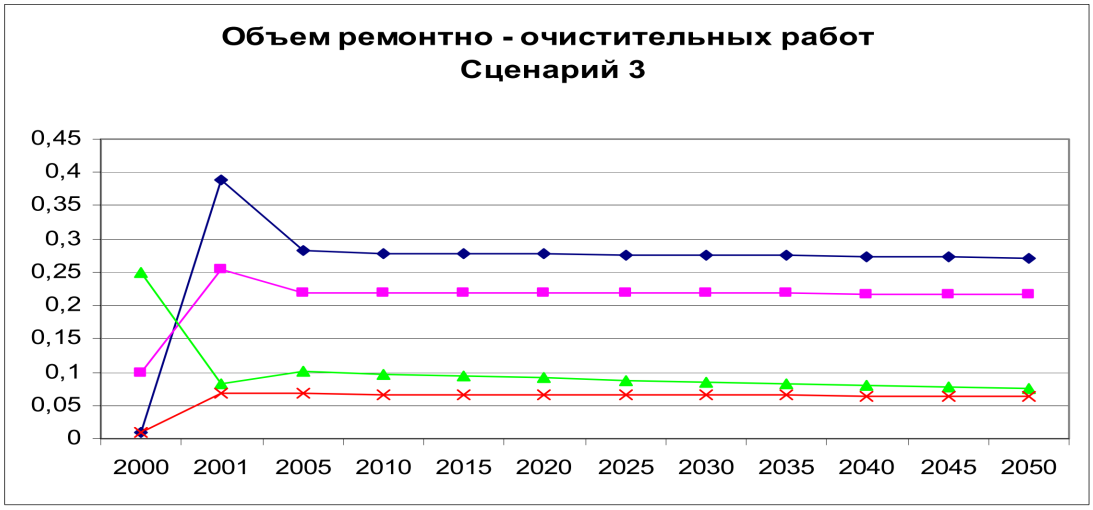




**Рис. 6.3.2.2 Сценарий 2**





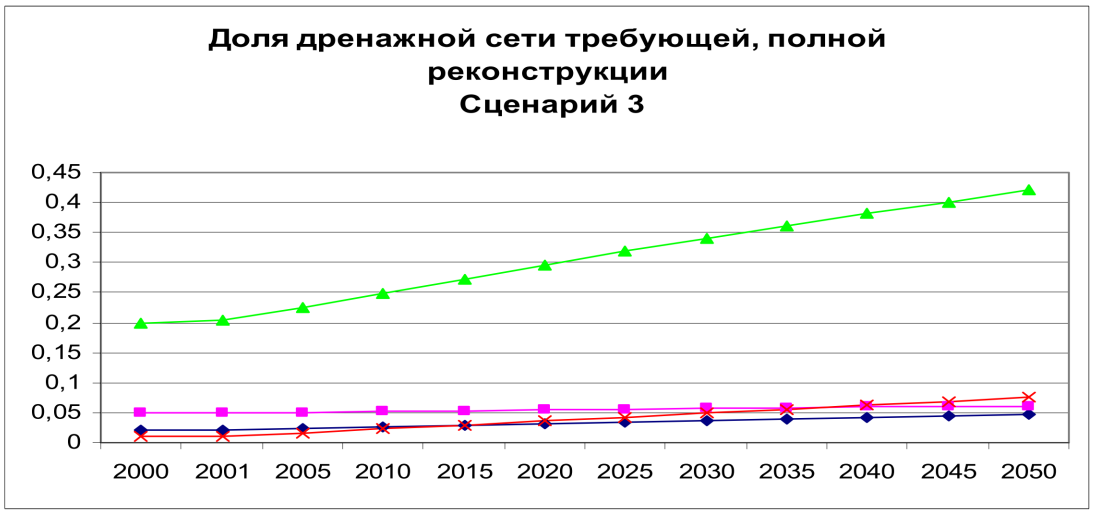
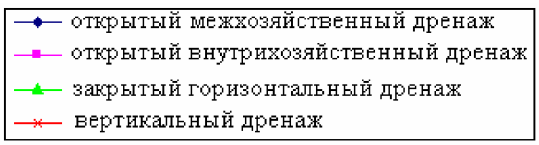




**Рис. 6.3.2.3 Сценарий 3**



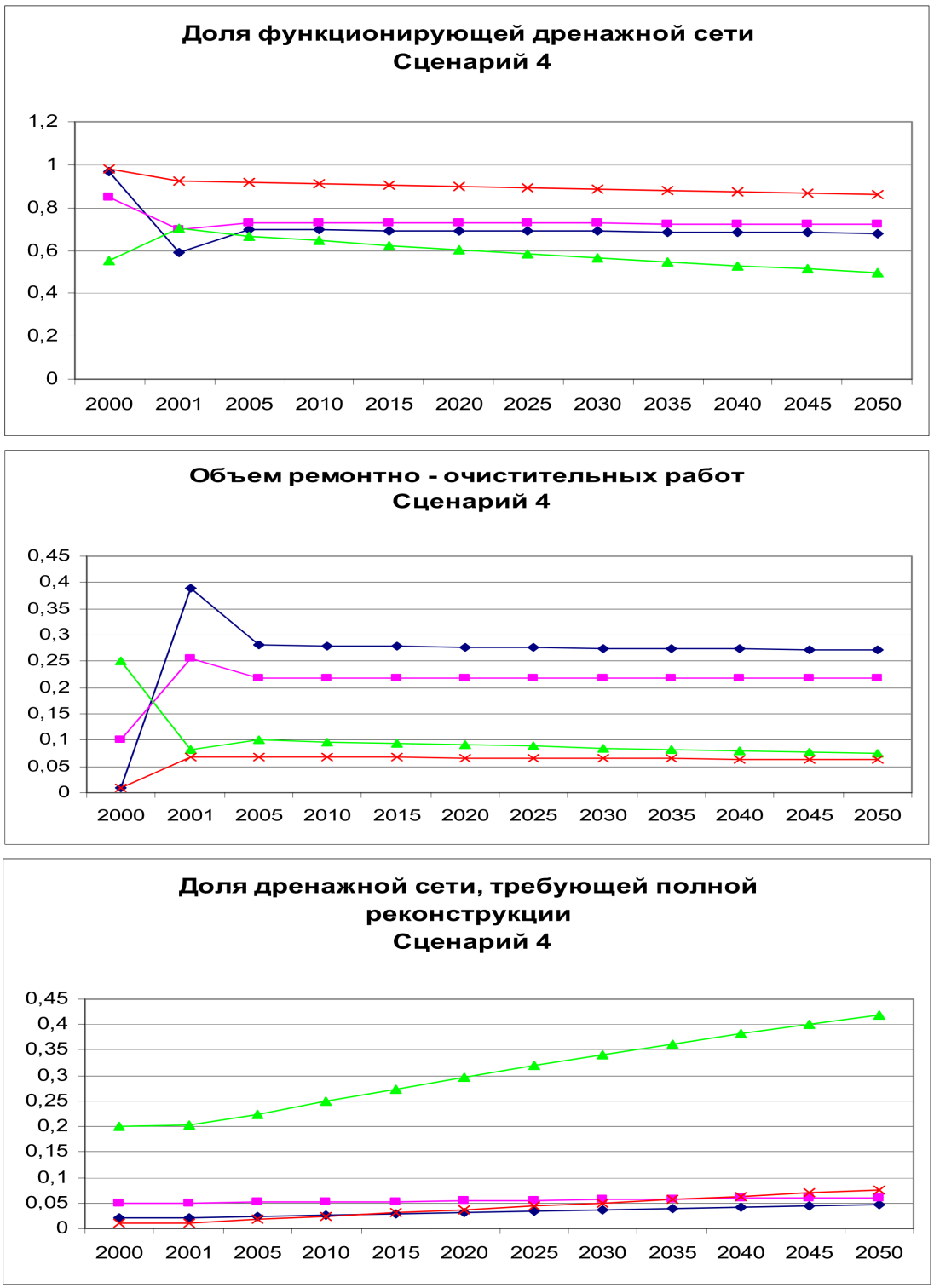
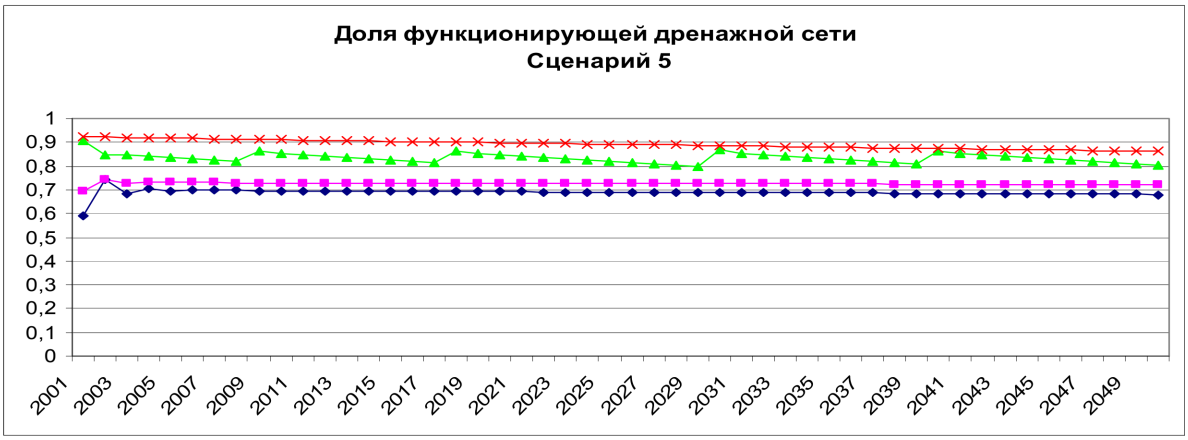
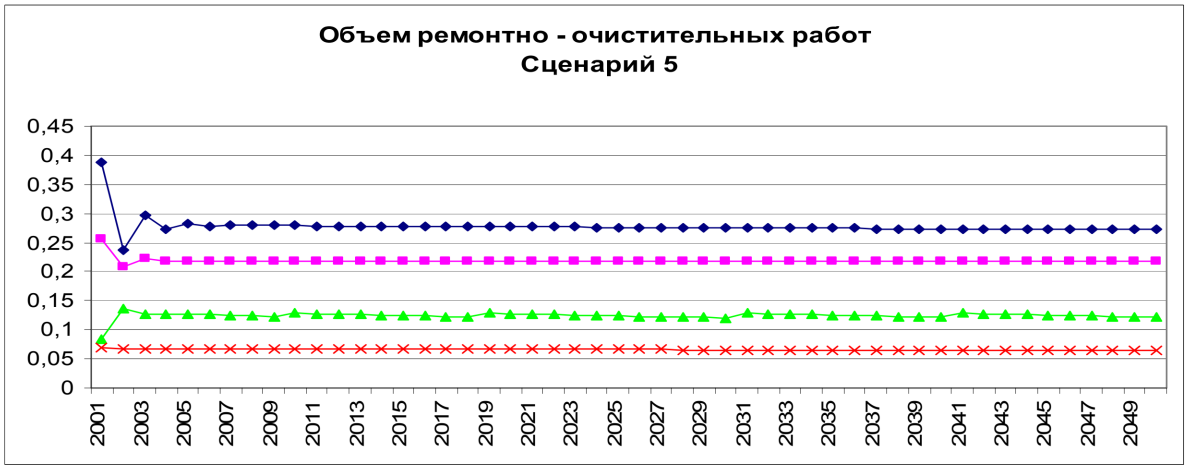



**Рис. 6.3.2.4 Сценарий 4**



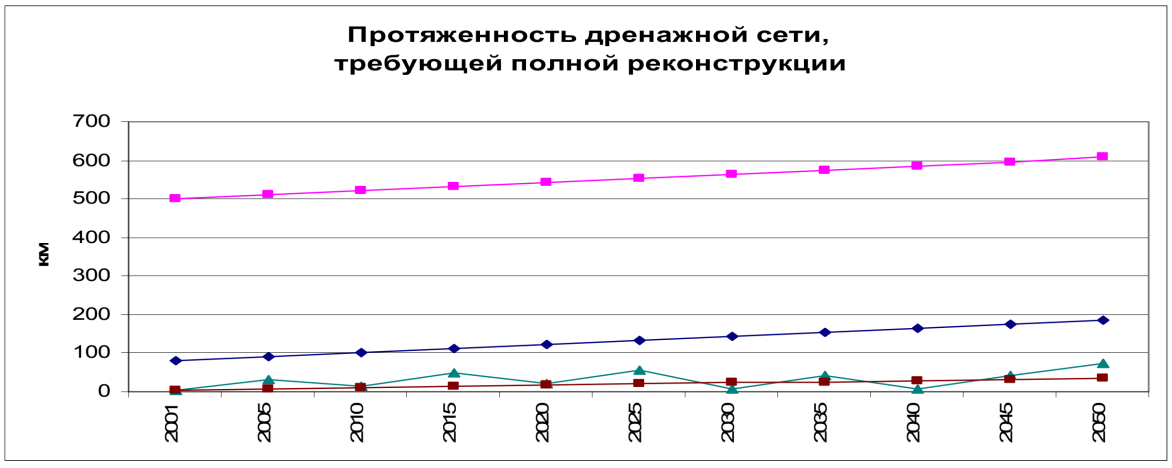
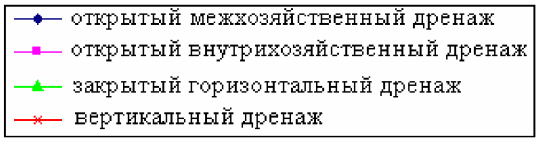




**Рис. 6.3.2.5 Сценарий 5**



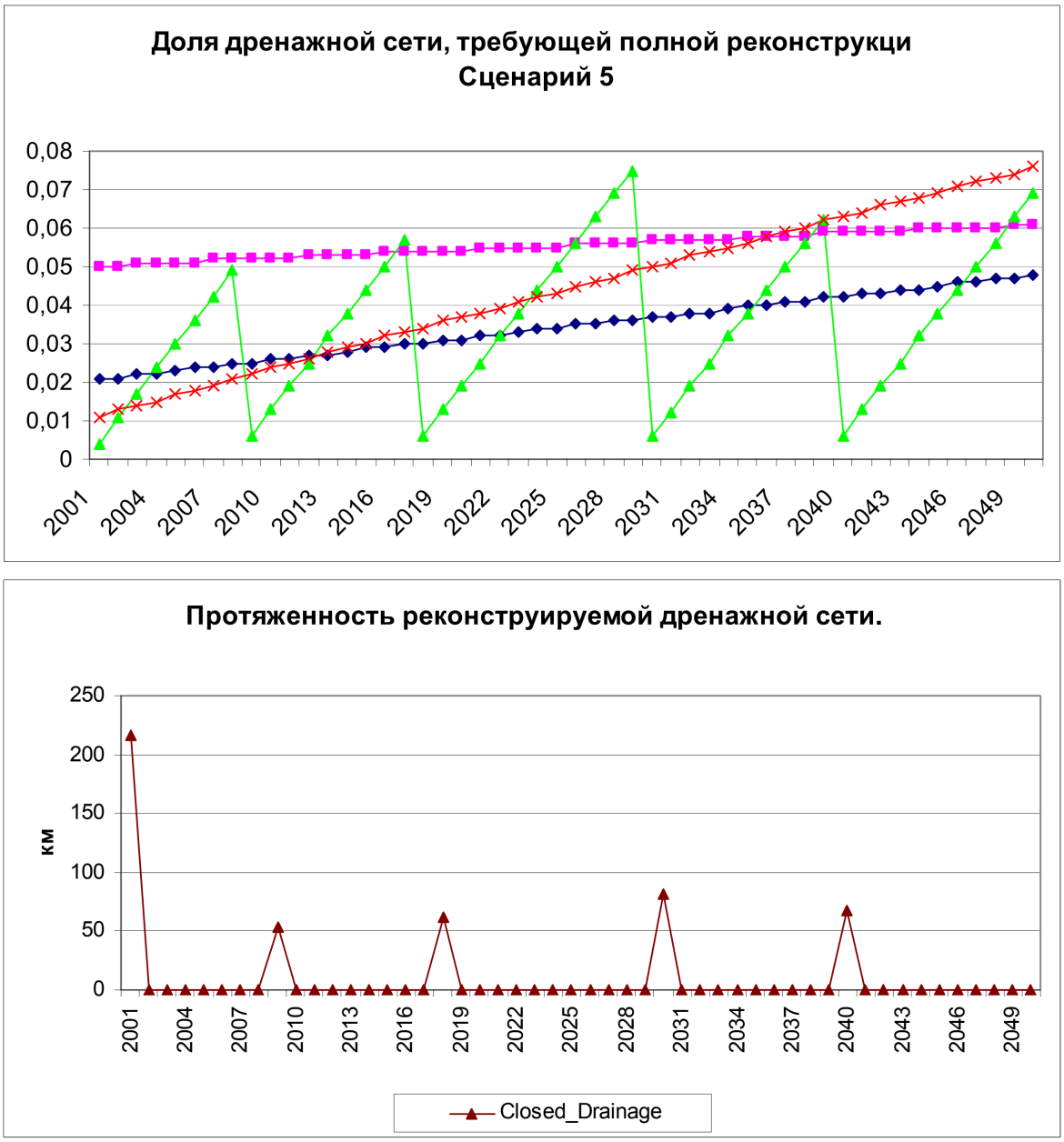
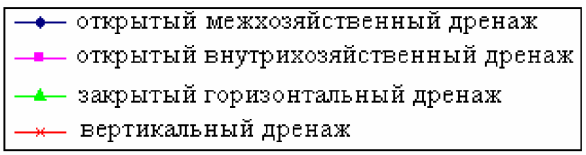
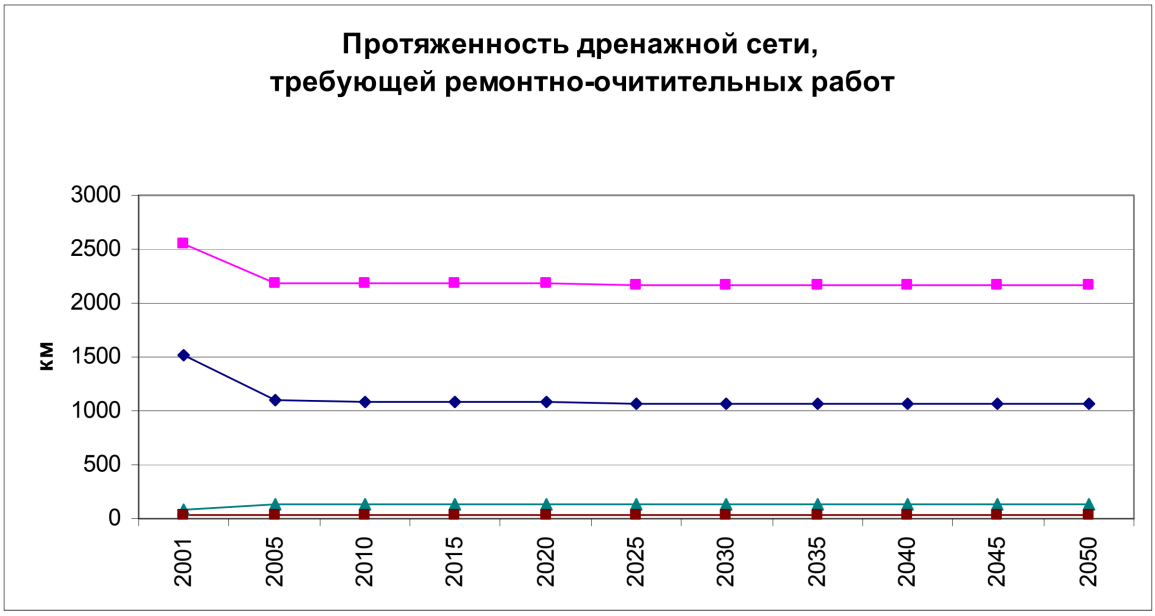



**Рис. 6.3.2.6 Сценарий 5**





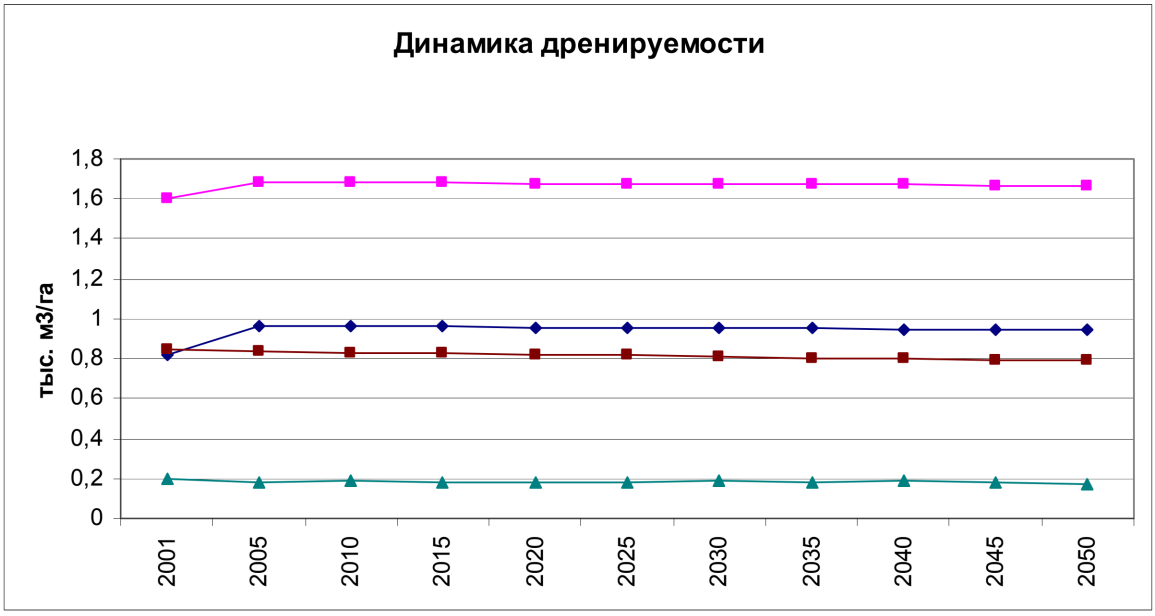
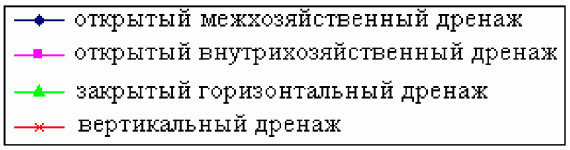




**Рис. 6.3.2.7 Сценарий 5**



## 6.4 Сырдарьинская область

### 6.4.1 Анализ Сырдарьинской области по мелиоративным показателям орошаемых земель и состоянию дренажных систем как объекта моделирования

На современном уровне земельный фонд Сырдарьинской области, составляющий 427,53 тыс.га, полностью освоен (рис. 6.4.1.1). Из пригодных к орошению 341,9 тыс. га в настоящее время орошается 296,9 тыс.га. Дальнейший рост орошаемых земель может осуществляться только за счет небольших участков в зоне существующего орошения из условия увеличения КЗИ при реконструкции староорошаемых земель.

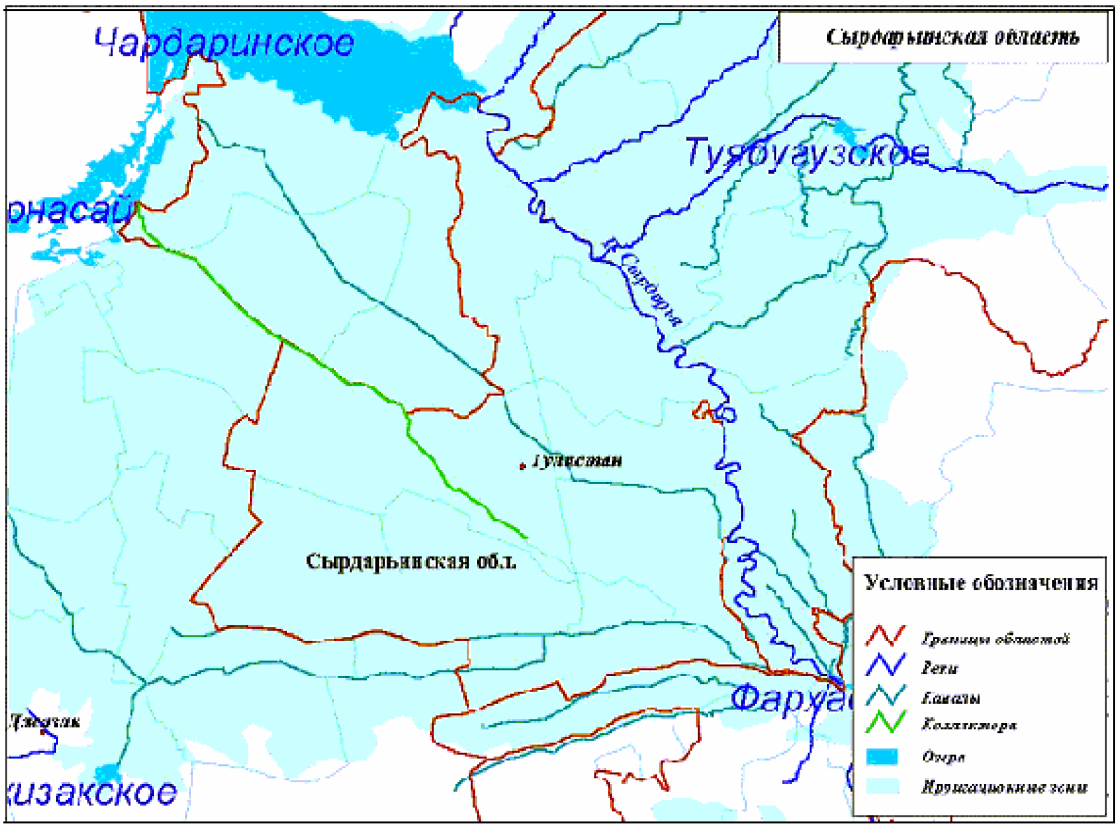



**Рис. 6.4.1.1. Сырдарьинская область.**

По развитию орошения территория области делится на старую и новую зоны. Орошение старой зоны началась в 90-х годах XIX века. До орошения большая часть территории Голодной степи (свыше 75 %) характеризовалась глубоким залеганием грунтовых вод (5-7 м). В начальный период освоения орошали очень высокими нормами до 30-40 тыс. $м^3$/га в год. Это вызвало быстрый подъем грунтовых вод, засоление и заболачивание значительных площадей. Шурузякский коллектор, построенный в 1912-1915 гг., имел небольшую глубину. Дренажная сеть отсутствовала, сбросная сеть слабо развита. Поэтому уже в 1923-1924 гг. на поливных землях преобладали глубины уровней грунтовых вод от 1 до 3 м. С 1924 до 1935 г. увеличились площади солончаков на 16,9 %, сильнозасоленных земель на 3,6 %, за счет сокращения площадей слабозасоленных и незасоленных почв.

Строительство открытой горизонтальной коллекторно-дренажной сети, начатое в 1940-1941 гг. на Шурузякском массиве на площади 45 тыс. га, дало возможность несколько замед-

лить процесс вторичного засоления почв. Однако при принятых параметрах (глубина 1,8-2,2 м, удельная протяженность 12-14 пм/га) этот дренаж оказался малоэффективным: дренажный сток составлял всего 900-950 м$^3$/га в год.

В связи с этим в 1952-1966 гг. в старой зоне орошения Голодной степи на площади 160 тыс. га был построен открытый дренаж удельной протяженностью 14-25 пм/га, глубиной 2,5-3,5 м и с общим дренажным стоком 5045 м$^3$/га.

Главными водоотводящими трактами области являются Центральный Голодностепский коллектор (ЦГК), коллектор Шурузяк, Главный Пойменный коллектор (ГПК). ЦГК коллекторно-дренажные воды с минерализацией 4-6 г/л отводит в Арнасайское озера. Коллектор Шурузяк коллекторно-дренажные воды с минерализацией 2,5-3,5 г/л и система ГПК коллекторно-дренажные воды с минерализацией 2-3 г/л отводят в р. Сырдарью. Коллекторно-дренажные воды с Фархадского массива собираются коллекторами СК-2, СК-2-1, СК-2-2, СК-3 и сбрасываются в Улавливающий коллектор; далее двумя насосными станциями откачиваются в Южно-Голодностепский канал (ЮГК), минерализация 1,5-2 г/л. Коллекторно-дренажные воды с юго-восточной части Баяутского района (массив Султанхауз) по коллекторам ВП-9 и Главный сбрасываются в межреспубликанский канал Дустлик, минерализация 2-2,5 г/л.

**Таблица. 6.4.1.1 Распределение дренажного стока Сырдарьинской области по водоприемникам**

| Год | Дренажный сток, млн.м$^3$ | В том числе отведено в: | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Арнасайские озера | Река Сырдарья | Канал ЮГК | Канал Дустлик |
| 1992 | 1889,03 | 866,47 | 909,18 | 74,72 | 38,66 |
| 1993 | 1781,98 | 798,95 | 873,62 | 78,49 | 30,92 |
| 1994 | 1570,76 | 669,63 | 777,40 | 97,84 | 25,89 |
| 1995 | 1340,46 | 535,46 | 699,22 | 88,61 | 17,27 |
| 1996 | 1400,53 | 776,40 | 543,71 | 66,99 | 13,43 |
| 1997 | 1907,12 | 923,57 | 873,13 | 98,50 | 11,92 |
| 1998 | 1724,65 | 947,59 | 680,24 | 84,30 | 12,52 |
| 1999 | 1940,62 | 998,26 | 824,55 | 104,17 | 13,64 |
| 2000 | 1844,70 | 948,86 | 799,33 | 83,68 | 12,83 |

Поскольку исследуемая территория практически повсеместно характеризуется наличием напорных вод в подстилающих водоносных горизонтах, мелиорация земель старой зоны орошения показала слабую эффективность усиления мощности открытого дренажа путем увеличения глубины заложения и протяженности. В связи с этим к 1970 г. открытый дренаж был усилен 410 скважинами вертикального дренажа (таблица 6.4.1.2) с подвешенной площадью 50 тыс.га.

Проектами 1963-1967 гг. для поддержания уровня грунтовых вод в вегетационный период на глубине 2,5-2,8 м при оросительной норме 8,5 тыс. м$^3$/га были приняты следующие параметры дренажа: глубина закрытого дренажа 3-3,5 м, удельная протяженность от 40 до 80 пм/га, в среднем 55 пм/га; глубина межхозяйственных коллекторов 4,5-7,8 м, внутрихозяйственных - 3,5-6,6 м.

В последующем темпы строительства дренажа продолжали наращиваться. К 1970 г. по области дренаж был построен на площади 195,2 тыс. га (таблица 6.4.1.2), или на 75 % земель, введенных в эксплуатацию.

**Таблица 6.4.1.2 Технический уровень ГМС Сырдарьинской области**

| № п/п | Показатели технического уровня оросительно-дренажных систем | | Г о д ы | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 1970 | 1975 | 1980 | 1985 | 1990 | 1995 | 2000 |
| 1 | 2 | | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 1 | Орошаемая площадь, тыс. га | | 261,3 | 214,8 | 258,9 | 283,5 | 298,1 | 298,7 | 296,9 |
| 2 | Площадь, обеспеченная дренажом, тыс. га | | 195,2 | 213,0 | 245,6 | 273,4 | 293,7 | 282,8 | 288,8 |
| 3 | Протяженность дренажа, км | общая | 8439,99 | 7130 | 10145 | 13209 | 15837 | 16240 | 16450,7 |
| | | межхозяйственного | - | 1028 | 1495 | 1716 | 1906 | 1963 | 1963 |
| | | внутрихозяйственного открытого | - | 2844 | 3454 | 3651 | 4735 | 4950 | 5085 |
| | | закрытого горизонтального | 53,2 | 3258 | 5196 | 7842 | 9196 | 9327 | 9402,7 |
| 4 | Удельная протяженность дренажа, м /га | | 32,3 | 33,2 | 39,2 | 46,6 | 53,1 | 54,4 | 55,4 |
| 5 | Число скважин вертикального дренажа, шт. | | 410 | 445 | 726 | 851 | 869 | 834 | 736 |
| 6 | Площадь дренирования вертикальным дренажом, тыс.га | | 79,4 | 108 | 138,8 | 164 | 165,2 | 164,4 | 115,8 |
| 7 | Объем откачек, млн. $м^3$ | | 350,0 | 480,0 | 791,5 | 685,0 | 673,9 | 254,0 | 201,0 |
| 8 | Водозабор на орошение, млн. $м^3$ | | 3906,7 | 2206,4 | 3806,7 | 2802,9 | 2740,5 | 2195,8 | 3293,5 |
| 9 | Минерализация оросительной воды, г/л | | 0,8 | 0,92 | 1,33 | 1,39 | 1,26 | 1,59 | 1,31 |
| 10 | Приток солей, тыс. т | | 3125,4 | 2029,9 | 5062,9 | 3896,0 | 3453,0 | 3491,3 | 4314,5 |
| 11 | Удельная водоподача, тыс. $м^3$ /га | | 10,5 | 7,2 | 10,6 | 7,2 | 6,5 | 5,1 | 7,7 |
| 12 | Удельное поступление солей т /га | | 12,0 | 9,5 | 19,6 | 13,7 | 11,6 | 11,7 | 14,9 |
| 13 | Дренажный сток, млн. $м^3$ | Общий | 1609,6 | 1003,9 | 1421,5 | 1789 | 1712,5 | 1295,5 | 1844,7 |
| | | в том числе чистый | 593,9 | 672,9 | 850,5 | 1480,7 | 849,2 | 724,6 | 823,7 |
| 14 | Дренажный модуль, л/с/га | | 0,07 | 0,09 | 0,1 | 0,16 | 0,09 | 0,07 | 0,09 |
| 15 | Удельное водоотведение, тыс. $м^3$ /га | | 6,2 | 4,7 | 5,5 | 6,3 | 5,7 | 4,3 | 6,2 |
| 16 | Минерализация дренажного стока, г/л | | 2,62 | 2,95 | 3,22 | 3,49 | 4,19 | 3 | 3,73 |
| 17 | Общий вынос солей, тыс. т | | 4217,2 | 2961,5 | 4577,2 | 6243,6 | 7175,4 | 3886,5 | 6880,7 |
| 18 | Удельный вынос солей, т/га | | 16,1 | 13,8 | 17,7 | 22,0 | 24,1 | 13,0 | 23,8 |
| 19 | Доля дренажного стока от водозабора, % | | 41,2 | 45,5 | 37,3 | 63,8 | 62,5 | 59,0 | 56,0 |
| 20 | КПД оросительных систем, в долях от единицы | | 0,7 | 0,7 | 0,72 | 0,73 | 0,71 | 0,7 | 0,69 |

Примечание: Урожайность хлопчатника дана по Шурузякскому массиву, где на всей территории внедрена СВД

Из таблицы 6.4.1.2 видно, что рост орошаемых площадей по области продолжался до 1985 г., а площадей с дренажом до 1990 г. К 1990 г. общая протяженность коллекторно-дренажной сети по области достигла 15837,3 км, в том числе 9196 км закрытого дренажа. Удельная протяженность в среднем по области составила 53,1 пм/га, то есть достигла проектного уровня. Количество скважин вертикального дренажа к 1990 г. достигло 869 шт., что намного превысило проектную мощность. Однако в дальнейшем по причине выхода из строя, количество скважин вертикального дренажа стало уменьшаться и к 2000 году составило 736 шт., а к 2002 г. - 382 шт.

Водозабор на орошение по области составляет 2206,4-3906,7 млн. $м^3$ в год. С 1980 по 1995 гг. наблюдается тенденция снижения удельной водоподачи с 10,6 до 5,1 тыс.$м^3$/га в год, в результате этого снизился коэффициент промывного режима орошения ($К_{пр}$ = (А+В)/ЕТ) с 1,43 в 1980 г. до 0,84 в 1995 г. Если до 1980 г. вынос солей из зоны аэрации составлял 7,9-10,5 т/га в год, то уже в 1985 г. он уменьшился до 3,4 т/га в год. В эти годы резко сократилась водоподача и на промывные поливы до 1,1-1,5 тыс. $м^3$/га. В этих условиях, несмотря на то, что общий вынос солей превышал поступление более чем на 1,3-12,5 т/га в год, тем не менее к 2000 г. площади земель со средне- и сильнозасоленными почвами увеличились до 30,4 % .

Эти факторы в последние годы привели к снижению урожайности сельхозкультур. В частности, урожайность основной культуры – хлопчатника - к 2000 г снизилась до 11,7 ц/га.

В соответствии с гидрогеологомелиоративными условиями территория области делится на районы применения горизонтального и вертикального дренажа (рис. 6.4.1.2). Проектом 1965-1966 гг. в старой зоне орошения была предусмотрена совместная работа горизонтального и вертикального дренажа с проектной дренированностью: для Шурузякского массива 7,97; Сардобинского 7,15; Баяутского 4,2, Пойменного 2,92 тыс. $м^3$/га в год.

Проектами дренажа, выполненными в 1963-1967 гг. в новой зоне орошения, предусматривался уровень дренированности 2,10-2,55 тыс. $м^3$/га в год.

В настоящее время удельная протяженность коллекторно-дренажной сети в старой зоне орошения составляет по районам от 27,4 (Сырдарьинский) до 32,4 м/га (Мирзаободский); в новой зоне орошения от 46,0 (Хавастский) до 111,2 м/га (Мехнатабадский).

За последние 10 лет из-за выхода из строя скважин уменьшились площади дренирования вертикальным дренажом с 165,2 тыс.га в 1990 г. до 115,8 тыс.га в 2000 г. и до 53,8 тыс.га в 2002 г.

С 1970 по 1985 гг. дренированность орошаемых земель увеличилась с 2,27 до 5,22 тыс.$м^3$/га, а к 2000 г. снизилась до 2,77 тыс.$м^3$/га.. Вследствие этого в среднем по Сырдарьинскому району пьезометрические уровни напорных вод на 0,20-0,46 м превышают уровни грунтовых вод. Такая же картина наблюдается в отдельных хозяйствах Сайхунабадского, Гулистанского и Мирзаободского районов, расположенных на Шурузякском массиве. Из-за субнапорных вод оплывают откосы коллекторно-сбросной сети и ухудшается дренированность орошаемых земель.

В динамике работы дренажных систем и мелиоративных процессов в старой зоне орошения можно выделить два этапа.

I этап (1966-1990 гг.), с вводом в эксплуатацию систем скважин вертикального дренажа и их работы с КПРС 0,55-0,65 и повышения оросительных норм с 5000 до 8200 $м^3$/га была достигнута возможность:

- регулирования УГВ в пределах 2-3 м;
- проведения зимне-весенних промывок нормой 2500-4000 $м^3$/га.

В этих условиях было достигнуто рассоление зоны аэрации с ежегодным уменьшением запасов солей на 4-18 т/га по Шурузякскому и Баяутскому массивам, 1,5-2,4 т/га по Сардобинскому массиву. Минерализация грунтовых вод снизились с 6,7 до 2,76 г/л на Шурузякском массиве, с 11,66 до 4,81 г/л на Сардобинском массиве. В результате этих мероприятий к 1990 г. незасоленные и слабозасоленные почвы составили на Шурузякском массиве 83 %, на Баяутском 81,1 %, Пойменном 89 %, Сардобинском 53,8 %, что дало возможность повысить урожайность сельхозкультур.

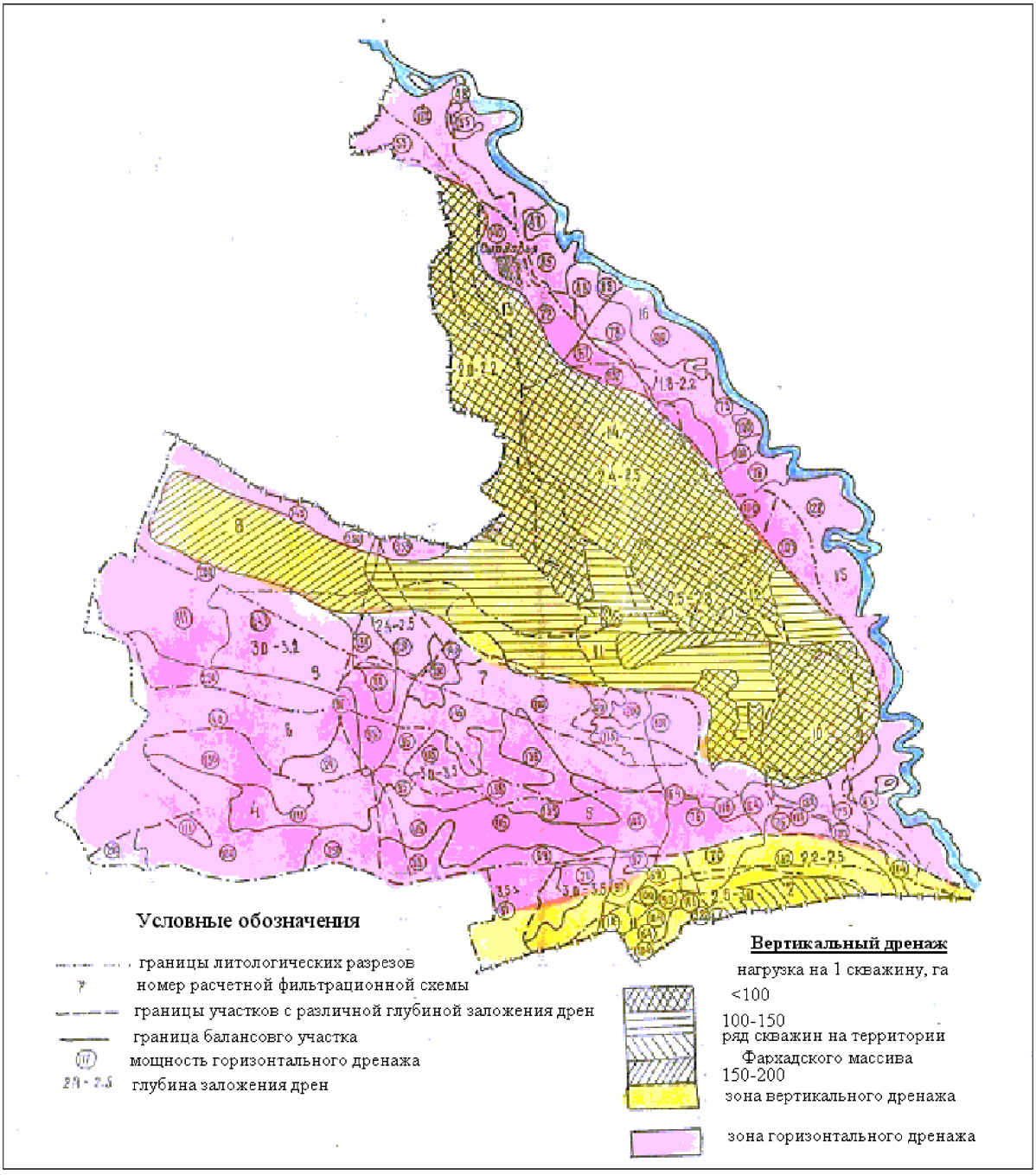



**Рис. 6.4.1.2 Зоны обслуживания вертикального и горизонтального дренажа**

II этап (1990-2000 гг.) характеризуется:

- ухудшением работоспособности дренажных систем, суммарные мощность СВД снизились с 26,9 м3/с до 11,8 м3/с, КПРС 0,25-0,35;
- снижением водообеспеченности, Кво – 0,83-0,90;
- сокращением норм зимне-весенних промывок: промывные нормы снизились до 1200-1900 м3/га против 2500-4000 м3/га в 1970-80 годы;
- ростом минерализации грунтовых вод с 2,76 до 3,61 г/л на Шурузякском массиве, с 4,81 до 5,18 г/л на Сардобинском массиве.

Из рис. 6.4.1.3 видно, что за счет снижения работоспособности дренажных систем с 1990 г., несмотря на уменьшение водоподачи, на Шурузякском массиве снижается дренирован-

ность земель, увеличиваются площади с УГВ до 2 м, уменьшаются незасоленные и слабозасоленные площади. Аналогичный процесс наблюдается и на других массивах старой зоны.

В новой зоне орошения до 1980-1985 гг. при подъеме УГВ с 10-15 м до 2,5-3,0 м происходил рост засоления почв; далее процесс пошел в сторону рассоления, к 1990 г. площади незасоленных и слабозасоленных земель увеличились до 36,5 % на Юго-восточном массиве II и до 72 % на Центральном массиве.

В новой зоне ухудшение мелиоративного процесса началось позднее - с 1992-93 гг. (рис.6.4.1.4).

1992-2000 годы характеризуются:

- ухудшением работы дренажных систем;

- снижением водообеспеченности: Кво = 0,54-0,89;

-сокращением норм зимне-весенних промывок: промывные нормы снизились до 750-1600 м3/га против 2600-3300 м3/га по норме.

В этих условиях водно-солевой баланс корнеобитаемого слоя сложился по типу накопления солей.

В условиях напорных грунтовых вод в старой зоне орошения в 1965-66 гг. была запроектирована СВД на площади 150,8 тыс. га, с общим количеством скважин 452 шт.; дренажный модуль орошаемых земель мелиорируемых СВД по массивам изменялся от 0,10 (Баяутский) до 0,19 л/с/га (Шурузякский).

В результате начатого в 1965 г. строительства СВД в Сырдарьинской области число скважин к 1990 г. было доведено до 869 шт., а мелиорируемая площадь до 165,2 тыс.га. Глубина построенных скважин изменяется по массивам в пределах 30-50 (Сордобинский) до 60-120 м (Центральный), при длине фильтра от 10-12 м (Сардобинский) до 15-30 м (Шурузякский). На Центральном массиве фильтры в отдельных скважинах установлены в двух и трех водоносных пластах. Диаметр бурения скважин 900-1000 мм, а фильтрового каркаса 219-426 мм. Каркас из цельнотянутых металлических труб. Скважины строились с песчано- гравийной обсыпкой. Водоносные пласты представлены гравийно-песчаными грунтами с коэффициентом фильтрации от 10-15 м/сут до 25-50 м/сут. Средний дебит скважин по проекту на Шурузякском массиве 61 л/с; Сардобинском 44 л/с и на Баяутском 57 л/сек.

Первоначальный дебит скважин, в зависимости от качества строительства и гидрогеологический условий, составлял на Шурузякском массиве 20-140 л/с, в большинстве 60-80 л/с; Сардобинском 10-50 л/с, в большинстве 30-40 л/с; Баяутском 20-70 л/с, в большинстве 50-60 л/сек; Центральном 7,5-48 л/с, в большинстве 20-30 л/с и на Фархадском 10-40 л/с, в большинстве 20-30 л/с.

Максимальный объем откачки воды был отмечен в 1980 г. и составлял 810,6 млн.м3 при работе 822 скважин с коэффициентом полезной работы КПР = 0,76. Далее, несмотря на увеличение числа скважин объемы откачек начали снижаться. Так, в 1990 г. при количестве скважин 869 шт., КПР = 0,67 объем откачки составил 673,9 млн. м3, в 1995 г. при количестве скважин 988 шт., КПР = 0,25 - 188 млн.м3. КПР за период эксплуатации изменялся в пределах от 0,66-0,88 в 1970-90 гг. до 0,20-0,23 в 1995-2002 гг. (таблица 6.4.1.3).

Эксплуатационные затраты на одну скважину 1966-1990 гг. составляли от 2750 до 4148 рублей, а за последние десятилетия наблюдается резкое повышение эксплуатационных затрат (таблица 6.4.1.3).

Высокие эксплуатационные затраты и низкий КПР (соответственно низкий объем откачки) объясняется следующими причинами:

- неверным подбором гравийно-песчаной обсыпки все скважины, из-за чего все скважины (за исключением скважин, построенных на гравийно-песчаных водоносных пластах) усиленно пескуют, что приводит к механической кольматации фильтров, заилению нижней части фильтрового каркаса и, тем самым, к снижению дебита и удельного дебита и росту энергозатрат;

- все скважины в Сырдарьинской области построены с использованием металлических труб, в которых протекает физико-химическая кольматация фильтров и насосно-силового оборудования. Кольматация фильтров продуктами коррозии приводит к снижению дебита и удельного дебита скважин, а также повышению сопротивлению фильтров.

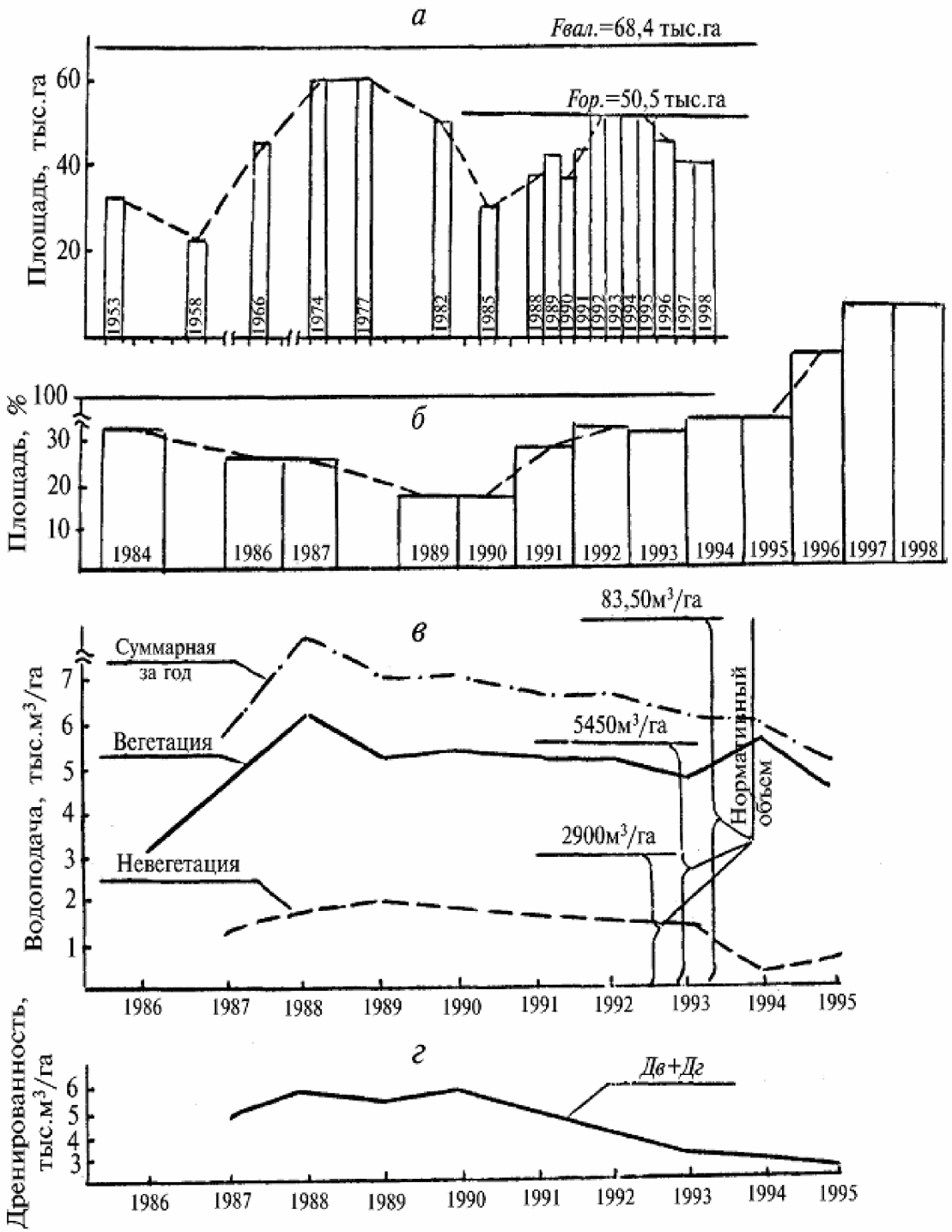



**Рис. 6.4.1.3. Динамика показателей мелиоративной обстановки на Шурузякском массиве**

*а* – незасоленные и слабозасоленные площади;
*б* – площади с глубиной УГВ-0,2 м; *в* – водоподача «нетто-поле»;
*г* – дренированность (на валовую площадь)

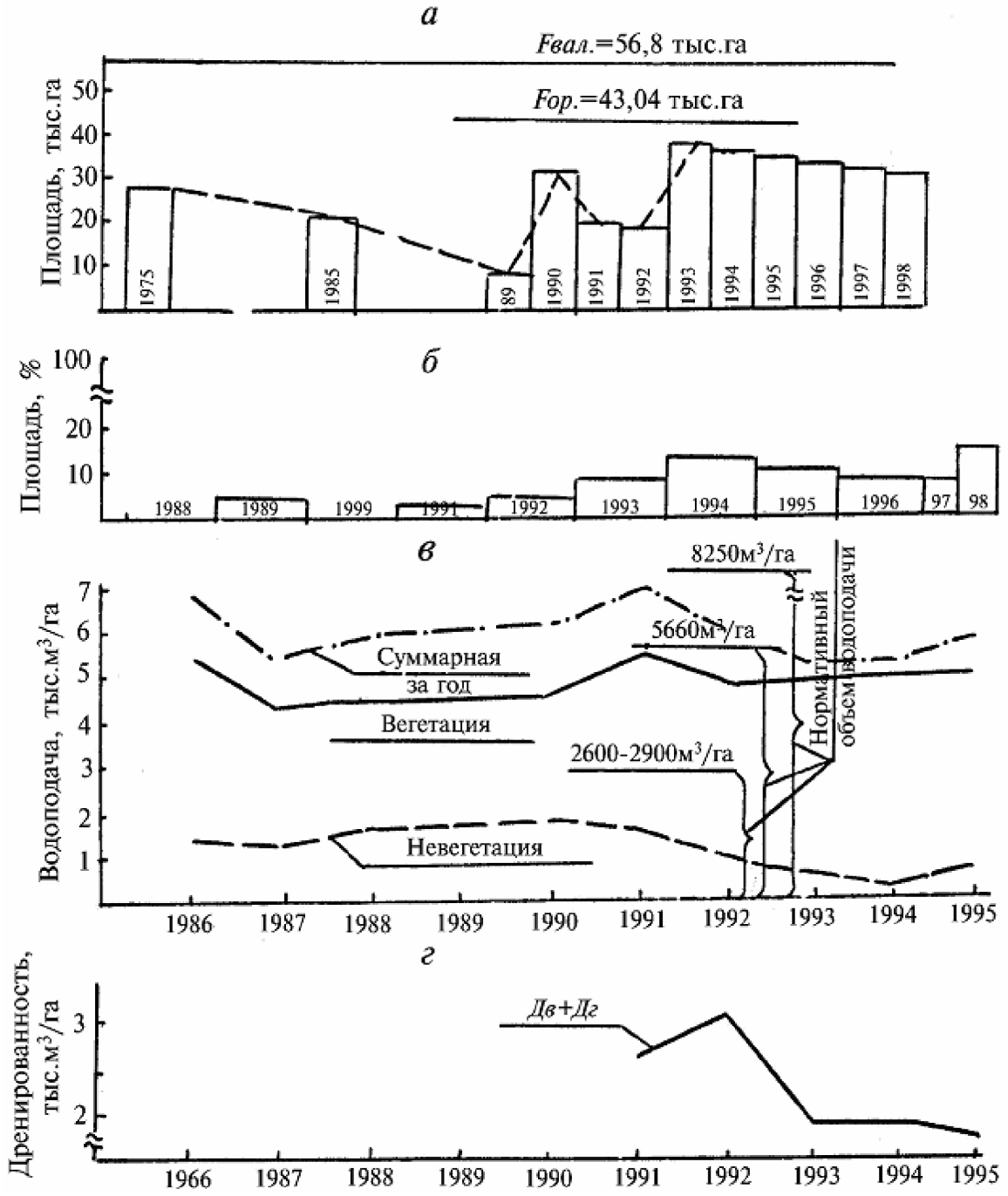



**Рис. 6.4.1.4 Динамика показателей мелиоративной обстановки на Юго-Восточном массиве первой очереди**

*а* – незасоленные и слабозасоленные площади;
*б* – площади с глубиной УГВ 0-2 м; *в* – водоподача «нетто-поле»;
*г* – дренированность (на валовую площадь)

**Таблица 6.4.1.3 Показатели работы скважин вертикального дренажа в Сырдарьинской области**

| Показатели. | 1966 | 1970 | 1975 | 1980 | 1985 | 1990 | 1995 | 2000 | 2001 | 2002 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Общее количества скважин ВД, шт. | 89 | 365 | 438 | 822 | 862 | 869 | 988 | 738 | 447 | 382 |
| Дренируемая площадь, тыс.га | 10,3 | 79,4 | 108,0 | 138,8 | 164,0 | 165,2 | 164,4 | 115,8 | 60,1 | 53,8 |
| Среднегодовой КПР | 1,0 | 0,88 | 0,88 | 0,76 | 0,67 | 0,66 | 0,25 | 0,21 | 0,20 | 0,23 |
| Эксплуатационные затраты, тыс.руб. | 303,3 | 1589,4 | 1204,6 | 2963,3 | 3576,0 | 3388,1 | 22611,0 | 218776,0 | 262016,0 | 205159,0 |
| в.т.ч на 1 скважину, руб. | 3410 | 4901 | 2750 | 3604 | 4148 | 3899 | 22885 | 296444 | 586165 | 537065 |
| на 1 га площади, руб. | 23,9 | 20,0 | 11,1 | 21,3 | 21,8 | 20,5 | 137,5 | 1888 | 4359 | 3813 |
| на 1 м3 откаченной воды, копеек | 0,4 | 0,4 | 0,2 | 0,4 | 0,5 | 0,5 | 12 | 73 | 126 | 100 |
| Затраты электроэнергии на 1 м3 откаченной воды, кВт.час | 0,14 | 0,13 | 0,12 | 0,14 | 0,15 | 0,15 | 0,14 | 0,09 | 0,07 | 0,08 |
| Затраты на содержание транспорта и штата, тыс.руб. | 142,8 | 255,9 | 314,9 | 600,0 | 402,4 | 301,6 | 820,0 | | | |
| Подвешенная площадь на 1 скв., га | 115 | 217 | 246 | 168 | 190 | 190 | 166 | 157 | 134 | 141 |
| Объем откаченной воды, млн.м3 | 78,5 | 443,9 | 519,2 | 810,6 | 688,6 | 673,9 | 188,0 | 300,9 | 206,6 | 204,9 |

В 1995-1996 гг. САНИИРИ производил натурные обследования технического состояния СВД. Были измерены параметры около 70 % скважин. Из-за простоя в момент обследования на остальных скважинах не удалось замерить дебиты. По результатом натурных обследований средний дебит одной скважины составлял на Шурузякском массиве - 39,8 л/с; на Сардобинском - 22,8; Баяутском - 27,8; Центральном - 25 и на Фархадском - 30 л/с. Фактический удельный дебит скважин составлял на Шурузякском массиве 2,1-11,2 л/с на 1 метр понижения, в среднем 7,3 л/с/м; Сардобинском 1,6-6,5 л/с на 1 метр понижения, в среднем 4,4 л/с/м; Баяутском 2-10 л/с на 1 метр понижения, в среднем 6,3 л/с/м. и на Центральном 0,9-6,5 л/с на 1 метр понижения, в среднем 2,8 л/с/м. Отдельные скважины заилены до 10-15 м. В среднем по области дебиты скважин снизились на 35-55 % от первоначальных их значений, что привело к уменьшению суммарной откачки.

В современных условиях рост простоев скважин обуславливает следующее:

- отсутствие низконапорного насосно-силового оборудования, соответствующего высоте подъема скважин вертикального дренажа;
- отсутствие запчастей или их дороговизна, что затягивает ремонт насосно-силового оборудования, тем самым сокращая сроки откачки;
- отсутствие специализированных организаций по проведению ремонтно-восстановительных работ на самих скважинах;
- рост цен на энергоносители (электроэнергия).

Несмотря на снижение дебита скважин порядка 35-55 % от первоначальных значений в СВД Сырдарьинской области имеется определенный запас мощности:

- во-первых, средний дебит скважин по области даже в последние годы составляет 25-30 л/с;
- во-вторых, очистка (ремонт) ствола скважин от механического заиления и кольматации фильтров позволяет увеличить их дебит на 60-70 %.

Глубина залегания уровня и минерализация грунтовых вод по Сырдарьинской области характеризуется таблицами 6.4.1.4, 6.4.1.5 и рис. 6.4.1.5, 6.4.1.6.

**Таблица 6.4.1.4 Распределение орошаемых земель по глубине залегания грунтовых вод**

| Год | месяц | Диапазоны УГВ, м | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Тыс.га | | | | | Относительная площадь | | | | |
| | | <1,0 | 1-1,5 | 1,5-2 | 2,0-3,0 | >3,0 | <1,0 | 1-1,5 | 1,5-2 | 2-3,0 | >3,0 |
| 1985 | апрель | 19,35 | 36,59 | 62,17 | 65,24 | 18,33 | 0,10 | 0,18 | 0,31 | 0,32 | 0,09 |
| | июль | 9,35 | 31,41 | 54,32 | 93,10 | 13,51 | 0,05 | 0,16 | 0,27 | 0,46 | 0,07 |
| | октябрь | 1,53 | 10,83 | 35,05 | 108,95 | 45,33 | 0,01 | 0,05 | 0,17 | 0,54 | 0,22 |
| 1990 | апрель | 1,50 | 11,40 | 44,80 | 183,20 | 50,00 | 0,01 | 0,04 | 0,15 | 0,63 | 0,17 |
| | июль | 2,40 | 19,80 | 66,10 | 169,10 | 33,50 | 0,01 | 0,07 | 0,23 | 0,58 | 0,12 |
| | октябрь | 0,20 | 4,90 | 32,70 | 177,60 | 75,50 | 0,00 | 0,02 | 0,11 | 0,61 | 0,26 |
| 1991 | апрель | 0,80 | 10,40 | 46,20 | 178,20 | 58,10 | 0,00 | 0,04 | 0,16 | 0,61 | 0,20 |
| | июль | 2,30 | 15,40 | 61,80 | 177,20 | 36,00 | 0,01 | 0,05 | 0,21 | 0,61 | 0,12 |
| | октябрь | 0,30 | 5,00 | 35,20 | 186,90 | 66,30 | 0,00 | 0,02 | 0,12 | 0,64 | 0,23 |
| 1992 | апрель | 2,00 | 26,90 | 70,50 | 149,20 | 48,60 | 0,01 | 0,09 | 0,24 | 0,50 | 0,16 |
| | июль | 1,40 | 14,10 | 79,20 | 165,50 | 37,00 | 0,00 | 0,05 | 0,27 | 0,56 | 0,12 |
| | октябрь | 0,30 | 8,70 | 41,30 | 199,50 | 47,40 | 0,00 | 0,03 | 0,14 | 0,67 | 0,16 |
| 1993 | апрель | 5,60 | 32,30 | 80,60 | 136,10 | 27,60 | 0,02 | 0,11 | 0,29 | 0,48 | 0,10 |
| | июль | 4,80 | 19,20 | 80,00 | 159,50 | 18,70 | 0,02 | 0,07 | 0,28 | 0,57 | 0,07 |
| | октябрь | 1,30 | 8,40 | 51,30 | 189,20 | 32,00 | 0,00 | 0,03 | 0,18 | 0,67 | 0,11 |
| 1994 | апрель | 1,00 | 6,40 | 33,40 | 205,00 | 36,20 | 0,00 | 0,02 | 0,12 | 0,73 | 0,13 |
| | июль | 2,10 | 24,80 | 66,40 | 164,60 | 24,10 | 0,01 | 0,09 | 0,24 | 0,58 | 0,09 |
| | октябрь | 0,30 | 4,30 | 45,30 | 204,00 | 28,10 | 0,00 | 0,02 | 0,16 | 0,72 | 0,10 |
| 1995 | апрель | 0,80 | 11,10 | 50,00 | 199,40 | 20,80 | 0,00 | 0,04 | 0,18 | 0,71 | 0,07 |
| | июль | 1,90 | 13,70 | 75,40 | 178,20 | 12,90 | 0,01 | 0,05 | 0,27 | 0,63 | 0,05 |
| | октябрь | 0,80 | 5,10 | 45,00 | 198,40 | 32,80 | 0,00 | 0,02 | 0,16 | 0,70 | 0,12 |
| 1996 | апрель | 4,35 | 27,70 | 64,20 | 165,40 | 21,10 | 0,02 | 0,10 | 0,23 | 0,58 | 0,07 |
| | июль | 1,70 | 16,90 | 83,40 | 164,70 | 16,10 | 0,01 | 0,06 | 0,29 | 0,58 | 0,06 |
| | октябрь | 0,80 | 6,20 | 49,70 | 195,30 | 30,80 | 0,00 | 0,02 | 0,18 | 0,69 | 0,11 |
| 1997 | апрель | 1,68 | 11,50 | 63,60 | 184,80 | 18,70 | 0,01 | 0,04 | 0,23 | 0,66 | 0,07 |
| | июль | 4,60 | 25,99 | 96,25 | 135,51 | 13,78 | 0,02 | 0,09 | 0,35 | 0,49 | 0,05 |
| | октябрь | 0,36 | 5,19 | 41,14 | 182,65 | 46,80 | 0,00 | 0,02 | 0,15 | 0,66 | 0,17 |
| 1998 | апрель | 7,50 | 34,50 | 100,60 | 126,90 | 11,30 | 0,03 | 0,12 | 0,36 | 0,45 | 0,04 |
| | июль | 1,33 | 23,67 | 87,44 | 157,95 | 10,44 | 0,00 | 0,08 | 0,31 | 0,56 | 0,04 |
| | октябрь | 3,06 | 22,34 | 78,61 | 158,53 | 18,28 | 0,01 | 0,08 | 0,28 | 0,56 | 0,07 |
| 1999 | апрель | 3,27 | 28,20 | 94,24 | 141,86 | 13,33 | 0,01 | 0,10 | 0,34 | 0,51 | 0,05 |
| | июль | 1,24 | 20,89 | 97,96 | 149,77 | 11,04 | 0,00 | 0,07 | 0,35 | 0,53 | 0,04 |
| | октябрь | 0,40 | 10,44 | 58,49 | 187,38 | 24,19 | 0,00 | 0,04 | 0,21 | 0,67 | 0,09 |
| 2000 | апрель | 3,97 | 36,32 | 99,70 | 131,25 | 9,66 | 0,01 | 0,13 | 0,35 | 0,47 | 0,03 |
| | июль | 1,10 | 16,03 | 76,47 | 171,37 | 15,93 | 0,00 | 0,06 | 0,27 | 0,61 | 0,06 |
| | октябрь | 0,88 | 11,11 | 58,46 | 176,78 | 33,67 | 0,00 | 0,04 | 0,21 | 0,63 | 0,12 |

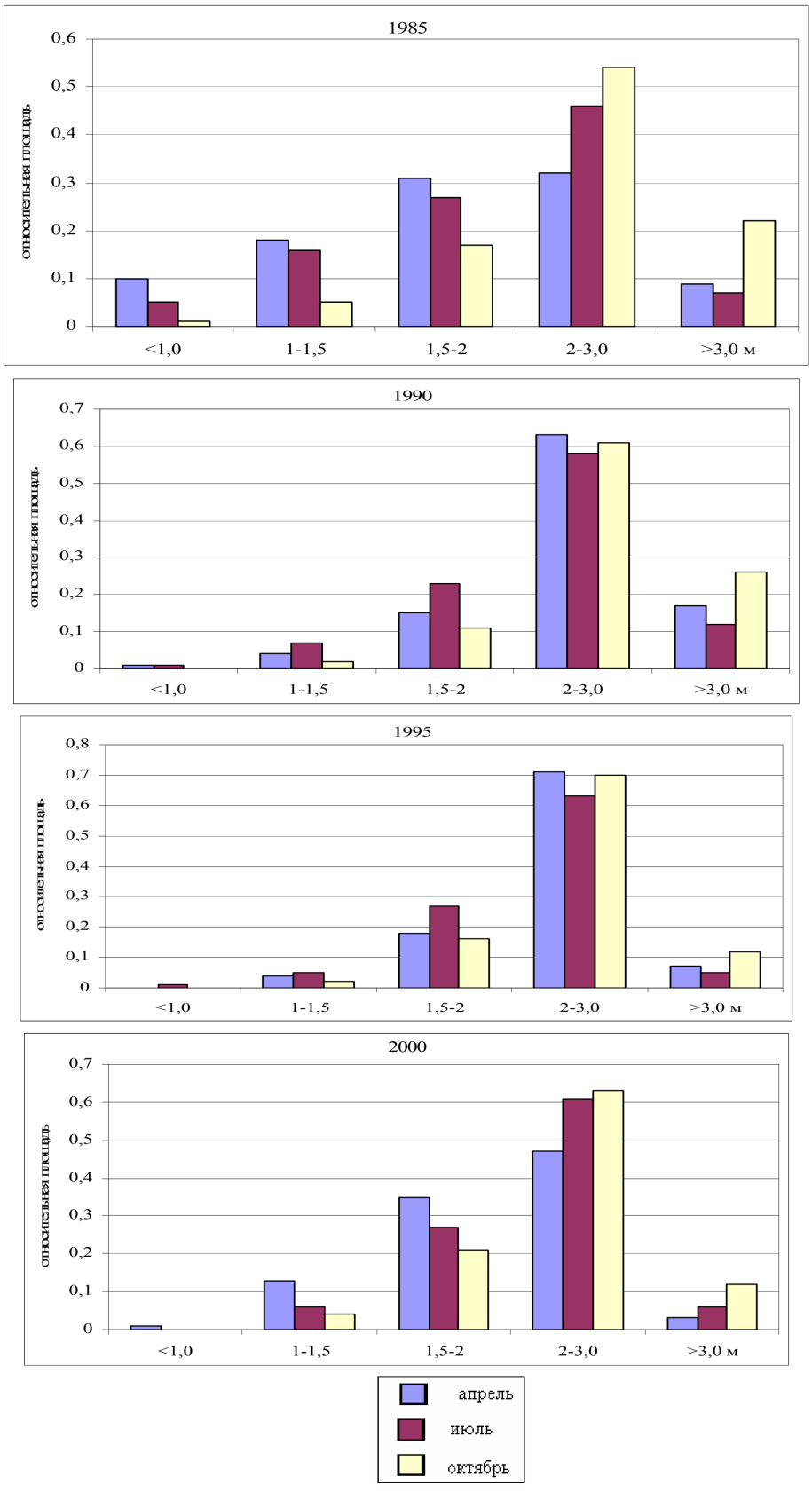



**Рис. 6.4.1.5 Диаграммы уровня залегания грунтовых вод Сырдарьинской области**

**Таблица 6.4.1.5 Распределение орошаемых земель по минерализации грунтовых вод**

| Год | месяц | Диапазоны МГВ, г/л | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Тыс.га | | | | | Относительная площадь | | | | |
| | | <1,0 | 1,0-3,0 | 3,0-5,0 | 5,0-10 | >10 | <1,0 | 1,0-3 | 3,0-5 | 5,0-10 | >10 |
| 1985 | апрель | 1,68 | 73,89 | 56,24 | 34,56 | 35,32 | 0,01 | 0,37 | 0,28 | 0,17 | 0,18 |
| | июль | 5,18 | 89,99 | 55,20 | 29,13 | 22,19 | 0,03 | 0,45 | 0,27 | 0,14 | 0,11 |
| | октябрь | 3,76 | 80,84 | 51,29 | 35,68 | 30,12 | 0,02 | 0,40 | 0,25 | 0,18 | 0,15 |
| 1990 | апрель | 0,90 | 74,70 | 89,70 | 74,20 | 51,40 | 0,00 | 0,26 | 0,31 | 0,26 | 0,18 |
| | июль | 1,20 | 84,00 | 77,20 | 75,20 | 53,30 | 0,00 | 0,29 | 0,27 | 0,26 | 0,18 |
| | октябрь | 3,60 | 82,30 | 90,20 | 66,60 | 48,20 | 0,01 | 0,28 | 0,31 | 0,23 | 0,17 |
| 1991 | апрель | 3,30 | 69,50 | 78,60 | 84,50 | 57,80 | 0,01 | 0,24 | 0,27 | 0,29 | 0,20 |
| | июль | 1,10 | 73,80 | 95,70 | 70,30 | 52,80 | 0,00 | 0,25 | 0,33 | 0,24 | 0,18 |
| | октябрь | 1,70 | 84,80 | 83,00 | 74,60 | 49,60 | 0,01 | 0,29 | 0,28 | 0,25 | 0,17 |
| 1992 | апрель | 0,10 | 54,70 | 136,30 | 63,30 | 42,80 | 0,00 | 0,18 | 0,46 | 0,21 | 0,14 |
| | июль | 1,60 | 76,60 | 128,10 | 50,90 | 40,00 | 0,01 | 0,26 | 0,43 | 0,17 | 0,13 |
| | октябрь | 1,30 | 106,00 | 100,10 | 52,30 | 37,50 | 0,00 | 0,36 | 0,34 | 0,18 | 0,13 |
| 1993 | апрель | 0,60 | 76,40 | 99,50 | 78,10 | 34,60 | 0,00 | 0,26 | 0,34 | 0,27 | 0,12 |
| | июль | 1,70 | 76,70 | 100,50 | 72,20 | 31,10 | 0,01 | 0,27 | 0,36 | 0,26 | 0,11 |
| | октябрь | 0,40 | 86,30 | 87,50 | 79,50 | 28,50 | 0,00 | 0,31 | 0,31 | 0,28 | 0,10 |
| 1994 | апрель | 0,60 | 94,00 | 98,70 | 63,50 | 25,20 | 0,00 | 0,33 | 0,35 | 0,23 | 0,09 |
| | июль | 1,90 | 156,00 | 79,30 | 27,30 | 17,50 | 0,01 | 0,55 | 0,28 | 0,10 | 0,06 |
| | октябрь | 5,80 | 105,60 | 93,50 | 54,30 | 22,80 | 0,02 | 0,37 | 0,33 | 0,19 | 0,08 |
| 1995 | апрель | 0,20 | 129,10 | 100,00 | 43,00 | 9,80 | 0,00 | 0,46 | 0,35 | 0,15 | 0,03 |
| | июль | 0,10 | 132,50 | 84,40 | 58,00 | 7,10 | 0,00 | 0,47 | 0,30 | 0,21 | 0,03 |
| | октябрь | 1,20 | 139,20 | 94,60 | 39,50 | 7,60 | 0,00 | 0,49 | 0,34 | 0,14 | 0,03 |
| 1996 | апрель | 1,50 | 108,80 | 102,30 | 52,90 | 17,30 | 0,01 | 0,38 | 0,36 | 0,19 | 0,06 |
| | июль | 1,40 | 101,80 | 100,50 | 62,30 | 16,80 | 0,00 | 0,36 | 0,36 | 0,22 | 0,06 |
| | октябрь | 0,10 | 118,60 | 91,50 | 60,00 | 12,60 | 0,00 | 0,42 | 0,32 | 0,21 | 0,04 |
| 1997 | апрель | 0,14 | 107,60 | 113,96 | 45,26 | 13,27 | 0,00 | 0,38 | 0,41 | 0,16 | 0,05 |
| | июль | 0,00 | 69,94 | 113,42 | 80,07 | 12,70 | 0,00 | 0,25 | 0,41 | 0,29 | 0,05 |
| | октябрь | 0,00 | 123,49 | 90,74 | 48,88 | 13,03 | 0,00 | 0,45 | 0,33 | 0,18 | 0,05 |
| 1998 | апрель | 0,14 | 102,20 | 95,36 | 75,86 | 7,20 | 0,00 | 0,36 | 0,34 | 0,27 | 0,03 |
| | июль | 0,13 | 118,28 | 107,61 | 47,13 | 7,68 | 0,00 | 0,42 | 0,38 | 0,17 | 0,03 |
| | октябрь | 1,56 | 128,49 | 102,40 | 46,54 | 1,83 | 0,01 | 0,46 | 0,36 | 0,17 | 0,01 |
| 1999 | апрель | 0,01 | 58,59 | 160,98 | 54,80 | 6,52 | 0,00 | 0,21 | 0,57 | 0,20 | 0,02 |
| | июль | 0,02 | 87,15 | 128,20 | 61,40 | 4,12 | 0,00 | 0,31 | 0,46 | 0,22 | 0,01 |
| | октябрь | 0,00 | 86,86 | 119,87 | 64,47 | 9,70 | 0,00 | 0,31 | 0,43 | 0,23 | 0,03 |
| 2000 | апрель | 0,24 | 83,54 | 109,60 | 83,86 | 3,66 | 0,00 | 0,30 | 0,39 | 0,30 | 0,01 |
| | июль | 0,00 | 81,88 | 104,85 | 89,88 | 4,29 | 0,00 | 0,29 | 0,37 | 0,32 | 0,02 |
| | октябрь | 0,00 | 84,84 | 130,27 | 57,00 | 8,79 | 0,00 | 0,30 | 0,46 | 0,20 | 0,03 |

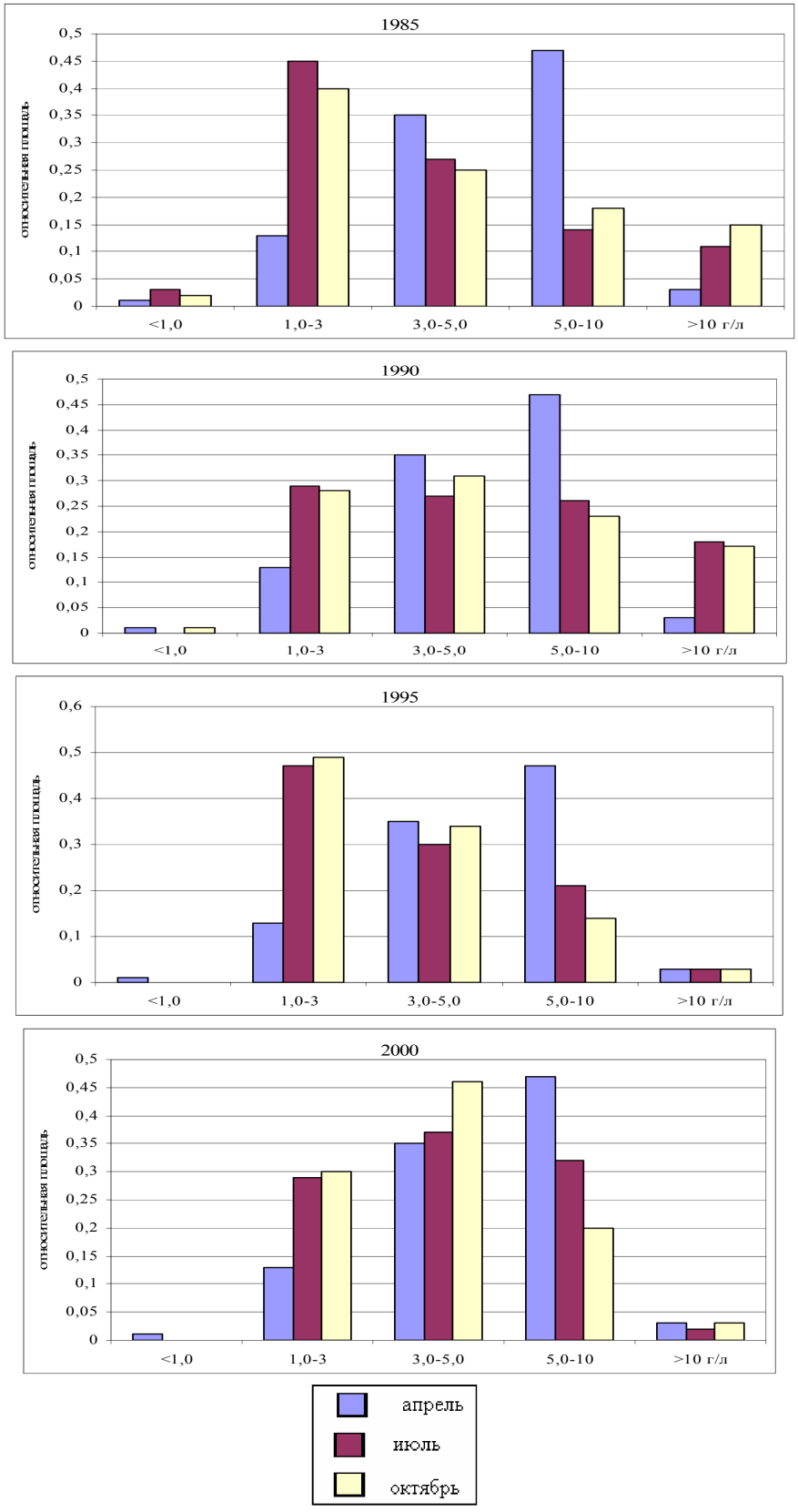



**Рис. 6.4.1.6 Диаграммы минерализации грунтовых вод Сырдарьинской области**

В связи с отсутствием промывного режима орошения, повышением минерализации грунтовых вод, и подъемом уровня грунтовых вод в последние годы выше допустимой, наблюдается засоление почв за счет как притока солей с оросительной водой, так и грунтовыми водами.

Изменение засоления почв за 1985-200 г. по степеням засоления иллюстрируется таблицей 6.4.1.6 и рис. 6.4.1.7, 6.4.1.8, 6.4.1.9.

**Таблица 6.4.1.6 Динамика распределения земель по степени засоления**

| Год | Степень засоления | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | тыс.га | | | | относительная площадь | | | |
| | незасол. | слабо | средне | сильно | неза-сол. | слабо | средне | сильно |
| 1985 | 35,8 | 137,8 | 79,7 | 26,8 | 0,13 | 0,49 | 0,28 | 0,10 |
| 1990 | 33,5 | 166,7 | 73,1 | 24,9 | 0,11 | 0,56 | 0,25 | 0,08 |
| 1991 | 55,9 | 169,8 | 47,6 | 23,8 | 0,19 | 0,57 | 0,16 | 0,08 |
| 1992 | 48,8 | 180,1 | 47,5 | 20 | 0,16 | 0,61 | 0,16 | 0,07 |
| 1993 | 32,4 | 215,8 | 32,2 | 16 | 0,11 | 0,73 | 0,11 | 0,05 |
| 1994 | 14 | 217,2 | 49 | 16 | 0,05 | 0,73 | 0,17 | 0,05 |
| 1995 | 13 | 219,5 | 49 | 14 | 0,04 | 0,74 | 0,17 | 0,05 |
| 1996 | 8,2 | 215,3 | 58,8 | 16,6 | 0,03 | 0,72 | 0,20 | 0,06 |
| 1997 | 6 | 181,9 | 61,7 | 19,4 | 0,02 | 0,68 | 0,23 | 0,07 |
| 1998 | 2,3 | 159,6 | 74,1 | 21,2 | 0,01 | 0,62 | 0,29 | 0,08 |
| 1999 | 2,5 | 174,3 | 80,9 | 23,2 | 0,01 | 0,62 | 0,29 | 0,08 |
| 2000 | 3,84 | 150,28 | 71,05 | 23,21 | 0,02 | 0,61 | 0,29 | 0,09 |

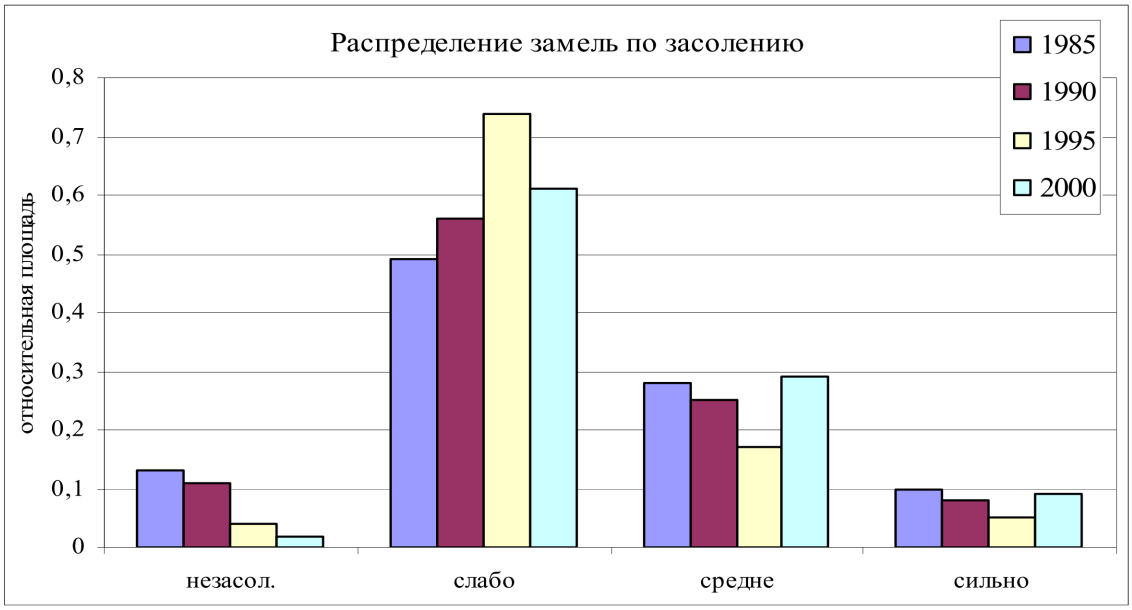
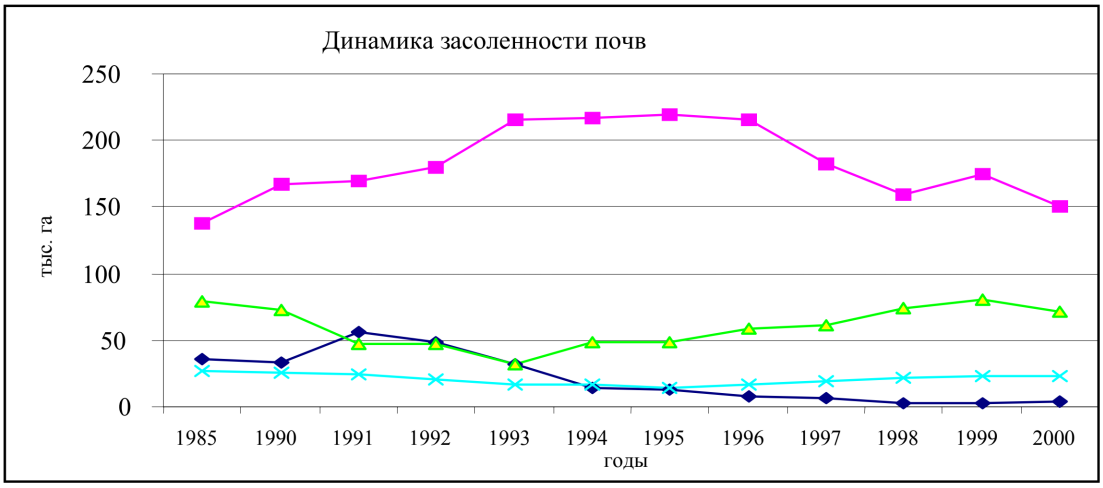



**Рис. 6.4.1.7 Диаграммы засоления почв**



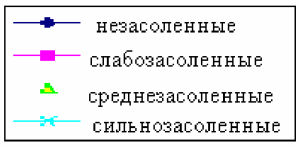




**Рис 6.4.1.8 Динамика засоления почв**

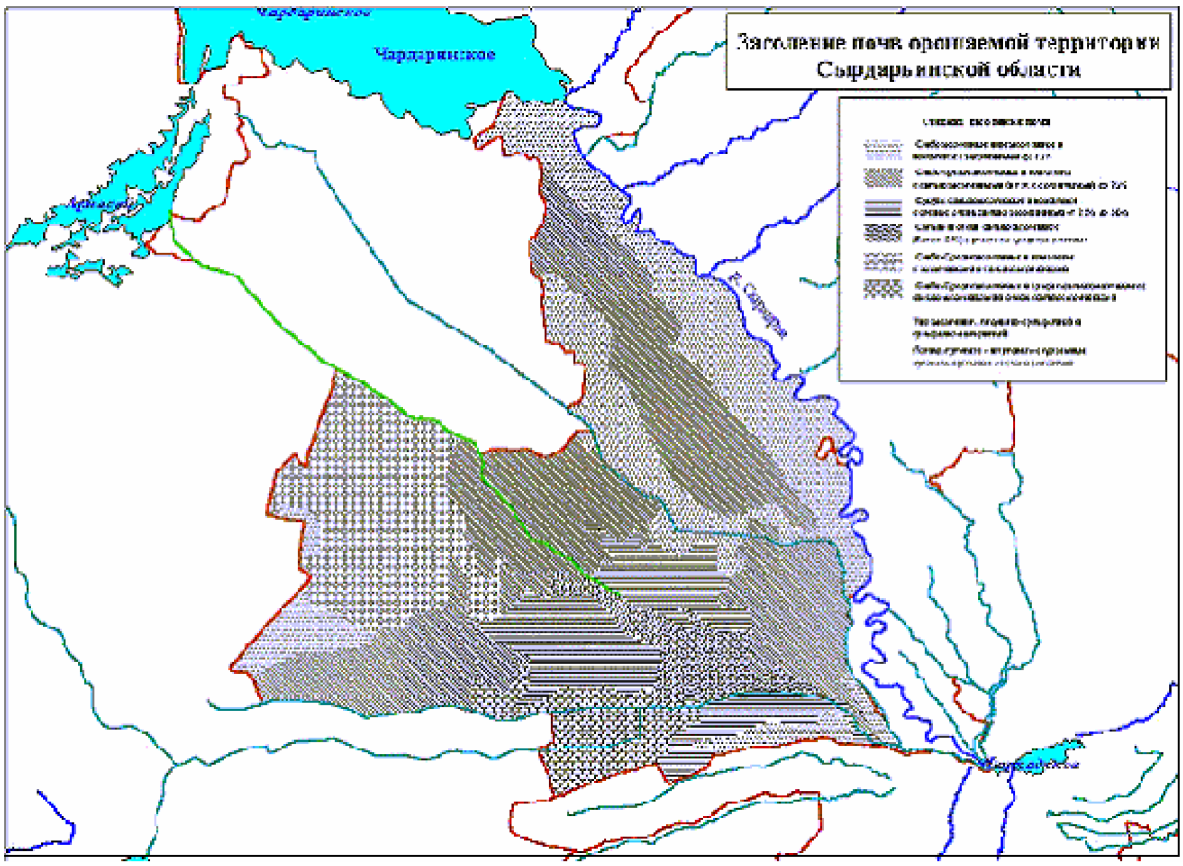



**Рис 6.4.1.9 Карта засоления почв**

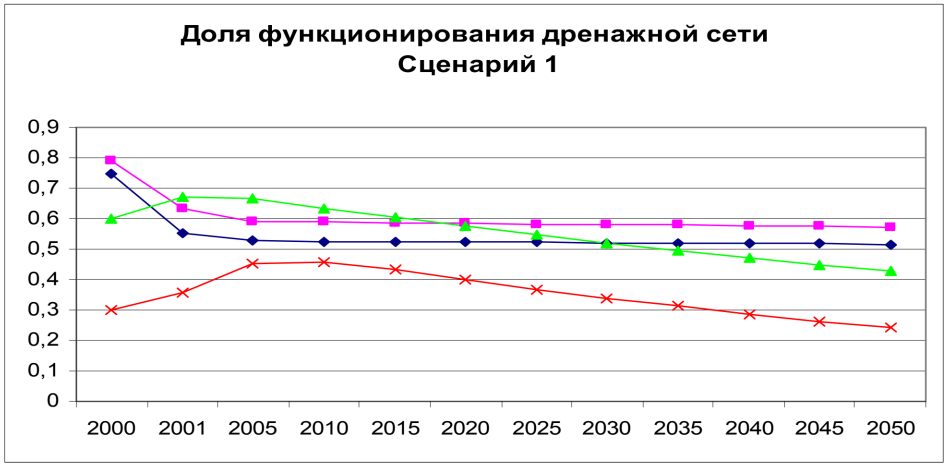
Благоприятный водно-солевой режим в 1966-90 гг. при регулировании глубины грунтовых вод в пределах 2-3 м, проведение осенне-зимних промывных поливов нормой 2500-4000 $м^3$/га и оросительной нормой 6000-7000 $м^3$/га, способствовали повышению урожайности хлопчатника. Средняя урожайность по области была доведена в 1980 г. до 27,4 ц/га. В дальнейшем в связи с ухудшением работоспособности дренажных систем, повышением УГВ, отсутствием промывного режима орошения и засолением почв урожайность хлопчатника к 1995 г. снизилась до 21 ц/га, в 2000 г. до 11,7 ц/га.

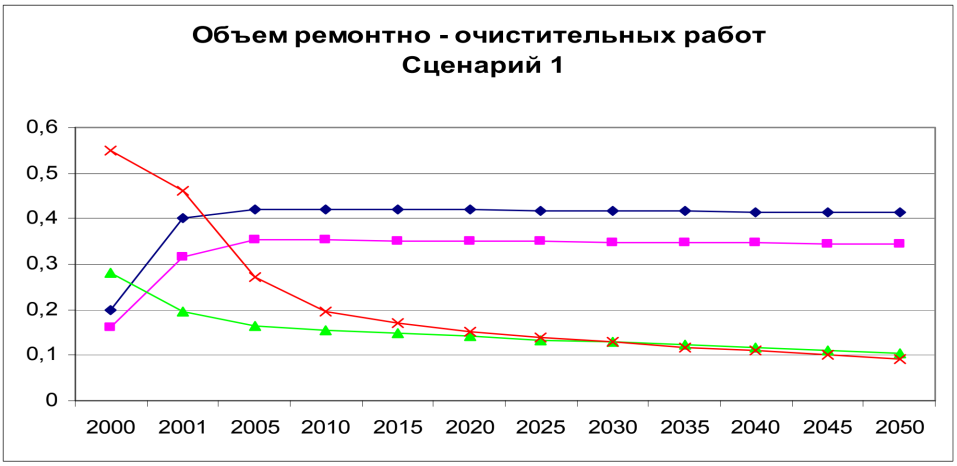
## 6.4.2 Моделирование и прогноз

### 6.4.2.1 Основные параметры территории орошения

**Таблица 6.4.2.1**

| | ******** Технический уровень ГМС********* | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Годы | 1970 | 1975 | 1980 | 1985 | 1990 | 1995 | 2000 |
| Орошаемая площадь, тыс. га | 261,3 | 214,8 | 258,9 | 283,5 | 298,1 | 298,7 | 296,9 |
| Дренируемая площадь, тыс.га | 195,2 | 213 | 245,6 | 273,4 | 293,7 | 282,8 | 288,8 |
| Протяженность дренажа, км | | | | | | | |
| __Магистральные коллектора | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Межхозяйственный открытый дренаж | 1399 | 1028 | 1495 | 1716 | 1906 | 1963 | 1963 |
| Внутрихозяйственный откр. дренаж | 4558 | 2844 | 3454 | 3651 | 4735 | 4950 | 5085 |
| __Закрытый горизонтальный дренаж | 228 | 3258 | 5196 | 7842 | 9196 | 9327 | 9400 |
| Сумма протяжен.(МК, МОД, ВОД, ЗГД) | 6185 | 7130 | 10145 | 13209 | 15837 | 16240 | 16448 |
| Удельная протяженность дренажа, м/га | 31,69 | 33,47 | 41,31 | 48,31 | 53,92 | 57,43 | 56,95 |
| Кол-во скважин вертикального дрен. | 410 | 445 | 726 | 851 | 869 | 834 | 736 |
| Объем откачки, млн.м$^3$ | 350 | 480 | 792 | 685 | 674 | 254 | 201 |
| Водозабор на орошение, млн.м$^3$ | 3907 | 2206 | 3807 | 2803 | 2741 | 2196 | 3294 |
| Минерализация орсительной воды,г/л | 0,8 | 0,92 | 1,33 | 1,39 | 1,26 | 1,59 | 1,31 |
| Приток солей, тыс.т | 3126 | 2030 | 5063 | 3896 | 3454 | 3492 | 4315 |
| Удельная водоподача, тыс. м$^3$/га | 14,95 | 10,27 | 14,7 | 9,89 | 9,19 | 7,35 | 11,09 |
| Требования с/хоз. культур, тыс.м$^3$/га | | | | | | | |
| ___Нетто на поле | 7,64 | 7,6 | 7,63 | 7,7 | 7,76 | 7,37 | 6,98 |
| ___Брутто на поле | 8,49 | 8,44 | 8,48 | 8,55 | 8,62 | 8,19 | 7,76 |
| ___Брутто из реки | 12,12 | 12,06 | 11,78 | 11,72 | 12,15 | 11,7 | 11,24 |
| Коллекторный сток, млн.м$^3$/год | | | | | | | |
| ___Общий дренажный сток | 1610 | 1004 | 1422 | 1789 | 1713 | 1296 | 1845 |
| ___Чистый дренажный сток | 594 | 673 | 851 | 1481 | 849 | 725 | 824 |
| Минерализация общего стока, г/л | 2,62 | 2,95 | 3,22 | 3,49 | 4,19 | 3 | 3,73 |
| Минерализация дренажного стока, г/л | 5,73 | 3,95 | 4,49 | 3,93 | 7,17 | 4,11 | 6,73 |
| Общий вынос солей, тыс.т/год | 4218 | 2962 | 4579 | 6244 | 7177 | 3888 | 6882 |
| Доля дренажного стока от водозабора,% | 41,21 | 45,51 | 37,35 | 63,82 | 62,5 | 59,02 | 56,01 |
| Дренажный модуль, л/сек/га | 0,1 | 0,1 | 0,11 | 0,17 | 0,09 | 0,08 | 0,09 |
| КПД оросительной системы | 0,7 | 0,7 | 0,72 | 0,73 | 0,71 | 0,7 | 0,69 |



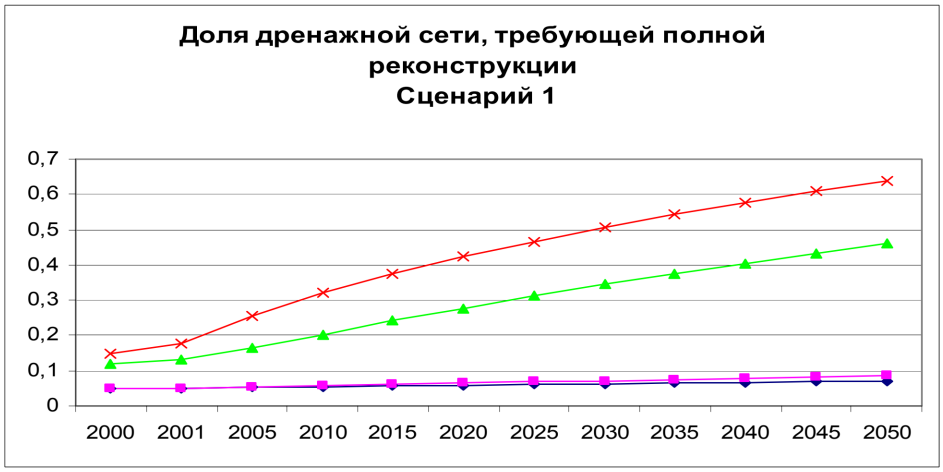
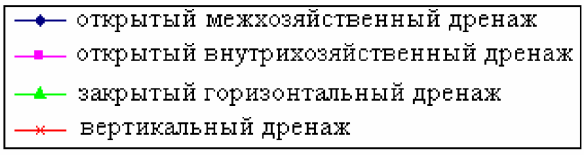
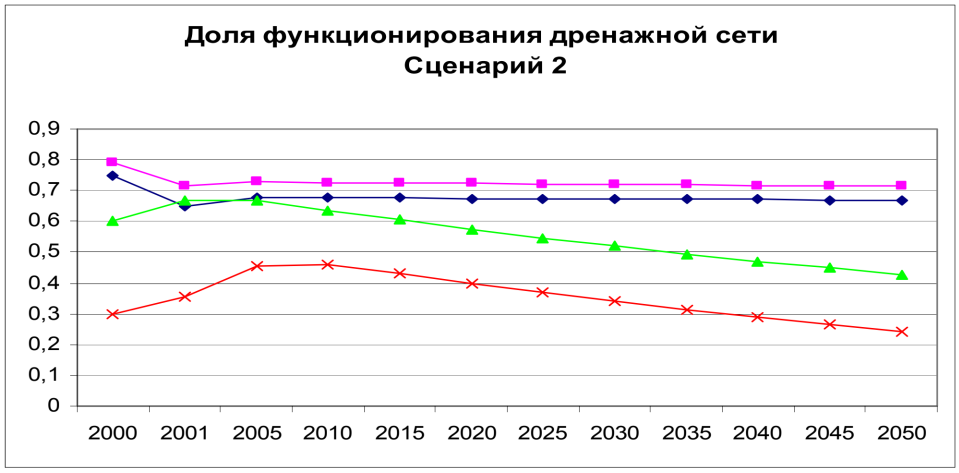
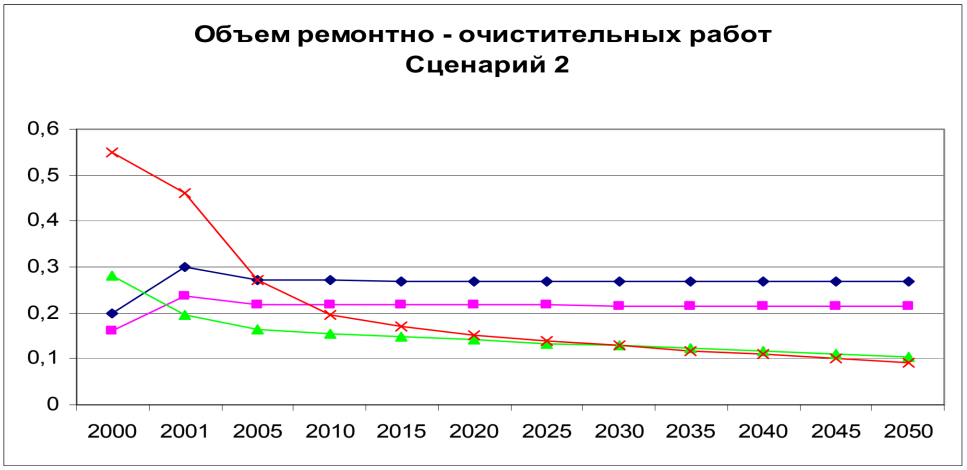




**Рис. 6.4.2.1. Сценарий 1**





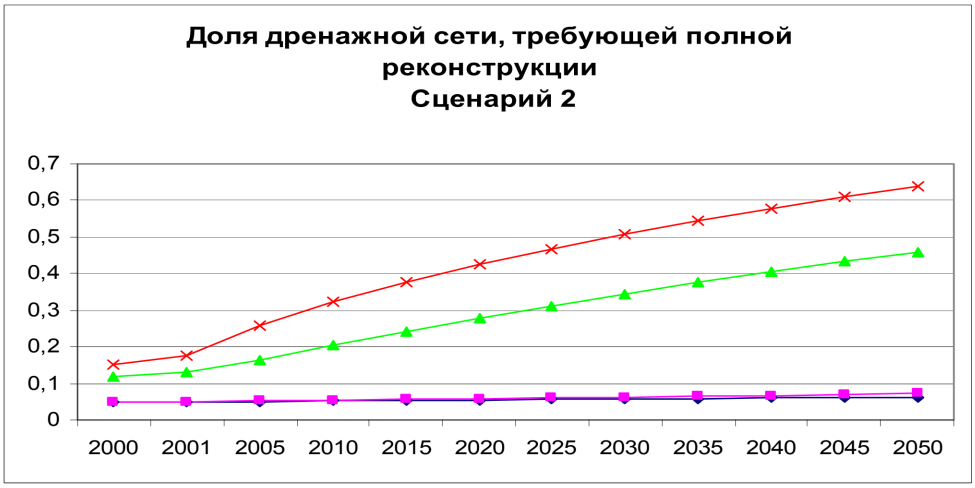
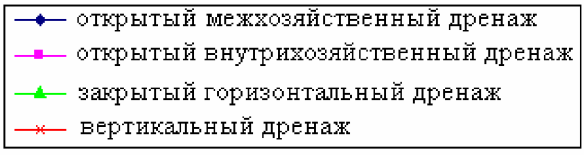
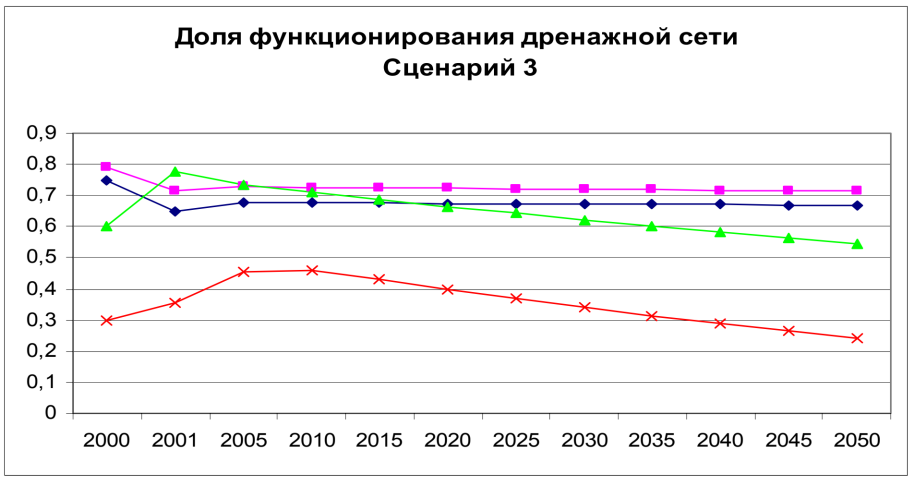
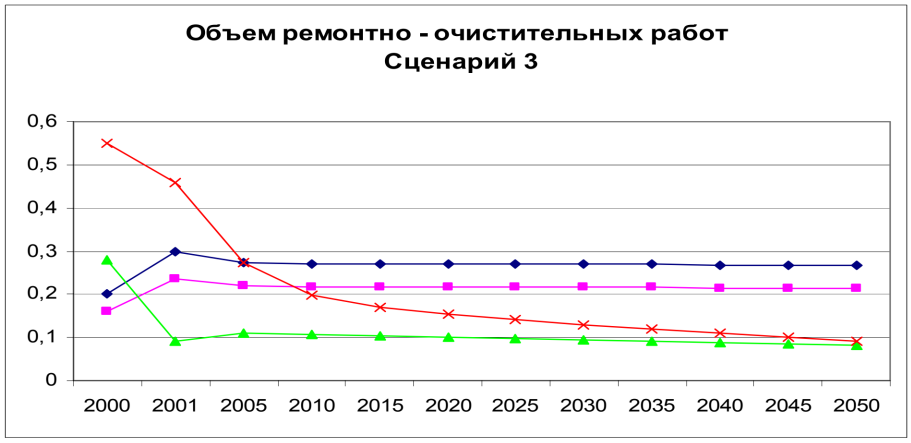




**Рис. 6.4.2.2. Сценарий 2**





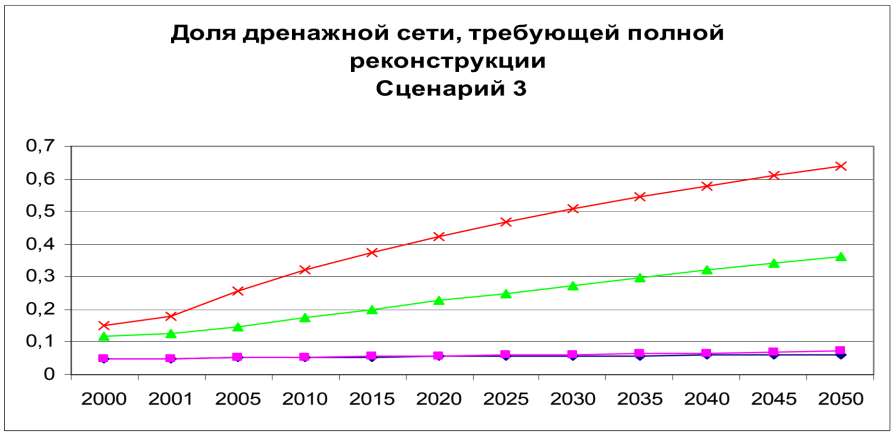
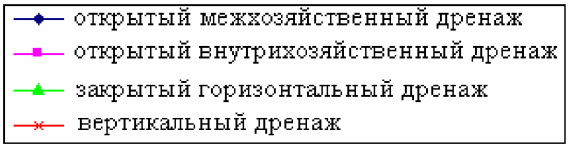
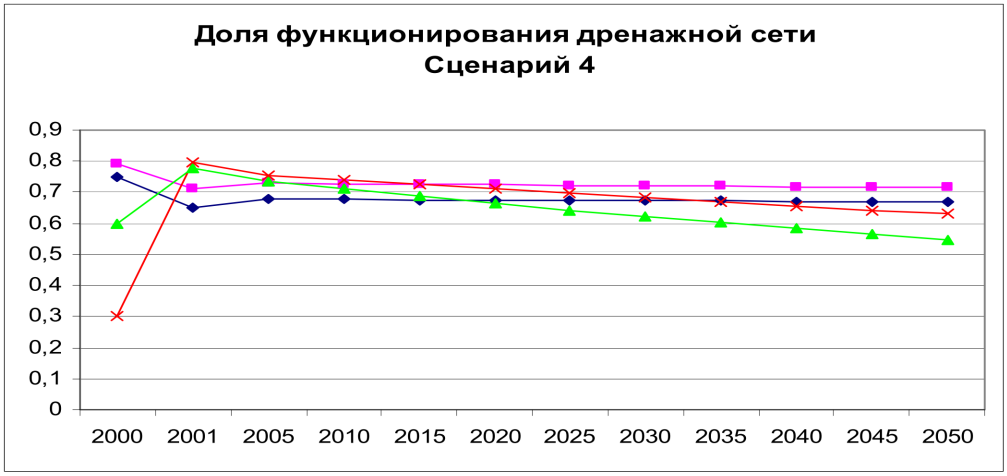
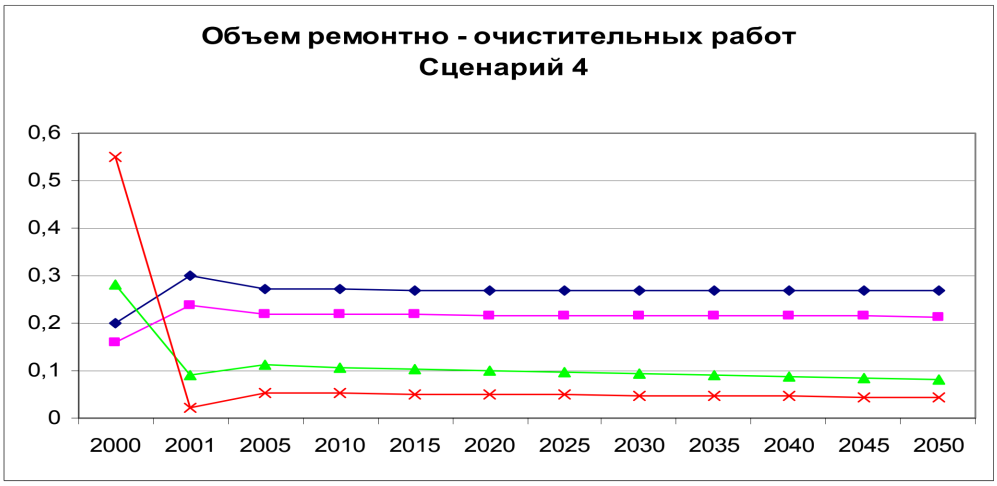




**Рис. 6.4.2.3. Сценарий 3**





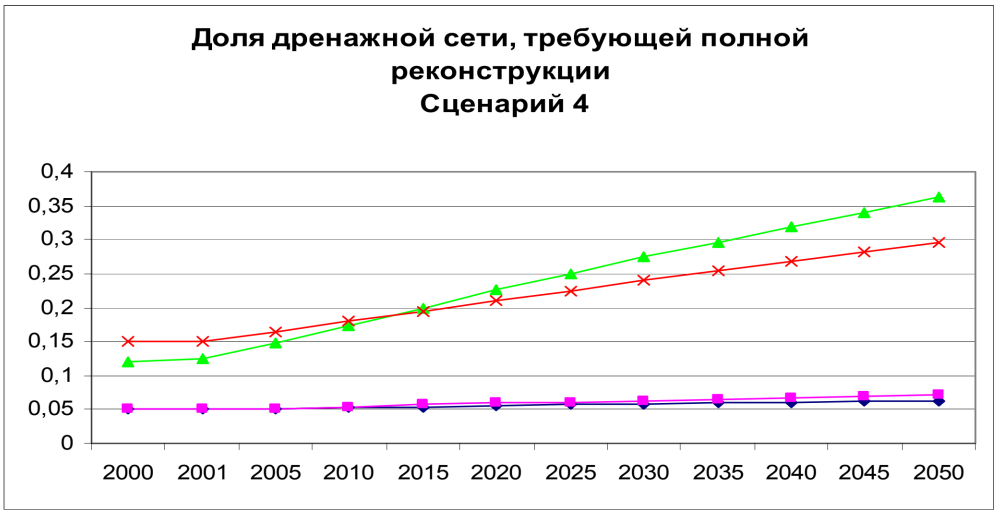
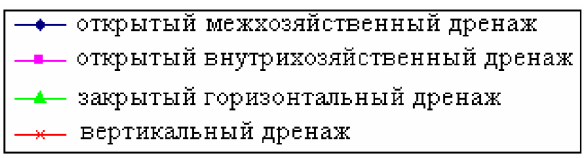




**Рис. 6.4.2.4. Сценарий 4**



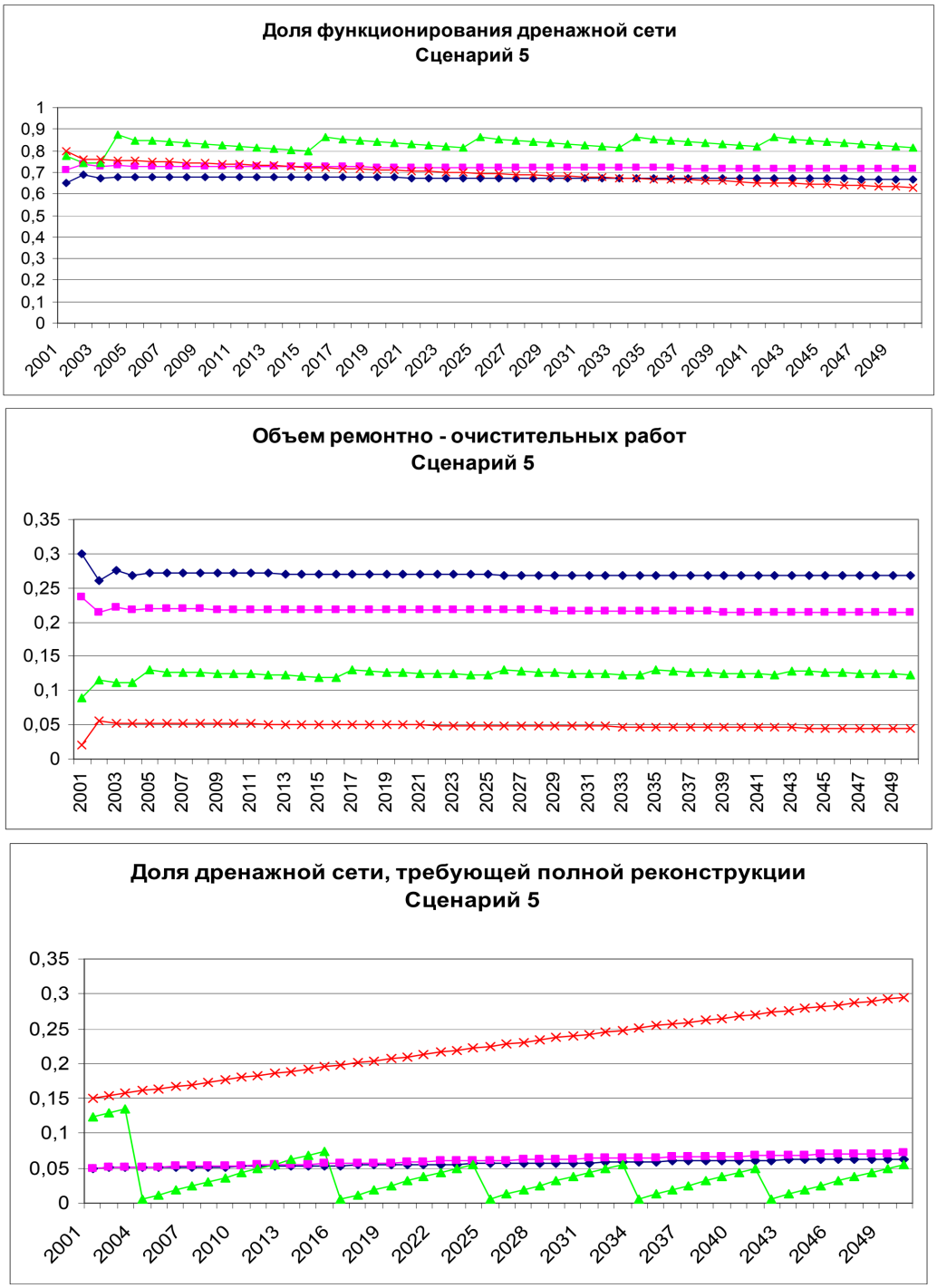



**Рис. 6.4.2.5 Сценарий 5**

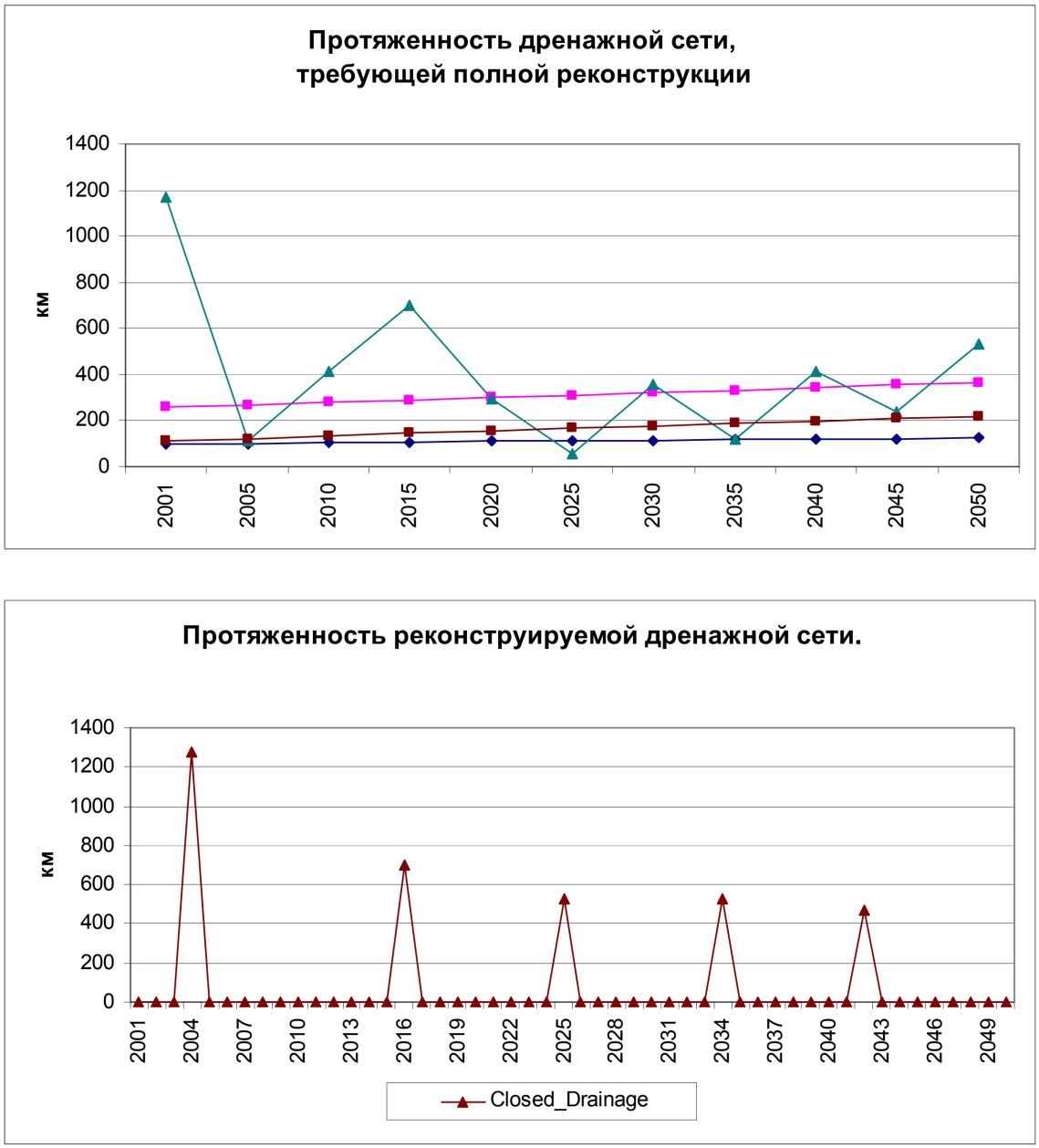
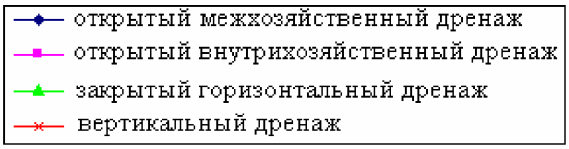
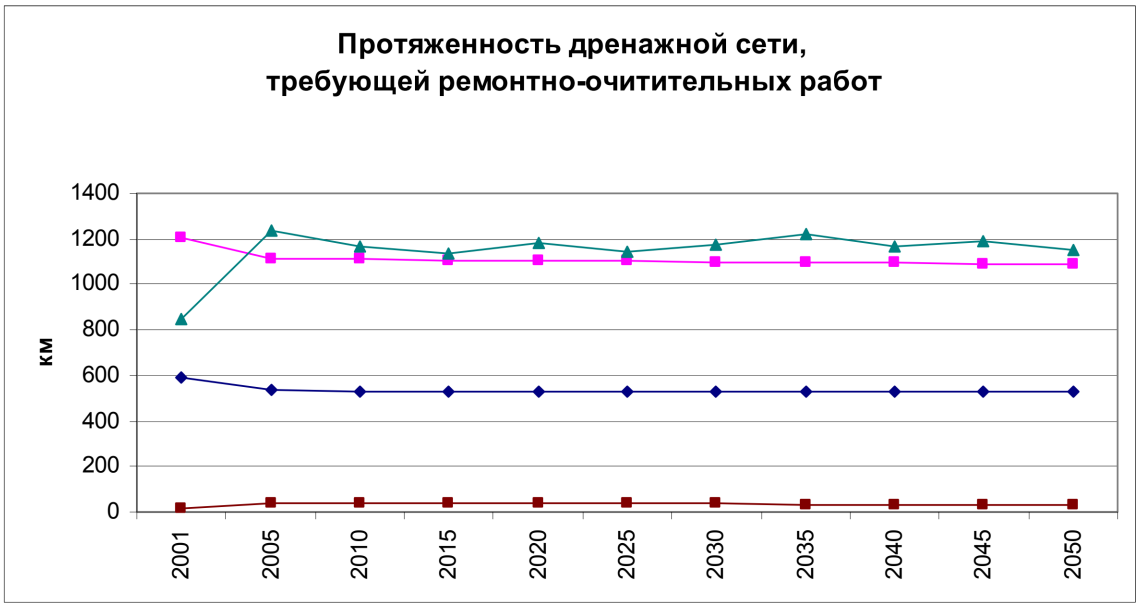



**Рис. 6.4.2.6. Сценарий 5**





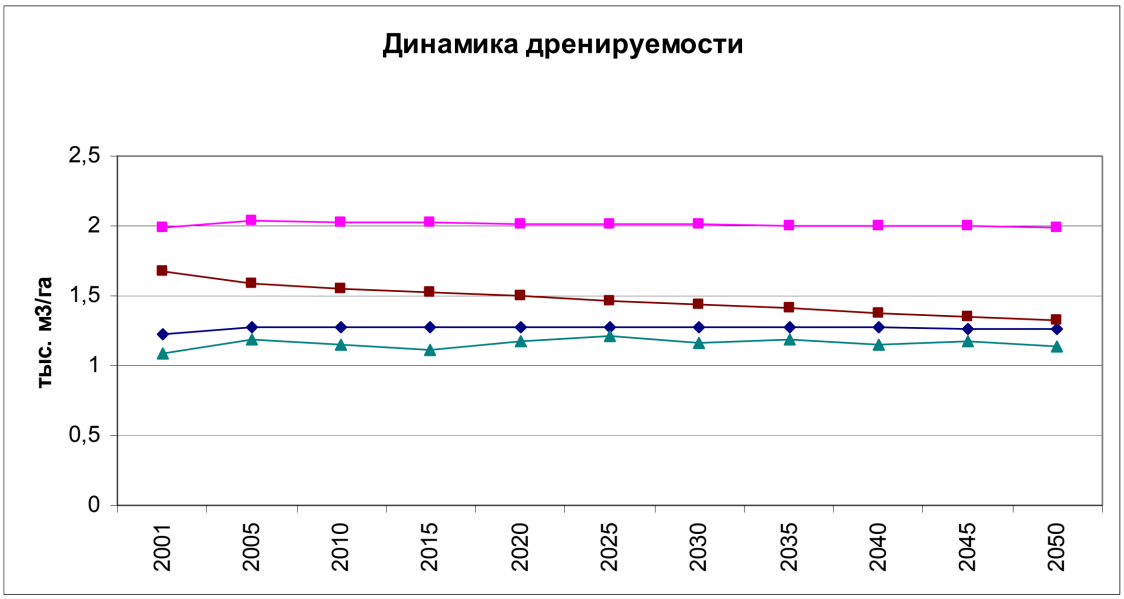
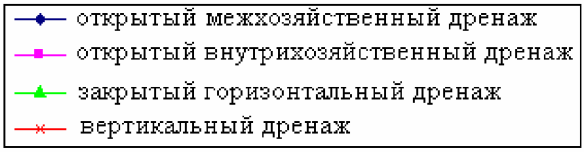




**Рис. 6.4.2.7 Сценарий 5**



# 6.5 Республика Каракалпакстан

## 6.5.1 Анализ Республики Каракалпакстан по мелиоративным показателям орошаемых земель и состоянию дренажных систем как объекта моделирования

Республика Каракалпакстан (рис. 6.5.1.1) занимает нижнюю часть дельты Амударьи, прилегающие к ней районы, плато Устюрт и северную часть пустыни Кызылкум. Валовая площадь республики составляет 16100,6 тыс. га, или 36,3 % всей территории Узбекистана (Uzdaverloyikha, 2000), в том числе потенциально пригодная для орошения 2100,5 тыс.га. В настоящее время орошается 500,1 тыс. га, в том числе земли, оснащенные дренажем – 371,9 тыс.га.

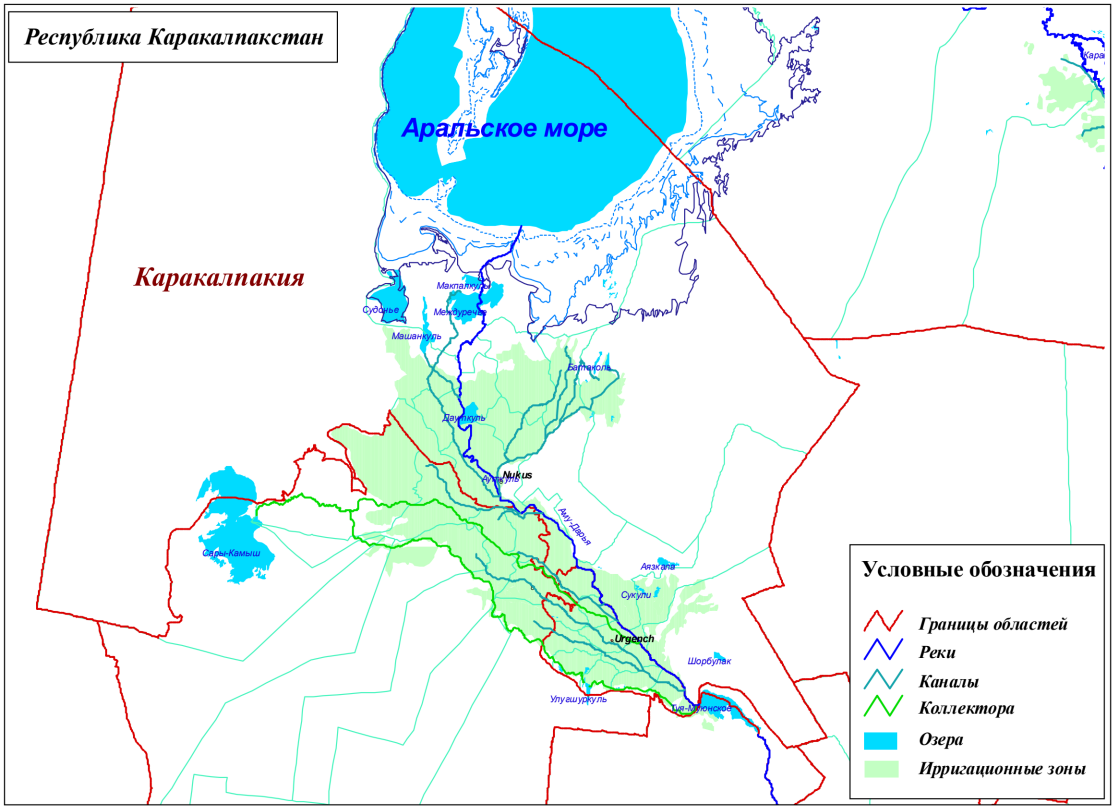



**Рис. 6.5.1.1 Республика Каракалпакстан**

Республика отличается резко континентальным климатом с большим перепадом температур в летнее и зимнее время и сильным превышением испаряемости над осадками. Основные природно-климатические условия приведены в таблице 6.5.1.1.

В гидрогеолого-мелиоративном аспекте вся территория Республики Каракалпакстан представлена бессточными подземными водами: при вскрытии водонасыщенных глубоких пла-

стов, образуется самоизлив. Грунтовые воды до начала освоения земель залегания относительно глубоко (> 5 м), и только в пределах поймы они находились на глубине 1-3 м. Грунтовые воды в исходном состоянии на большей части площади сильно минерализованы (> 5-10 г/л).

Почвы дельты в одних случаях представляют собой результат исключительного воздействия климата с признаками естественного увлажнения прошлого периода (такыры, такыровидные почвы, остаточные солончаки); в других – это почвы переходных условий – от грунтового увлажнения к воздействию климата, почвы с нерегулярным, ослабленным грунтовым увлажнением (лугово-такырные и лугово-пустынные); в третьих, обширная группа почв современной дельты, подвергающаяся ее воздействию климата в условиях обильного увлажнения (луговые, болотно-луговые, болотные, типичные луговые и болотные солончаки).

Частая смена механического состава аллювиальных отложений дельты Амударьи обуславливает изменчивый характер водно-физических свойств почвогрунтов, то есть переслаивание профиля прослойками от тяжелых глин до песков. Переслаивающиеся отложения из-за своей пылеватости в насыщенном водой состоянии приобретают плывунный характер, что приводит к частым обрушениям откосов каналов и открытых дрен и коллекторов.

Таким образом, природно-климатические условия низовьев Амударьи обуславливают интенсивное развитие подъема уровня грунтовых вод, вторичное засоление земель и тем самым ухудшение эколого-мелиоративных процессов при развитии орошаемого земледелия.

Интенсивное освоение и орошение земель в республике начато в начале XX века, за исключением южных районов, относящихся к древнему орошаемому земледелию. До 1960 г. здесь орошалось около 200 тыс. га земель, из которых половина приходилась на долю южных районов.

В 1970-1990 гг. темп освоения новых земель по пятилеткам изменялся от 40 до 100 тыс. га и освоение практически приостановилось на уровне 1990 года (таблица 6.5.1.2). Большая часть вновь осваиваемых земель шла под посевы риса.

С ростом орошаемых площадей происходил и рост площадей, оснащенных дренажом. В 1970 г. площадь, охваченная дренажом в республике, составила 87,5 тыс. га, к 1980 г. - 191,4 тыс. га (то есть за 10 лет прибавилось более 100 тыс. га). Дренажная система представляла собой открытую коллекторно-дренажную сеть, и только в последние десятилетия здесь был построен закрытый дренаж (таблица 6.5.1.2). Однако ввиду несовершенства конструкции и низкого технического уровня обслуживания эффективность существующей дренажной системы не отвечала требованиям мелиорации засоленных земель.

**Таблица 6.5.1.1 Природно-климатические условия Каракалпакстана**

| Показатель | Ед. изм | Величина |
|---|---|---|
| Испаряемость (И) | мм | 1200-1300 |
| Атмосферные осадки (Ос) | мм | 90-120 |
| Среднегодовая температура воздуха | $^{o}$C | +10-12 |
| Среднемесячная температура:<br>апрель<br>июль<br>декабрь<br>январь<br>за год | $^{o}$C | <br>+12,1<br>+26,9<br>-3,4<br>-6,4<br>+10-12 |
| Максимальная температура | $^{o}$C | +45 |
| Минимальная температура | $^{o}$C | -30 |
| Коэффициент увлажнения К= И/Ос:<br>декабрь-март<br>апрель-ноябрь | доли единицы | <br>0,6<br>0,12 |

**Таблица 6.5.1.2 Технический уровень ГМС по Республике Каракалпакстан**

| № | Показатели оценки технического уровня оросительно-дренажных систем | | Годы | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 1970 | 1975 | 1980 | 1985 | 1990 | 1995 | 2000 |
| 1. | Орошаемая площадь, тыс. га | | 205,2 | 252,1 | 365,2 | 455,1 | 495,2 | 501,2 | 500,1 |
| 2 | Площадь, обслуживаемая дренажом, тыс. га | | 87,5 | 141,2 | 191,4 | 315,6 | 355 | 355,1 | 371,9 |
| 3 | Общая протяженность дренажа, км | | 3585,6 | 5487 | 6932,8 | 12144,2 | 19182,3 | 19899,3 | 19638,8 |
| | в том числе закрытого горизонтального дренажа, км | | - | - | - | - | 401,0 | 467,5 | 477,7 |
| 4 | Удельная протяженность дренажа, м/га: на орошаемую площадь | | 17,5 | 21,8 | 19,0 | 26,7 | 38,7 | 39,7 | 39,3 |
| | на дренируемую площадь | | 41,0 | 38,9 | 36,2 | 38,5 | 54,0 | 56,0 | 52,8 |
| 5. | Водозабор на орошение, млн.м$^3$ | | 4775,3 | 6371,1 | 8644,9 | 8548,1 | 7436,29 | 6513,1 | 3594,7 |
| 6 | Минерализация оросительной воды, г/л | | 0,7 | 0,88 | 1,08 | 0,8 | 1,2 | 1,15 | 1,26 |
| 7 | Приток солей, тыс. т | | 3342,7 | 5606,6 | 9336,5 | 6838,5 | 8923,5 | 7490,1 | 4529,3 |
| 8 | Удельная водоподача брутто, тыс. м$^3$/га | | 23,3 | 25,3 | 23,7 | 18,8 | 15 | 13 | 7,2 |
| 9 | Удельное поступление солей т/га | | 16,31 | 22,2 | 25,6 | 15,0 | 18,0 | 14,9 | 9,1 |
| 10 | Общий дренажный сток, млн. м$^3$ | | 791,2 | 1060,4 | 2771,1 | 2943,3 | 2331,5 | 1876,1 | 1572,2 |
| | в том числе чистый дренажный сток, млн.м$^3$ | | 433,1 | 553,9 | 2096,8 | 2276,5 | 1498,6 | 1146,6 | 1169,6 |
| 11 | Дренажный модуль, л/с/га | | 0,07 | 0,07 | 0,18 | 0,16 | 0,11 | 0,08 | 0,08 |
| 12 | Удельное водоотведение, тыс. м$^3$/га: | с орошаемой площади | 3,9 | 4,2 | 7,6 | 6,5 | 5,9 | 3,7 | 3,1 |
| | | с дренируемой площади | 9,0 | 7,5 | 14,5 | 9,3 | 6,6 | 5,3 | 4,2 |
| 13 | Минерализация дренажного стока, г/л | | 3,6 | 3,7 | 3,4 | 2,8 | 4,2 | 3,3 | 4,3 |
| 14 | Общий вынос солей, тыс. т | | 2848,3 | 3923,5 | 9421,7 | 8241,2 | 9792,3 | 6191,1 | 6760,5 |
| 15 | Удельный вынос солей, т/га | | 13,9 | 15,6 | 25,8 | 18,1 | 19,8 | 12,4 | 13,5 |
| 16 | Доля дренажного стока от водозабора, % | | 16,6 | 16,6 | 32,1 | 34,4 | 31,4 | 28,8 | 43,7 |
| 17 | КПД оросительных систем, в долях единицы | | 0,5 | 0,53 | 0,52 | 0,52 | 0,56 | 0,56 | 0,56 |

В 1970-1985 гг. водозабор на орошение возрос с 4775,3 млн.м3 до 8548,1 млн. м3 при снижении удельной водоподачи брутто с 23,3 тыс.м3/га до18,8 тыс. м3/га (в том числе из КДС), причем 30-35 % от общей водоподачи приходилось на невегетационный период, то есть на промывку земель. Общая площадь, где проводились зимне-весенние эксплутационные промывки, достигала 300-350 тыс. га в год. Подачу такого количества воды обеспечил промывной режим на орошаемых землях с внесением солей в глубокие слои почвогрунтов.

Поступление солей с оросительной водой изменялось с 3342,7 млн. т в 1970 г. до 9336,5 млн. т в 1980 г., общий вынос солей с орошаемой территории с 2848,3 млн. т в 1970 г. до 9421,7 млн. т в 1980 г. Иначе говоря, в указанные годы поступление солей на орошаемые земли, хотя и в незначительной степени, превышало их вынос (таблица 6.5.1.2), что можно объяснить ростом минерализации оросительной воды: с 0,72 г/л в 1970 г. до 1,08 г/л в 1980 г.

В дальнейшем, начиная с 1985 г., наблюдается постепенное уменьшение как общего водозабора с 7436 млн. м3 в1990 г. до 3594,7 млн. м3 в 2000 г.и удельной водоподачи, так и объема дренажного стока и удельного выноса солей (таблица 6.5.1.2). Тем не менее, в эти годы общий вынос солей с орошаемой территории превышает их поступление.

Сокращение удельного водозабора (главным образом, за счет снижения норм промывных поливов) без учета технического состояния ирригационно-мелиоративных систем обусловило ухудшение промывного режима орошения (обеспечивающего поддержание допустимого солевого режима), что привело к увеличению содержания солей в почвогрунтах. Замеры САНИИРИ на пилотных участках Халкабад, Касым Авезов, Дарвазакум и ряда других показали, что величина удельного водозабора на орошаемую площадь нетто колеблется в пределах 1200-2800 м3/га, против 3200-6500 м3/га, рекомендуемых для этой зоны.

Малые удельные водозаборы нетто на поля объясняются низким коэффициентом полезного действия ирригационных систем (0,50-0,56), в связи с тем, что оросительная сеть большей частью проходит в земляных руслах.

Многолетняя практика ведения сельскохозяйственного производства в Узбекистане на засоленных и подверженных засолению землях показывает, что по мере реализации комплекса мелиоративных мероприятий наблюдается и рост урожайности сельхозкультур. Примером этого является Хорезмская область (природные условия идентичны с таковыми в Республике Каракалпакстан), где урожайность сельхозкультур в 1,5-2 раза выше, нежели в Каракалпакстане. В Республике Каракалпакстан до 1990 г. в структуре посевов сельхозкультур основное место занимали хлопок и рис. Площадь посевов хлопчатника за рассматриваемый период (1975-2000 гг.) изменялась от 124 тыс.га (1975 г.) до 163,5 тыс.га (1985 г.) (таблица 6.5.1.3).

Из таблицы 6.5.1.3 видно, что максимум урожайности хлопчатника (30-31 ц/га) приходится на 1975-1980 гг., когда средняя удельная водоподача нетто на поля превышала 12-13 тыс.м3/га (с учетом водопотребления риса). Начиная с 1985 г. наблюдается снижение урожайности, а к 2000 г. она уменьшилась до 13,1 ц/га. При этом начало снижения продуктивности земель под хлопчатником практически совпадает с началом ухудшения технического уровня дренажа и уменьшением удельной водоподачи нетто на поля.

Аналогичная картина наблюдается и по культуре риса, площадь посевов которой составляла на уровне 1980 г. 66,5 тыс.га, а урожайность - 46,1 ц/га. Максимальная площадь посевов риса (порядка 92-100 тыс.га) приходится на 1992-1996 гг.

Следует отметить, что удельная водоподача нетто на поля под посевы риса в республике изменялась в пределах 15-20 тыс.м3/га. В то же время за последние годы наблюдалось резкое снижение удельного водопотребления (нетто), что является основной причиной падения урожайности риса.

Снижение урожайности риса объясняется также ростом минерализации оросительной воды. Так, в отдельные маловодные годы урожайность риса снижалась до 16-18 ц/га (таблица 6.5.1.3).

Снижение водозабора на орошение путем установления жесткого лимита без учета современного состояния мелиоративных систем и орошаемых земель приводит к дальнейшему ухудшению экологической и мелиоративной обстановки и, в свою очередь, к снижению урожайности сельскохозяйственных культур, т.е. не достигая своей цели, усугубляет негативную обстановку в орошаемом земледелии в регионе.

**Таблица 6.5.1.3 Урожайность ведущих сельхозкультур по Республике Каракалпакстан за 1975-2000 гг. (данные ОГГМЭ Республики Каракалпакстан)**

| № пп | Годы | Хлопок | | | Рис | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | посевная площадь, га | валовой сбор, т | урожай-ность, ц/га | посевная площадь, га | валовой сбор, т | урожай-ность, ц/га |
| 1 | 1975 | 124,0 | 385,6 | 31,1 | | | |
| 2 | 1981 | 130,7 | 396,0 | 30,3 | 66,5 | 306,4 | 46,1 |
| 3 | 1985 | 163,5 | 361,4 | 22,1 | 98,1 | 259,1 | 26,4 |
| 4 | 1990 | 153,0 | 348,3 | 22,8 | 80,7 | 306,1 | 37,9 |
| 5 | 1991 | 149,6 | 285,8 | 19,5 | 88,8 | 298,4 | 33,6 |
| 6 | 1992 | 147,8 | 275,3 | 18,6 | 100,8 | 311,7 | 30,9 |
| 7 | 1993 | 149,3 | 318,4 | 21,3 | 100,6 | 327,1 | 32,5 |
| 8 | 1994 | 145,9 | 273,1 | 18,7 | 92,8 | 300,4 | 32,4 |
| 9 | 1995 | 145,5 | 288,1 | 19,8 | 92,0 | 141,9 | 15,4 |
| 10 | 1996 | 146,6 | 203,9 | 13,9 | 100,3 | 201,6 | 20,1 |
| 11 | 1997 | 140,9 | 269,5 | 19,1 | 50,3 | 116,3 | 23,1 |
| 12 | 1998 | 147,6 | 156,6 | 10,6 | 80,3 | 137,2 | 17,0 |
| 13 | 1999 | 145,4 | 196,8 | 13,5 | 85,6 | 171,0 | 20,0 |
| 14 | 2000 | 129,9 | 125,4 | 13,1 | 60,0 | 142,0 | 17,8 |

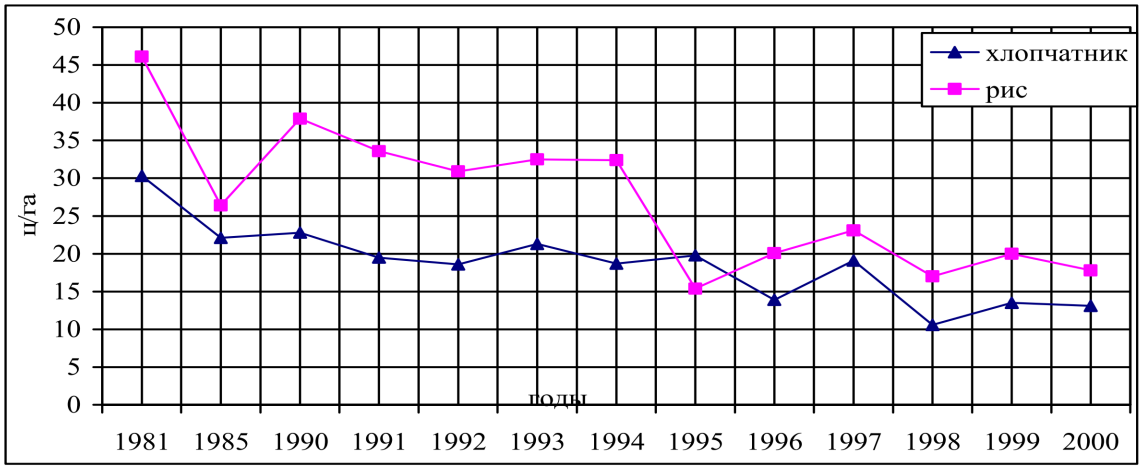



**Рис. 6.5.1.2 Динамика урожайности основных сельхозкультур**

Основным средством поддержания благополучного состояния орошаемых земель является создание промывного режима почвогрунтов, обеспечиваемого исправными ирригационными и дренажными системами.

Далее приводится динамика развития горизонтального дренажа и его техническое состояние, начиная с 1970 г., с интервалом в 5 лет (таблица 6.5.1.4, рис. 6.5.1.3, 6.5.1.4).

Межхозяйственная сеть представлена открытыми коллекторами глубиной более 5 м, шириной по дну более 3 м и заложением откосов более 2. Внутрихозяйственная сеть состоит из

открытых дрен глубиной до 5 м и закрытого горизонтального дренажа (ЗГД), строительство которого началось в 1986 г.

**Таблица 6.5.1.4 Параметры горизонтального дренажа Каракалпакстана**

| Год | Орошаемая площадь, тыс. га | Дренируемая площадь, тыс. га | Общая протяженность дренажа, км | В том числе | | | Удельная протяженность дренажа, м/га |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Межхозяйственные коллектора | Внутрихозяйственные дрены | Закрытый горизонтальный дренаж | |
| 1970 | 205,2 | 87,5 | 3585,6 | 916,6 | 2669 | - | 17,5 |
| 1975 | 252,1 | 141,2 | 5487,0 | 1321,0 | 4166,0 | - | 21,8 |
| 1980 | 365,2 | 191,4 | 6932,8 | 1625,8 | 5307,0 | - | 21,1 |
| 1985 | 455,1 | 315,6 | 12144,2 | 2028,2 | 10116,0 | - | 36,5 |
| 1990 | 495,2 | 355 | 19182,3 | 2850,7 | 15930,6 | 401,0 | 38,7 |
| 1995 | 501,2 | 355,1 | 19899,3 | 3288,4 | 16143,4 | 467,5 | 39,2 |
| 2000 | 500,1 | 371,9 | 19638,8 | 3405,1 | 15801,0 | 477,7 | 39,3 |

Строительство дрен осуществлялось методом «полки». Дренажная линия выполнялась из керамических труб и песчано-фильтровой обсыпки; глубина заложения дрен 3 м, уклон 0,0015 –0,02.

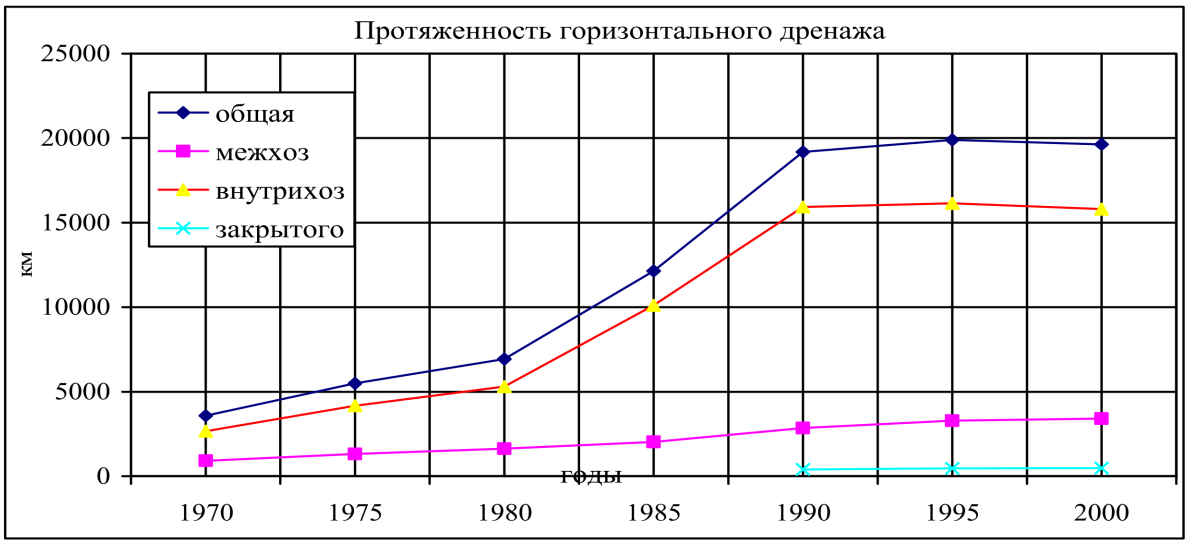



**Рис. 6.5.1.3 Изменение протяженности КДС**

Анализ технического состояния открытого дренажа (таблица 6.5.1.5, рис. 6.5.1.5) показывает, что до 1990 г. в неудовлетворительном состоянии находилось около половины дренажа. Проведение очистных работ позволяло поддерживать работоспособность дренажа на уровне 70-80 %.




**Рис. 6.5.1.4 Изменение удельной протяженности КДС**

**Таблица 6.5.1.5 Техническое состояние межхозяйственных коллекторов**

| Год | Всего, км | В том числе | | Очищено |
|---|---|---|---|---|
| | | в удовлетворительном состоянии | в неудовлетворительном состоянии | |
| 1970 | 916,6 | 315,4 | 601,2 | 385,3 |
| 1975 | 1321,0 | 609,9 | 711,1 | 343,7 |
| 1980 | 1625,8 | 821,7 | 804,1 | 465,3 |
| 1985 | 2028,2 | 1027,2 | 1004,0 | 398,7 |
| 1990 | 2850,7 | 1140,6 | 1710,1 | 864,0 |
| 1995 | 3288,4 | 2068,4 | 1220,0 | 505,0 |
| 2000 | 3405,1 | 2384,1 | 1021,0 | 505,3 |

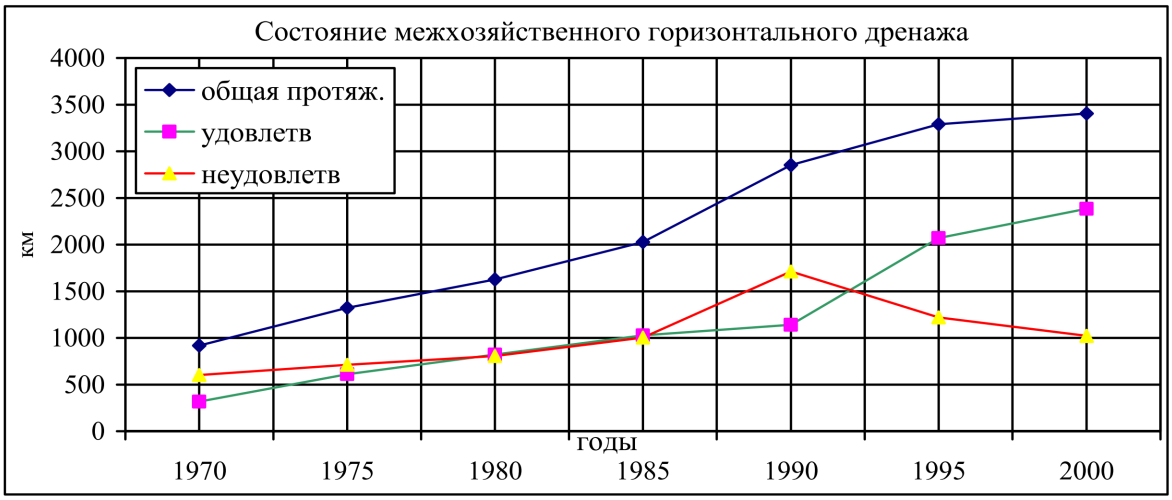



**Рис. 6.5.1.5 Состояние межхозяйственного дренажа**

За последнее десятилетие объемы очистки как межхозяйственных, так и внутрихозяйственных коллекторов и дрен существенно снизились (таблица 6.5.1.6, рис.6.5.1.6).

**Таблица 6.5.1.6 Содержание открытой КДС**

| Год | Межхозяйственные коллектора | | | Внутрихозяйственные коллектора и дрены | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Отношение очищенной протяженности к общей, % | Объем очистки, тыс. м$^3$ | Затраты на очистку | Отношение очищенной протяженности к общей, % | Объем очистки, тыс. м$^3$ | Затраты на очистку |
| 1970 | 42,0 | 6157,9 | 1056,3 т.р. | 4,9 | 1600,0 | 274,5 т.р. |
| 1975 | 26,0 | 4800,0 | 823,4 т.р. | 13,1 | 6609,9 | 1185,3 т.р. |
| 1980 | 28,6 | 6619,7 | 942,5 т.р. | 17,5 | 5077,5 | 910,2 т.р. |
| 1985 | 19,7 | 4721,5 | 779,5 т.р. | 19,4 | 14514,0 | 2398,0 т.р. |
| 1990 | 30,3 | 12244,2 | 2769,0 т.р. | 29,2 | 31140,0 | 6248,0 т.р. |
| 1995 | 15,4 | 4994,6 | 10137,2 т.с. | 25,4 | 21694,0 | 440299 т.с. |
| 2000 | 14,8 | 4331,2 | 196723,0 т.с. | 17,2 | 16779,0 | 762134,0 т.с. |

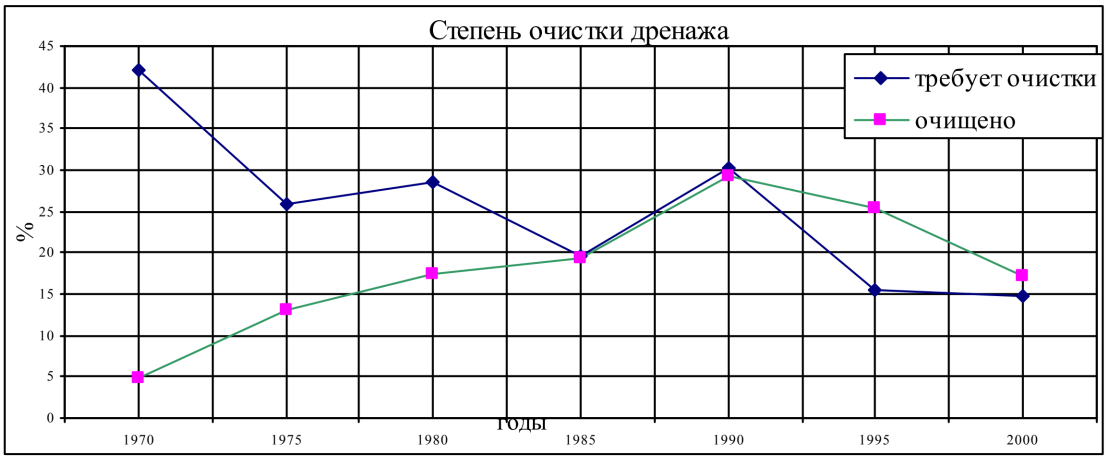



**Рис. 6.5.1.6 Состояние межхозяйственного дренажа**

Отношение очищенной протяженности межхозяйственных коллекторов в год к общей их длине колеблется от 42,0 % (1970 г.) до 14,8 % (2000 г.), составляя в среднем 25,2 %. За последние 10 лет наблюдается также резкое снижение объемов очистки межхозяйственных коллекторов. Так, если в период с 1970 по 1985 гг. годовой объем очистки межхозяйственной сети составлял в среднем 29,3 %, то за последние 10 лет он снизился до 15,1 %, то есть в 2 раза. Таким образом, при снижении объемов очистных работ техническое состояние дренажа должно не улучшаться, а наоборот – ухудшаться.

Данные таблицы 6.5.1.7 показывают, что среднее значение удельных объемов очистки межхозяйственных коллекторов составляет 10,6 м$^3$/га. При сопоставлении фактических объемов очистки с допустимым удельным объемом заиления, первые превышают рекомендуемые. Это обусловлено несовершенством технологии очистки, производящейся экскаватором не по продольной схеме, а по поперечной, когда объемы увеличиваются за счет подрезки откосов коллекторов. Такая же картина наблюдается и по внутрихозяйственной сети. Фактические удельные объемы очистки, составляющие в среднем 7,6 м$^3$/м, почти втрое превышают допустимые.

Из таблицы 6.5.1.7 видно, что стоимость очистки до 1990 г. сильно не изменялась, составляя в среднем 0,17 рублей за 1 м$^3$. Приведенные данные позволяют подсчитать затраты на содержание открытого дренажа. По Каракалпакии они составили: до 1990 г. 7,7 $/га, в 1995 г. – 3,04 $/га, в 2000 г. – 2,5 $/га.

**Таблица 6.5.1.7 Удельные объемы очистки открытого дренажа**

| Год | Удельные объемы очистки межхозяйственной сети, м$^3$/м | Удельные объемы очистки внутрихозяйственной сети, м$^3$/м | Стоимость 1 м$^3$ очистки |
|---|---|---|---|
| 1970 | 16,0 | 12,1 | 0,17 $ |
| 1975 | 14,0 | 12,0 | 0,17 $ |
| 1980 | 14,2 | 5,5 | 0,14 $ |
| 1985 | 11,8 | 7,4 | 0,16 $ |
| 1990 | 14,2 | 6,7 | 0,22 $ |
| 1995 | 9,9 | 5,3 | 0,09 $ |
| 2000 | 8,6 | 6,1 | 0,07 $ |

Анализ данных об объемах очистных работ и затрат на поддержание открытого дренажа в работоспособном состоянии дает возможность внести корректировку технического состояния дренажа последних 10 лет. Снижение затрат и объемов очистных работ снизили работоспособность открытого дренажа с 75 % до 47 %.

Закрытый горизонтальный дренаж протяженностью 477,7 км составляет всего 2,4 % от общей протяженности дренажа. Вследствие недоработки конструкции водоприемной части и отсутствия службы эксплуатации в настоящее время дрены находятся в нерабочем состоянии.

Дренированность орошаемой территории характеризуется удельной протяженностью и величиной чистого дренажного стока (дренажного модуля). Согласно прогнозным расчетам водно-солевого режима и водно-солевых балансов, выполненным САНИИРИ и НИЦ МКВК для районирования территории Республики Каракалпакстан по типам и мощностям почвогрунтов, дренажный модуль изменяется пределах от 0,22 л/с/га для земель русловых отложений до 0,28 л/с/га для озерных отложений. С повышением КПД систем снижается значения дренажного модуля (Q). Так, при КПД систем 0,75 дренажный модуль (Q) для тех же отложений составляет 0,13 и 0,18 л/с/га (таблица 6.5.1.8).

Для обеспечения дренирования земель с дренажными модулями, приведенными в таблице 6.5.1.8, дренажная система должна иметь междренные расстояния от 335 до 700 м в русловых отложениях при КПД оросительной системы, равном 0,56, и от 510 до 1070 м при КПД системы 0,75. С утяжелением гидрогеолого-почвенно-мелиоративных условий увеличивается дренажный модуль и сокращается междренное расстояние, то есть растет удельная протяженность.

При указанных расчетных параметрах удельная протяженность горизонтального дренажа для земель русловых отложений 20-25 м/га, а для озерных - до 50-80 м/га. В среднем по Республике Каракалпакстан проектная удельная протяженность составляет 40 м/га. Соблюдение глубины заложения дрен порядка 2,2 –2,8 м даст возможность регулировать уровень грунтовых вод в пределах 1,8-2,3 м и создать оптимальные условия ведения сельхозпроизводства. По этим параметрам на рис. 6.5.1.7 приведена схема районирования северной зоны Республики Каракалпакстан.

Фактическая удельная протяженность горизонтального дренажа изменяется от 17,1 м/га (1970 г.) до 38-39,7 м/га (1990-1995 гг.), т.е. на уровне 1985-1990 гг. она приблизилась к проектной. При такой мощности дренажа и удельной водоподаче порядка 22,2-23,3 тыс.м$^3$/га (брутто) и 12,3-12,7 тыс.м$^3$/га (нетто), поданной в 1970-1980 гг. на орошаемые поля с последующим уменьшением ее значения до 3,6 тыс.м$^3$/га нетто (2000 г.), удельный дренажный сток изменялся от 3,9 до 7,6 тыс.м$^3$/га.

**Таблица 6.5.1.8 Расчетные величины нагрузки на дренаж при различных значениях КПД с учетом минерализации поливных вод**

| Тип отложений | Годовая норма водозабора, м3/га | | Нагрузка на дренаж при КПД оросительных систем | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | общая | в т.ч. промывная | 0,56 | | 0,65 | | 0,75 | |
| | | | Q, л/с | W, м2/ сут | Q, л/с | W, м2/ сут | Q, л/с | W, м2/ сут |
| Русловые | 7630 | 2830 | 0,22 | 0,0019 | 0,16 | 0,0013 | 0,13 | 0,0011 |
| Межрусловые | 7770 | 4320 | 0,25 | 0,0021 | 0,19 | 0,0016 | 0,16 | 0,0014 |
| Озерные | 7720 | 5040 | 0,28 | 0,0024 | 0,21 | 0,0018 | 0,18 | 0,0016 |

Начиная с 1985 г. в соответствии со снижением водоподачи наблюдается уменьшение дренажного стока до 3,1 тыс.м$^3$/га в год (таблица 6.5.1.9). Удельный вынос солей изменялся в зависимости от величины дренажного стока и его минерализации. За 1970- 2000 гг. его значения колебались в пределах от 13,9 в 1970 г. до 25,8 т/га в 1980 г. Начиная с 1985 г. снижается удельный вынос солей с орошаемых земель и в 2000 г. он составил всего 13,5 т/га.

Это объясняется, с одной стороны, неудовлетворительной работой дренажа в основном из-за потерь его глубины за счет заиления и зарастания, с другой, - отсутствием промывного режима орошения на полях. Средняя удельная подача воды на орошаемое поле (нетто) хлопково-рисового комплекса составляла по максимуму 12-13 тыс. м$^3$/га, по минимуму 4-7 тыс.м$^3$/га (1995-2000 гг.). В связи с этим солевой баланс зоны аэрации орошаемых земель складывается положительно с накоплением солей порядка 3,47 т/га (в 1975 г.) - 8,2 т/га в год (1990 г.), за исключением 1980 г., когда удельная водоподача составила 12,7 тыс. м$^3$/га при достаточно мощном и удовлетворительно работающем дренаже. Аналогичная картина наблюдается по приближенному водно-солевому балансу поверхностных вод, по которому в 1970, 1975 и 1995 гг. идет процесс накопления солей от 2,4 т/га до 6,7 т/га; в остальные годы - вынос солей с орошаемой территории (таблица 6.5.1.9).

Таким образом, технический уровень эксплуатируемой коллекторно-дренажной сети оценивается как низкий, а работоспособность не удовлетворяет требованиям создания на орошаемых землях оптимальных условий управления водно-солевыми режимами почв, обеспечивающих повышение продуктивности земель. По протяженности дренажная система соответствует требованиям обеспеченности земель дренажом. Проектной эффективности дренажных систем можно достичь путем улучшения эксплуатационных работ, с одновременным строительством дренажа на недренированных землях, площадь которых в республике составляет 140-150 тыс.га.

Начиная с 1960 г. для отвода дренажного стока с орошаемых земель в республике строились крупные коллектора, такие как Аязкалинский, Берунийский, ККС, Главный Левобережный (ГЛК), ПВККС, Устюрт, КС-1, КС-3 и КС-4. Суммарная протяженность этих коллекторов составляет 2200 км; их суммарный проектный расход равен 300 м$^3$/с или 9,0 млрд.м$^3$. На современном уровне общий расход всех этих коллекторов не превышает 40-45 м$^3$/с или 13-15 % от проектной величины. Кроме того, фактические параметры эксплуатируемых коллекторов и по другим техническим характеристикам, таким как отметка дна и горизонта, также не соответствуют проектным. По этим показателям все коллектора заилены на 2,0-2,5 м, в связи с чем горизонт воды в них на эту величину стоит выше проектного, и они подпирают внутрихозяйственные коллектора и дрены, снижая их работоспособность.

В зоне обслуживания этих коллекторов ежегодно формируется от 1193,8 (1970 г.) до 3554,3 млн.м$^3$ в год коллекторно-дренажного стока (1993 г.). Формируемые на орошаемых землях коллекторно-дренажные воды (КДВ) по указанным коллекторам отводятся в реку Амударью, пески и озера: Жылтырбас, Судочье, Мишанкул, Каратерень и Сарыкамыш. Доля отводимых в реку КДВ изменяется в пределах от 8,3 % (1970 г.) до 15,8 % (2000 г.), а в пески - от 12,6 до 19,1 % от общего объема КДВ. Минерализация дренажных вод изменяется в широких пределах: от 3,5-4,0 г/л до 5-7 г/л (таблица 6.5.1.9). Объем КДВ, поступающих в озера, составляет 65-70 % от общего объема КДВ.

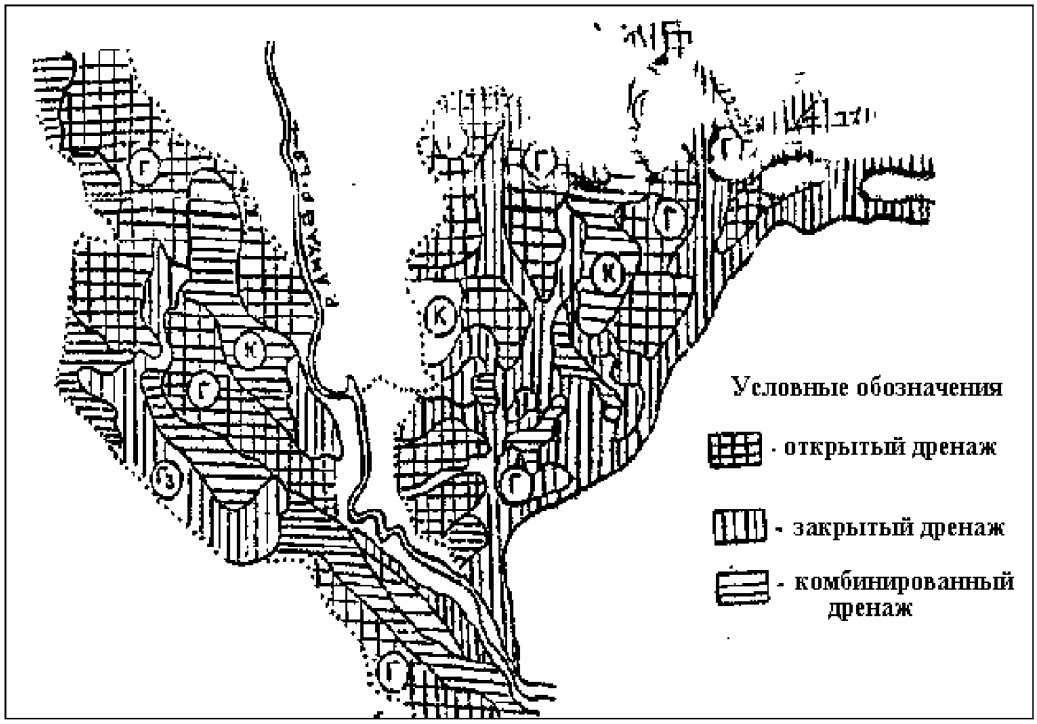



**Рис. 6.5.1.7 Схема районирования северной зоны Республики Каракалпакстан**

До 1990-1997 гг. практически все озера, за исключением Судочье и Сарыкамыш, были бессточными, но в настоящее время, в результате их реконструкции, они стали проточными. Озеро Сарыкамыш, расположенное на территории Республики Туркменистан, является бессточным, поэтому водно-солевые балансы в нем складываются по типу увеличения его объема и минерализации. В остальных озерах, расположенных на территории Республики Каракалпакстан, складываются отрицательные солевые балансы, происходит медленное опреснение воды. В этих озерах идет процесс восстановления биоразнообразия.

Режим уровня и минерализации грунтовых вод определяют условия формирования водно-солевого баланса почв: чем ближе глубина и выше степень засоленности грунтовых вод, тем интенсивнее протекает накопление солей в зоне аэрации, то есть вторичное засоление земель. Интенсивность процесса накопления солей определяется положением и минерализацией грунтовых вод, формируемых в вегетационный период, включая октябрь месяц, когда идет усиленное испарение с поверхности почв и грунтовых вод. В связи с этим для каждой зоны планирования, в зависимости от механического состава почвогрунтов и минерализации грунтовых вод, установлены допустимые уровни грунтовых вод и их минерализации. Для условий Республики Каракалпакстан прогнозом водно-солевого режима почв установлена допустимая глубина (средняя) грунтовых вод 2,0 м в вегетационный период, при ее изменении от 1,8 до 2,3 м. Допустимая глубина установлена с учетом изменения минерализации в пределах 1,8-2,2 г/л (в среднем 2,0 г/л) и возможности посредством дренажа минимизировать накопление солей в зоне аэрации..

В таблица 6.5.1.11 и на рис. 6.5.1.8 приведено распределение орошаемых площадей по глубине залегания уровня грунтовых вод.

**Таблица 6.5.1.9 Показатели состояния орошаемых земель по Республике Каракалпакстан**

| Показатели мелиоративного состояния орошаемых земель | | | Годы | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 1970 | 1975 | 1980 | 1985 | 1990 | 1995 | 2000 |
| 1 | Орошаемая площадь, тыс.га | | 250,2 | 252,1 | 365,2 | 455,1 | 495,2 | 501,2 | 500,1 |
| 2 | Удельная водоподача, тыс.м$^3$/га (нетто) | | 11,7 | 13,4 | 12,3 | 9,8 | 8,4 | 7,3 | 4,0 |
| 3 | Удельный дренажный сток, тыс.м$^3$ га | | 3,9 | 4,2 | 7,6 | 6,5 | 5,9 | 3,7 | 3,1 |
| 4 | Удельный вынос солей, т/га | | 13,9 | 15,6 | 25,8 | 18,1 | 19,8 | 12,4 | 13,5 |
| 5 | Чистый дренажный модуль, л/с/га | | 0,07 | 0,07 | 0,18 | 0,16 | 0,11 | 0,08 | 0,08 |
| 6 | Площади с уровнем грунтовых вод более 2 м, тыс.га (%) | | | | | 97,8 | 132 | 87 | 218,9 |
| 7 | Площади с минерализацией грунтовых вод более 3 г/л, тыс.га | | | | | 114 | 97,4 | 116 | 247,5 |
| 8 | Доля чистого дренажного модуля от водоподачи Д:В, % | | 18,1 | 16,4 | 46,6 | 51,2 | 41,0 | 36,4 | 63,1 |
| 9 | Промывные (нетто) нормы: нормативные, тыс.м$^3$/га | | 3,5 | 3,5 | 2,86 | 2,86 | 2,74 | 2,24 | 2,24 |
| 10 | Фактические, тыс.м3/га (нетто) | | 2,25 | 3,18 | 2,86 | 2,86 | 2,74 | 2,24 | 2,24 |
| 11 | Темпы выноса солей: | по балансу поверхностных вод, т/га | 2,4 | 6,7 | -0,2 | -3,1 | -1,8 | 2,6 | -4,5 |
| | | по балансу аэрации, т/га | | 3,47 | -12,54 | 3,99 | 4,26 | 3,97 | 4,34 |
| 12 | Коэффициент промывного режима орошения К=В+А/ЕТ | | | 1,1 | 1,5 | | 1,1 | | |
| 13 | Площади засоления выше средней категории, | тыс.га | 58,4 | - | - | 248,1 | 280,6 | 235,9 | 142,84 |
| | | % от орошаемой площади | 23,3 | - | - | 54,5 | 56,6 | 47,1 | 2836 |
| 14 | Урожайность хлопчатника , ц/га | | 27,9 | 31,1 | 30,3 | 22,1 | 22,8 | 19,8 | 13,1 |
| 15 | Затраты воды (нетто) на единицу урожая, м$^3$/ц | | 415,7 | 430,8 | 406 | 443 | 368,4 | 368,7 | 305,7 |
| 16 | Продуктивность воды, кг/м$^3$ | | 0,24 | 0,23 | 0,25 | 0,23 | 0,27 | 0,21 | 0,33 |
| 17 | Средне вегетационный уровень грунтовых вод, м | | 1,3 | 1,4 | 1,7 | 1,8 | 1,7 | 1,7 | 2,1 |
| 18 | Минерализация грунтовых вод 1-июля, г/л | | 3,3 | 4,0 | 5,8 | 2,7 | 2,8 | 2,5 | 3,0 |
| 19 | Допустимая глубина УГВ, м | | 1,9 | 1,9 | 1,9 | 1,9 | 1,9 | 1,9 | 1,9 |

**Таблица 6.5.1.10 Распределение дренажного стока Республики Каракалпакстан по водоприемникам за 1965-2002 гг. (данные ОГГМЭ)**

| № пп | Годы | Всего отведено | в том числе по водоприемникам | | | | | | | Примечание |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | озеро Жылтырбас | озеро Судочье | озеро Машанкуль | озеро Каратерень | в пески | река Амударья | озеро Сарыкамыш | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| 1 | 1970 | 1193,80 | 467,60 | 250,50 | - | - | 164,70(13,8%) | 120,0(8,3%) | 191,00 | Орошаемая площадь обслуживается открытой горизонтальной дренажной сетью |
| 2 | 1975 | 2014,10 | 418,10 | 193,10 | - | - | 146,50 | 130,10 | 172,60 | |
| 3 | 1980 | 2978,30 | 856,27 | 583,05 | 210,05 | 119,60 | 401,96 | 271,00 | 362,00 | |
| 4 | 1985 | 2943,35 | 865,91 | 643,76 | 231,01 | 244,17 | 340,44 | 387,60 | 230,46 | |
| 5 | 1990 | 2331,53 | 603,64 | 568,80 | 106,59 | 115,49 | 293,10(12,6%) | 356,30(15,3%) | 287,61 | |
| 6 | 1991 | 2881,24 | 772,92 | 596,76 | 129,01 | 109,17 | 463,40 | 507,86 | 302,12 | |
| 7 | 1992 | 3554,27 | 1068,46 | 734,98 | 197,55 | 179,16 | 586,40 | 423,84 | 363,88 | |
| 8 | 1993 | 3295,53 | 928,09 | 748,71 | 248,77 | 169,24 | 522,80 | 378,30 | 242,04 | |
| 9 | 1994 | 2897,20 | 835,62 | 655,91 | 249,57 | 176,20 | 351,22 | 346,36 | 182,31 | |
| 10 | 1995 | 1876,09 | 453,56 | 515,88 | 85,96 | 74,50 | 327,76(17,5%) | 268,89(14,3%) | 149,54 | |
| 11 | 1996 | 2503,77 | 685,85 | 583,71 | 204,84 | 113,38 | 368,52 | 354,30 | 193,16 | |
| 12 | 1997 | 1846,63 | 435,52 | 469,11 | 85,69 | 49,19 | 358,48 | 305,62 | 143,02 | |
| 13 | 1998 | 2813,50 | 845,00 | 629,10 | 291,90 | 144,30 | 422,40 | 303,50 | 177,30 | |
| 14 | 1999 | 2737,00 | 709,80 | 595,60 | 211,90 | 125,10 | 488,15 | 325,30 | 281,15 | |
| 15 | 2000 | 1572,20 | 344,00 | 350,90 | 67,80 | 45,50 | 300,78(19,1%) | 248,00(15,8%) | 215,22 | |

**Таблица 6.5.1.11 Распределение орошаемых площадей по глубине залегания грунтовых вод**

| Год | Период | Диапазон изменения УГВ, м | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | тыс.га | | | | | относительная площадь | | | | |
| | | <1,0 | 1,0-1,5 | 1,5-2 | 2-3,0 | >3,0 | <1,0 | 1-1,5 | 1,5-2 | 2-3,0 | >3,0 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 1990 | апрель | 42,47 | 175,61 | 171,39 | 98,88 | 6,85 | 0,09 | 0,35 | 0,35 | 0,20 | 0,01 |
| | июль | 6,96 | 117,63 | 283,91 | 80,06 | 6,64 | 0,01 | 0,24 | 0,57 | 0,16 | 0,01 |
| | октябрь | 22,92 | 75,72 | 331,8 | 58,15 | 6,61 | 0,05 | 0,15 | 0,67 | 0,12 | 0,01 |
| 1991 | апрель | 47,86 | 132,54 | 172,76 | 121,63 | 20,41 | 0,10 | 0,27 | 0,35 | 0,25 | 0,04 |
| | июль | 8,41 | 91,59 | 292,64 | 84,82 | 17,74 | 0,02 | 0,18 | 0,59 | 0,17 | 0,04 |
| | октябрь | 3,28 | 109,78 | 253,31 | 112,51 | 16,32 | 0,01 | 0,22 | 0,51 | 0,23 | 0,03 |
| 1992 | апрель | 49,19 | 132 | 167,93 | 115,32 | 19,56 | 0,10 | 0,27 | 0,35 | 0,24 | 0,04 |
| | июль | 7,56 | 98,72 | 263,47 | 98,5 | 15,75 | 0,02 | 0,20 | 0,54 | 0,20 | 0,03 |
| | октябрь | 23,72 | 106,17 | 255,28 | 86,11 | 12,72 | 0,05 | 0,22 | 0,53 | 0,18 | 0,03 |
| 1993 | апрель | 20,62 | 155,8 | 192,47 | 107,75 | 14,71 | 0,04 | 0,32 | 0,39 | 0,22 | 0,03 |
| | июль | 35,15 | 113,42 | 176,37 | 121,18 | 45,23 | 0,07 | 0,23 | 0,36 | 0,25 | 0,09 |
| | октябрь | 18,88 | 147,28 | 233,94 | 77,3 | 13,95 | 0,04 | 0,30 | 0,48 | 0,16 | 0,03 |
| 1994 | апрель | 38,87 | 124,41 | 188,72 | 121,47 | 20,1 | 0,08 | 0,25 | 0,38 | 0,25 | 0,04 |
| | июль | 10,13 | 92,59 | 298,03 | 86,44 | 6,39 | 0,02 | 0,19 | 0,60 | 0,18 | 0,01 |
| | октябрь | 3,42 | 48,66 | 265,63 | 157,18 | 18,68 | 0,01 | 0,10 | 0,54 | 0,32 | 0,04 |
| 1995 | апрель | 46,53 | 153,06 | 198,46 | 79,87 | 22,98 | 0,09 | 0,31 | 0,40 | 0,16 | 0,05 |
| | июль | 12,73 | 101,62 | 272,75 | 102,34 | 16,46 | 0,03 | 0,20 | 0,54 | 0,20 | 0,03 |
| | октябрь | 24,38 | 109,27 | 264,46 | 89,48 | 13,31 | 0,05 | 0,22 | 0,53 | 0,18 | 0,03 |
| 1996 | апрель | 42,42 | 174,94 | 171,87 | 99,66 | 6,91 | 0,09 | 0,35 | 0,35 | 0,20 | 0,01 |
| | июль | 5,31 | 96,59 | 207,43 | 54,34 | 4,53 | 0,01 | 0,26 | 0,56 | 0,15 | 0,01 |
| | октябрь | 23,05 | 75,31 | 332,08 | 58,59 | 6,67 | 0,05 | 0,15 | 0,67 | 0,12 | 0,01 |
| 1997 | апрель | 47,96 | 131 | 173,75 | 123,16 | 20,71 | 0,10 | 0,26 | 0,35 | 0,25 | 0,04 |
| | июль | 7,36 | 80,73 | 208,14 | 57,86 | 11,69 | 0,02 | 0,22 | 0,57 | 0,16 | 0,03 |
| | октябрь | 3,81 | 59,91 | 284,45 | 128,19 | 17,13 | 0,01 | 0,12 | 0,58 | 0,26 | 0,03 |
| 1998 | апрель | 46,07 | 152,41 | 195,39 | 78,3 | 22,49 | 0,09 | 0,31 | 0,39 | 0,16 | 0,05 |
| | июль | 6,53 | 79,69 | 199,57 | 71,35 | 10,59 | 0,02 | 0,22 | 0,54 | 0,19 | 0,03 |
| | октябрь | 24,39 | 109,24 | 263,53 | 89,01 | 13,19 | 0,05 | 0,22 | 0,53 | 0,18 | 0,03 |
| 1999 | апрель | 21,42 | 160,23 | 199,17 | 112,31 | 15,36 | 0,04 | 0,32 | 0,39 | 0,22 | 0,03 |
| | июль | 31,62 | 93,79 | 128,97 | 84,02 | 29,71 | 0,09 | 0,25 | 0,35 | 0,23 | 0,08 |
| | октябрь | 19,17 | 148,91 | 237,63 | 78,6 | 14,18 | 0,04 | 0,30 | 0,48 | 0,16 | 0,03 |
| 2000 | апрель | 21,42 | 160,23 | 199,17 | 112,31 | 15,36 | 0,04 | 0,32 | 0,39 | 0,22 | 0,03 |
| | июль | 31,62 | 93,79 | 128,97 | 84,02 | 29,71 | 0,09 | 0,25 | 0,35 | 0,23 | 0,08 |
| | октябрь | 19,17 | 148,91 | 237,63 | 78,6 | 14,18 | 0,04 | 0,30 | 0,48 | 0,16 | 0,03 |

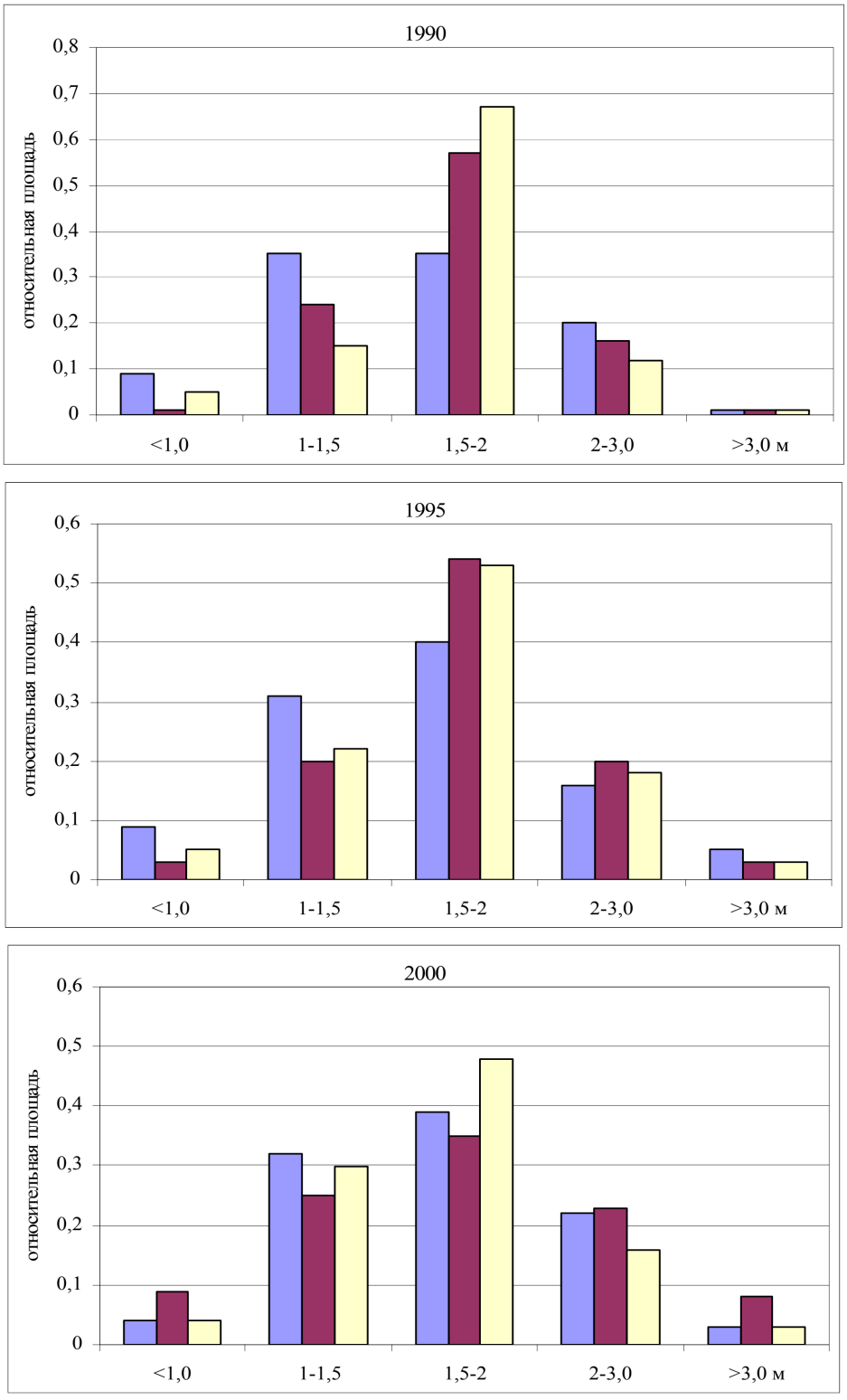



**Рис. 6.5.1.8 Распределение площадей по глубине залегания грунтовых вод**

Интересно, если расположить 1990 г. напротив и 1996 г., и соответственно 1991 и 1997, 1992 и 1998 и т.д., то можно видеть цикличное повторение, то есть, если в 1990 г. начался очередной цикл, то с 1996 г. начинается такой же цикл.

В таблица 6.5.1.12 и на рис. 6.5.1.9 отражается режим минерализации грунтовых вод. Характерно, что такие же циклы повторяются и для этого параметра.

**Таблица 6.5.1.12 Распределение площадей по минерализации грунтовых вод**

| Год | Период | тыс.га | | | | | относительная площадь | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Диапазон изменения МГВ, г/л | | | | | | | | | |
| | | <1,0 | 1,0-3,0 | 3,0-5,0 | 5,0-10 | >10 | <1,0 | 1,0-3 | 3-5,0 | 5-10 | >10 |
| 1985 | апрель | 0,89 | 318,19 | 134,54 | 39,76 | 1,86 | 0,00 | 0,64 | 0,27 | 0,08 | 0,00 |
| | июль | 0,35 | 345,07 | 112,49 | 26,94 | 10,24 | 0,00 | 0,70 | 0,23 | 0,05 | 0,02 |
| | октябрь | 6,07 | 294,01 | 154,34 | 34,82 | 6,01 | 0,01 | 0,59 | 0,31 | 0,07 | 0,01 |
| 1990 | апрель | 2,22 | 232,06 | 210,85 | 46,7 | 3,37 | 0,00 | 0,47 | 0,43 | 0,09 | 0,01 |
| | июль | 11,07 | 251,91 | 182,63 | 42,48 | 7,11 | 0,02 | 0,51 | 0,37 | 0,09 | 0,01 |
| | октябрь | 15,47 | 314,87 | 123,95 | 33,85 | 7,06 | 0,03 | 0,64 | 0,25 | 0,07 | 0,01 |
| 1991 | апрель | 0,99 | 257,39 | 140,63 | 70,94 | 14,04 | 0,00 | 0,53 | 0,29 | 0,15 | 0,03 |
| | июль | 2,28 | 282,14 | 128,69 | 62,72 | 8,18 | 0,00 | 0,58 | 0,27 | 0,13 | 0,02 |
| | октябрь | 0,89 | 357,82 | 84,22 | 36,27 | 4,81 | 0,00 | 0,74 | 0,17 | 0,07 | 0,01 |
| 1992 | апрель | 0,43 | 330,36 | 110,14 | 46,41 | 4,06 | 0,00 | 0,67 | 0,22 | 0,09 | 0,01 |
| | июль | 1,06 | 288,67 | 126,97 | 63,18 | 11,52 | 0,00 | 0,59 | 0,26 | 0,13 | 0,02 |
| | октябрь | 5,06 | 309,81 | 118,14 | 56,88 | 1,51 | 0,01 | 0,63 | 0,24 | 0,12 | 0,00 |
| 1993 | апрель | 0,25 | 404,17 | 69,21 | 19,58 | 0,39 | 0,00 | 0,82 | 0,14 | 0,04 | 0,00 |
| | июль | 1,3 | 228,82 | 163,2 | 88,05 | 12,23 | 0,00 | 0,46 | 0,33 | 0,18 | 0,02 |
| | октябрь | 0,03 | 195,25 | 225,3 | 63,06 | 9,96 | 0,00 | 0,40 | 0,46 | 0,13 | 0,02 |
| 1994 | апрель | 2,34 | 233,11 | 213,31 | 48,42 | 3,71 | 0,00 | 0,47 | 0,43 | 0,10 | 0,01 |
| | июль | 0,59 | 264,77 | 190,13 | 39,74 | 5,68 | 0,00 | 0,53 | 0,38 | 0,08 | 0,01 |
| | октябрь | 11,36 | 314,32 | 130,08 | 38,19 | 6,95 | 0,02 | 0,63 | 0,26 | 0,08 | 0,01 |
| 1995 | апрель | 0,87 | 317,73 | 135,42 | 39,91 | 1,87 | 0,00 | 0,64 | 0,27 | 0,08 | 0,00 |
| | июль | 0,31 | 262,32 | 79,93 | 18,88 | 6,76 | 0,00 | 0,71 | 0,22 | 0,05 | 0,02 |
| | октябрь | 6,04 | 293,21 | 155,51 | 34,91 | 6,03 | 0,01 | 0,59 | 0,31 | 0,07 | 0,01 |
| 1996 | апрель | 2,17 | 226,09 | 206,29 | 45,66 | 3,29 | 0,00 | 0,47 | 0,43 | 0,09 | 0,01 |
| | июль | 10,62 | 196,84 | 123,34 | 29,88 | 5,12 | 0,03 | 0,54 | 0,34 | 0,08 | 0,01 |
| | октябрь | 15,32 | 312,9 | 124,21 | 33,95 | 7,1 | 0,03 | 0,63 | 0,25 | 0,07 | 0,01 |
| 1997 | апрель | 1,01 | 262,73 | 143,93 | 72,61 | 14,38 | 0,00 | 0,53 | 0,29 | 0,15 | 0,03 |
| | июль | 1,7 | 227,87 | 90,48 | 42,22 | 5,46 | 0,00 | 0,62 | 0,25 | 0,11 | 0,01 |
| | октябрь | 0,91 | 368,76 | 87,12 | 37,58 | 4,99 | 0,00 | 0,74 | 0,17 | 0,08 | 0,01 |
| 1998 | апрель | 0,43 | 340,89 | 114,65 | 48,33 | 4,24 | 0,00 | 0,67 | 0,23 | 0,10 | 0,01 |
| | июль | 1,07 | 230,94 | 87,1 | 41,55 | 7,5 | 0,00 | 0,63 | 0,24 | 0,11 | 0,02 |
| | октябрь | 5,1 | 313,98 | 120,08 | 57,85 | 1,53 | 0,01 | 0,63 | 0,24 | 0,12 | 0,00 |
| 1999 | апрель | 0,25 | 406,2 | 69,44 | 19,64 | 0,39 | 0,00 | 0,82 | 0,14 | 0,04 | 0,00 |
| | июль | 1,27 | 190 | 108,1 | 56,97 | 7,73 | 0,00 | 0,52 | 0,30 | 0,16 | 0,02 |
| | октябрь | 0,03 | 197,58 | 227,84 | 63,76 | 10,07 | 0,00 | 0,40 | 0,46 | 0,13 | 0,02 |
| 2000 | апрель | 0,25 | 406,2 | 69,44 | 19,64 | 0,39 | 0,00 | 0,82 | 0,14 | 0,04 | 0,00 |
| | июль | 1,27 | 190 | 108,1 | 56,97 | 7,73 | 0,00 | 0,52 | 0,30 | 0,16 | 0,02 |
| | октябрь | 0,03 | 197,58 | 227,84 | 63,76 | 10,07 | 0,00 | 0,40 | 0,46 | 0,13 | 0,02 |

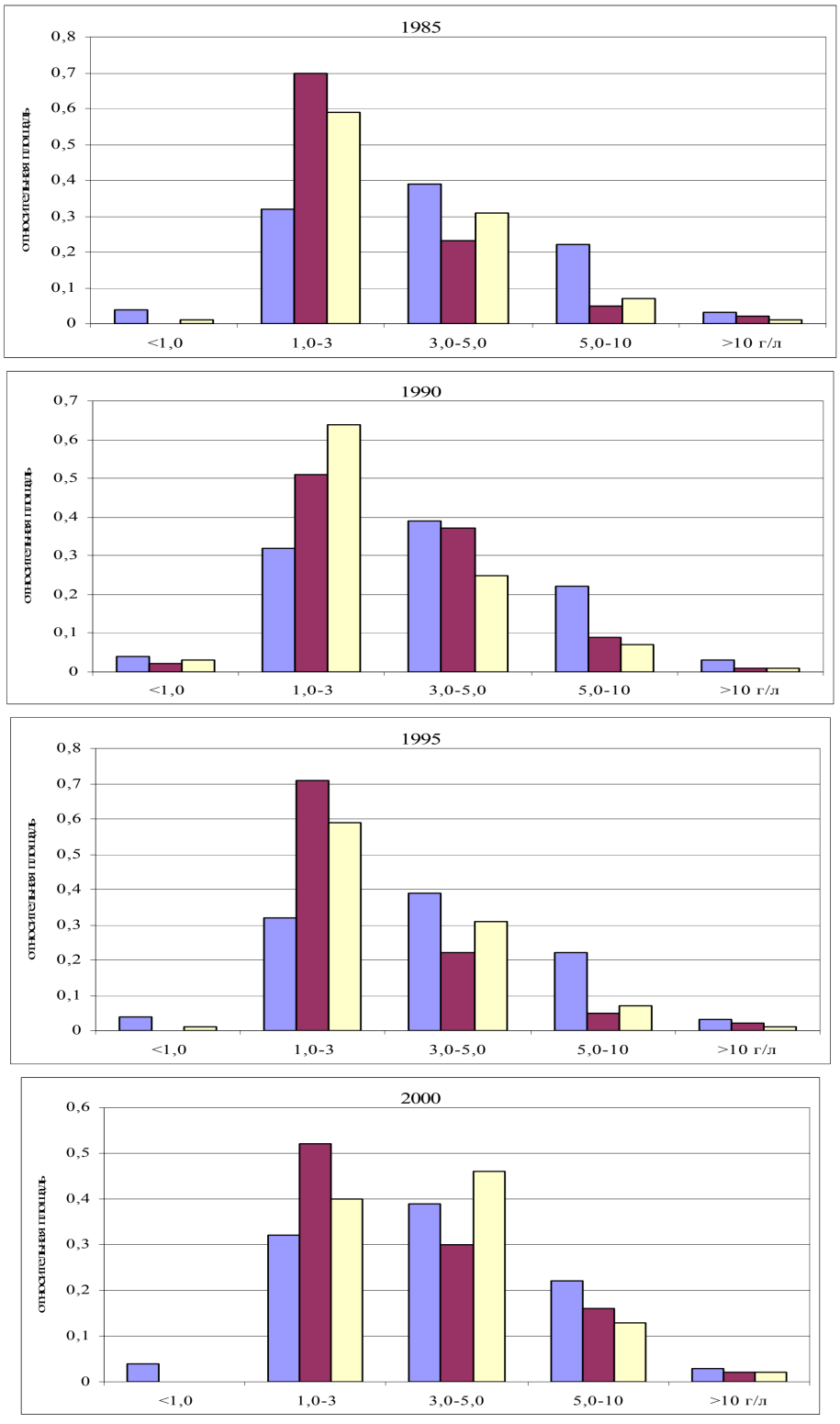



**Рис. 6.5.1.9 Распределение площадей по минерализации грунтовых вод**



Многолетние наблюдения за изменением уровня грунтовых вод показывают, что он на большей части территории Республики Каракалпакстан (более 73-80 %) находится в вегетационный период ниже 2,0 м и они участвуют в почвообразовательном процессе, вызывая засоление корнеобитаемого слоя почв.

Неустойчивость мелиоративного состояния орошаемых земель подтверждает показатель изменения минерализации грунтовых вод. По данным Каракалпакской гидрогеолого-мелиоративной экспедиции, за период с 1971 по 1998 гг. отмечается тенденция уменьшения площадей с минерализацией грунтовых вод от 5 до 10 г/л и более 10 г/л по плотному остатку. В зоне староорошаемых земель республики большая часть площадей (60-70 %) занимают земли с минерализацией грунтовых вод от 3,0 до 5,0 г/л по плотному остатку. На остальных площадях она остается еще очень высокой и местами доходит до 10-20 г/л, что свидетельствует о неудовлетворительной работоспособности эксплуатируемого дренажа и недостаточной искусственной дренированности территории.

Изменение засоленности почв - это конечный результат процесса водно-солевого режима, формируемого при развитии орошения и дренирования земель, он характеризует технический уровень дренажных систем и удельную водоподачу на поля орошения. На хорошо дренированных землях не возникает вторичного засоления.

По данным гидрогеолого-мелиоративной экспедиции Республики Каракалпакстан, площадь земель с засолением выше среднего составляет за весь период наблюдения (с 1985 по 2000 гг.) более 50-60 % от общей пощади орошаемых земель (таблицы 6.5.1.7 и 6.5.1.9).

Данные таблицы 6.5.1.9 показывают, что максимальное значение площадей выше средней категории засоления приходится на 1990 (280,9 тыс.), а минимальное (206 тыс.га) на 2000 год.

В таблице 6.5.1.13 и на рис. 6.5.1.10 приведены данные солевого опробования почвогрунтов.

**Таблица 6.5.1.13 Распределение орошаемых площадей по степени засоления**

| Год | незасол. | слабо | средне | сильно | незасол. | слабо | средне | сильно |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | тыс.га | | | | относительная площадь | | | |
| 1990 | 26,1 | 188,6 | 190,3 | 90,3 | 0,05 | 0,38 | 0,38 | 0,18 |
| 1991 | 20,7 | 194,9 | 201 | 78,1 | 0,04 | 0,39 | 0,41 | 0,16 |
| 1992 | 26 | 211,2 | 198,2 | 61,1 | 0,05 | 0,43 | 0,40 | 0,12 |
| 1993 | 32,5 | 228,1 | 184,4 | 53,7 | 0,07 | 0,46 | 0,37 | 0,11 |
| 1994 | 38,8 | 228,9 | 176,9 | 56 | 0,08 | 0,46 | 0,35 | 0,11 |
| 1995 | 35 | 230 | 182 | 53,9 | 0,07 | 0,46 | 0,36 | 0,11 |
| 1996 | 35,9 | 243,9 | 175,6 | 50,2 | 0,07 | 0,48 | 0,35 | 0,10 |
| 1997 | 33,3 | 256,5 | 180,2 | 30,9 | 0,07 | 0,51 | 0,36 | 0,06 |
| 1998 | 33,3 | 256,4 | 163,1 | 48,1 | 0,07 | 0,51 | 0,33 | 0,10 |
| 1999 | 28,4 | 254 | 168,7 | 48,9 | 0,06 | 0,51 | 0,34 | 0,10 |
| 2000 | 34,94 | 202,96 | 101,94 | 40,90 | 0,09 | 0,53 | 0,27 | 0,11 |
| 2001 | 50,04 | 215,82 | 170,54 | 62,30 | 0,10 | 0,43 | 0,34 | 0,12 |
| 2002 | 73,83 | 169,73 | 190,06 | 64,49 | 0,15 | 0,34 | 0,38 | 0,13 |

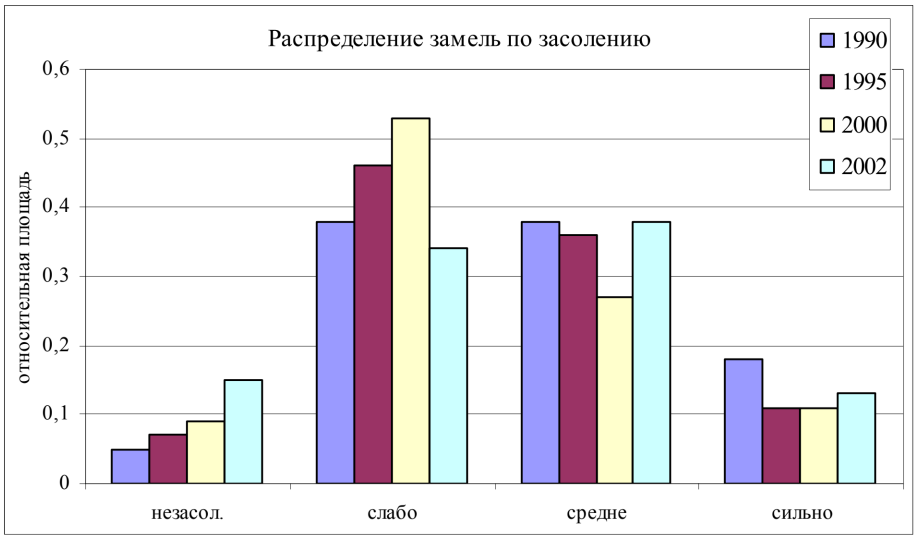


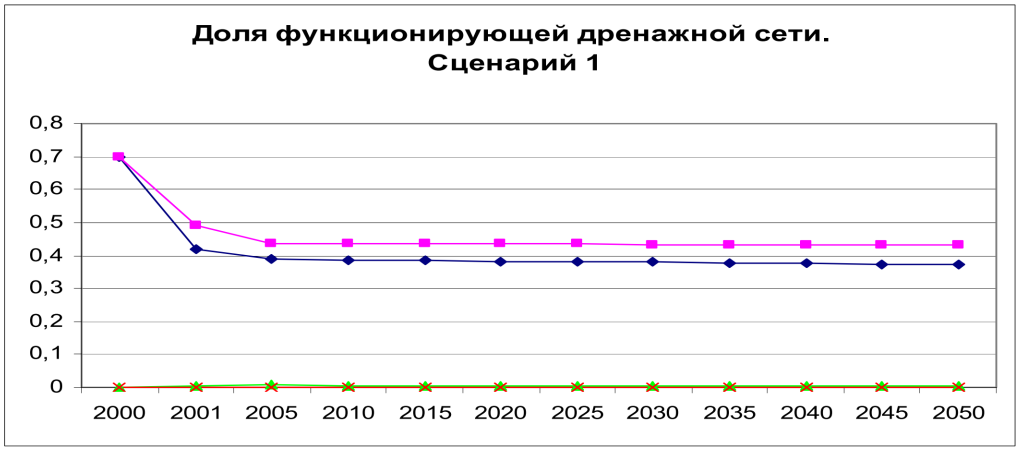

**Рис. 6.5.1.10 Диаграммы засоления почв**

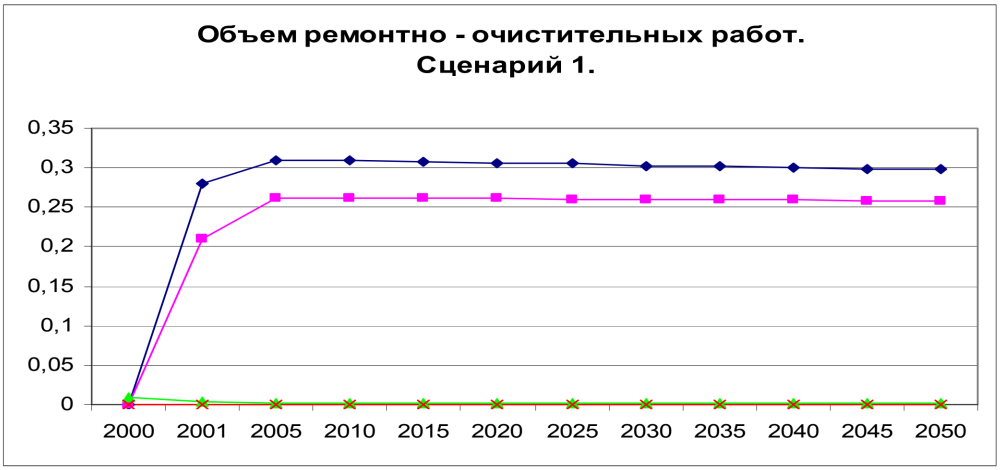
## 6.5.2 Моделирование и прогноз

### 6.5.2.1 Основные параметры орошаемой территории

**Таблица 6.5.2.1**

| | ******** Технический уровень ГМС********* | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Годы | 1970 | 1975 | 1980 | 1985 | 1990 | 1995 | 2000 |
| Орошаемая площадь, тыс. га | 205,2 | 252,1 | 365,2 | 455,1 | 495,2 | 501,2 | 500,1 |
| Дренируемая площадь, тыс.га | 87,5 | 141,2 | 191,4 | 315,6 | 355 | 355,1 | 371,9 |
| Протяженность дренажа, км | | | | | | | |
| __Магистральные коллектора | - | - | - | - | - | - | - |
| Межхозяйственный открытый дренаж | 917 | 1321 | 1626 | 2028 | 2851 | 3288 | 3405 |
| Внутрихозяйственный откр. дренаж | 2669 | 4166 | 5307 | 10166 | 15931 | 16143 | 15801 |
| __Закрытый горизонтальный дренаж | 0 | 0 | 0 | 0 | 401 | 468 | 478 |
| Сумма протяжен.(МК, МОД, ВОД, ЗГД) | 3586 | 5487 | 6933 | 12194 | 19182 | 19899 | 19684 |
| Удельная протяженность дренажа, м/га | 40,98 | 38,86 | 36,22 | 38,64 | 54,03 | 56,04 | 52,93 |
| Кол-во скважин вертикального дрен. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Объем откачки, млн.м$^3$ | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Водозабор на орошение, млн.м$^3$ | 4775 | 6371 | 8645 | 8548 | 7436 | 6513 | 3594 |
| Минерализация орсительной воды,г/л | 0,7 | 0,88 | 1,08 | 0,8 | 1,2 | 1,15 | 1,26 |
| Приток солей, тыс.т | 3343 | 5606 | 9337 | 6838 | 8923 | 7490 | 4528 |
| Удельная водоподача, тыс. м$^3$/га | 23,27 | 25,27 | 23,67 | 18,78 | 15,02 | 12,99 | 7,19 |
| Требования с/хоз. культур, тыс.м$^3$/га | | | | | | | |
| ___Нетто на поле | 7,64 | 7,6 | 7,63 | 7,7 | 7,76 | 7,37 | 6,98 |
| ___Брутто на поле | 8,49 | 8,44 | 8,48 | 8,55 | 8,62 | 8,19 | 7,76 |
| ___Брутто из реки | 16,97 | 15,93 | 16,31 | 16,45 | 15,4 | 14,63 | 13,85 |
| Коллекторный сток, млн.м$^3$/год | | | | | | | |
| ___Общий дренажный сток | 791 | 1060 | 2771 | 2943 | 2331 | 1876 | 1572 |
| ___Чистый дренажный сток | 433 | 554 | 2097 | 2276 | 1499 | 1147 | 1170 |
| Минерализация общего стока, г/л | 3,6 | 3,7 | 3,4 | 2,8 | 4,2 | 3,3 | 4,3 |
| Минерализация дренажного стока, г/л | 6 | 6,28 | 4,15 | 3,39 | 5,87 | 4,67 | 5,34 |
| Общий вынос солей, тыс.т/год | 2848 | 3922 | 9421 | 8240 | 9790 | 6191 | 6760 |
| Доля дренажного стока от водозабора,% | 16,57 | 16,64 | 32,05 | 34,43 | 31,35 | 28,8 | 43,74 |
| Дренажный модуль, л/сек/га | 0,16 | 0,12 | 0,35 | 0,23 | 0,13 | 0,1 | 0,1 |
| КПД оросительной системы | 0,5 | 0,53 | 0,52 | 0,52 | 0,56 | 0,56 | 0,56 |



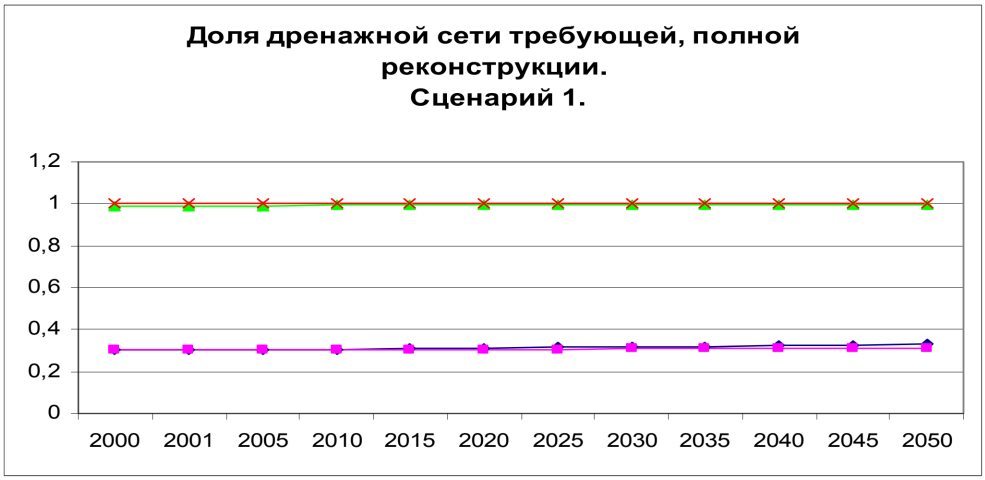
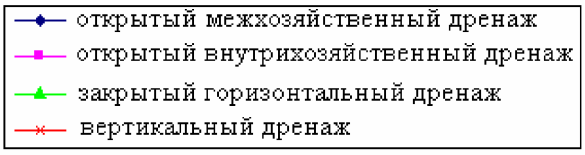




**Рис. 6.5.2.1. Сценарий 1**



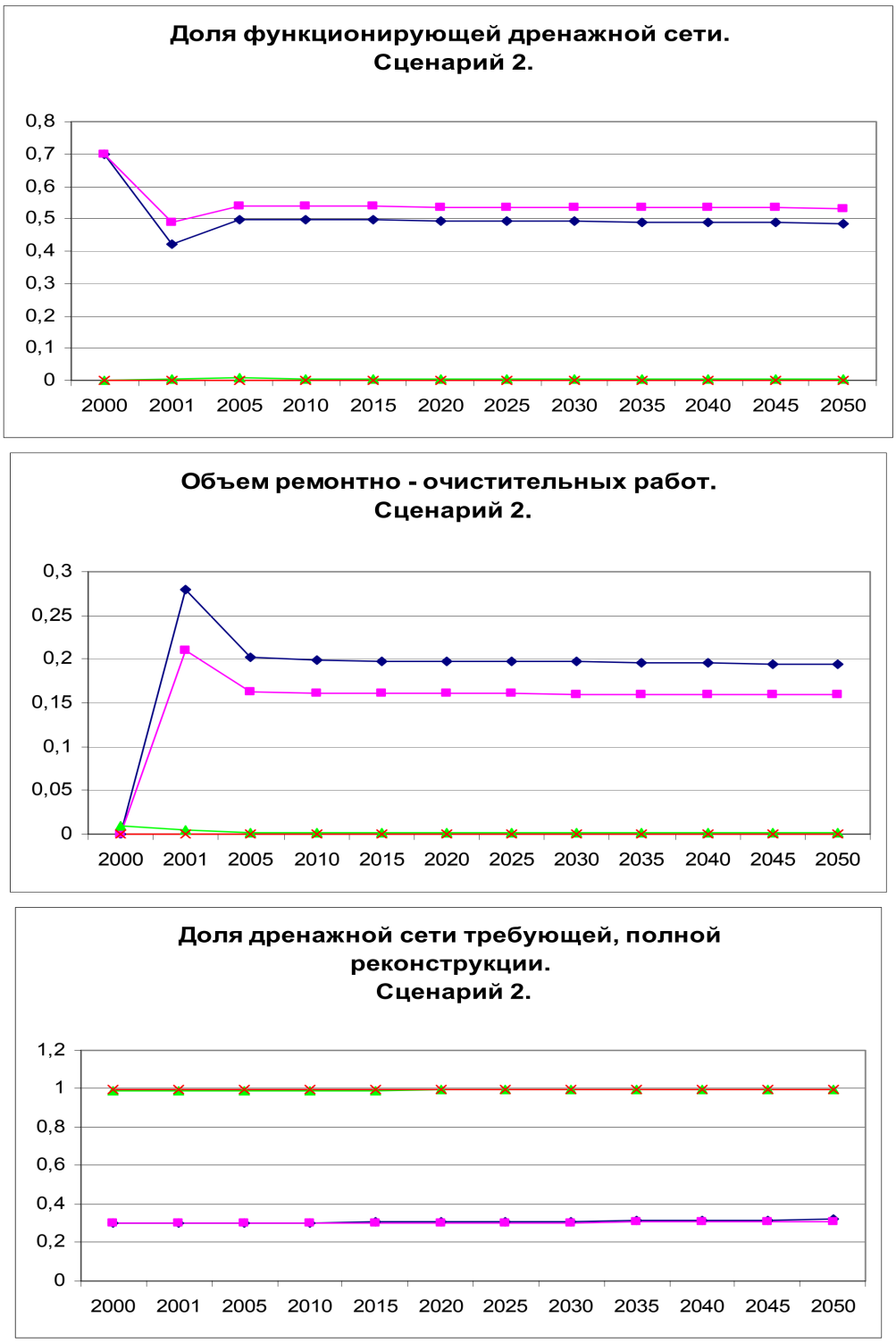
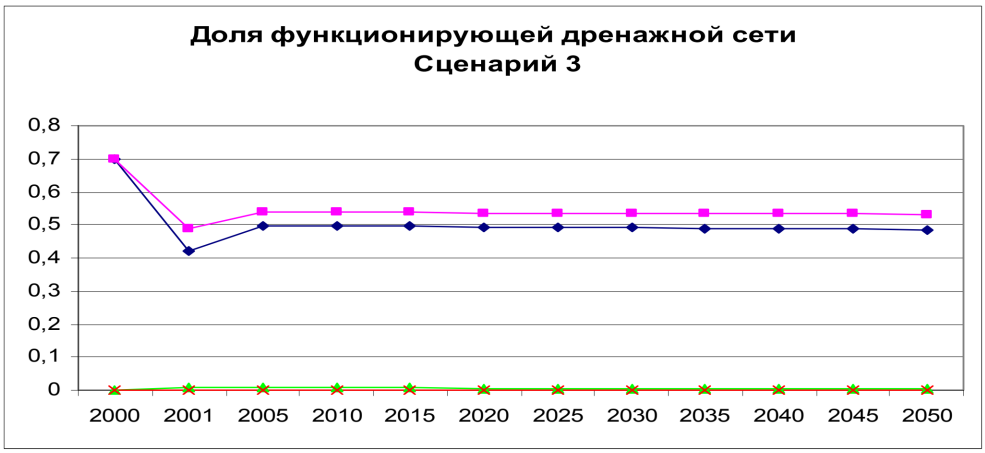
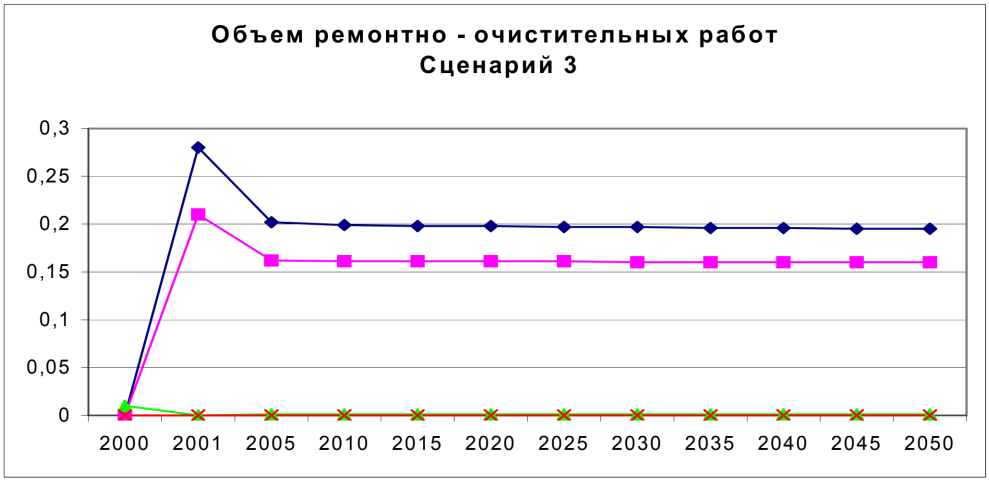



**Рис. 6.5.2.2. Сценарий 2**



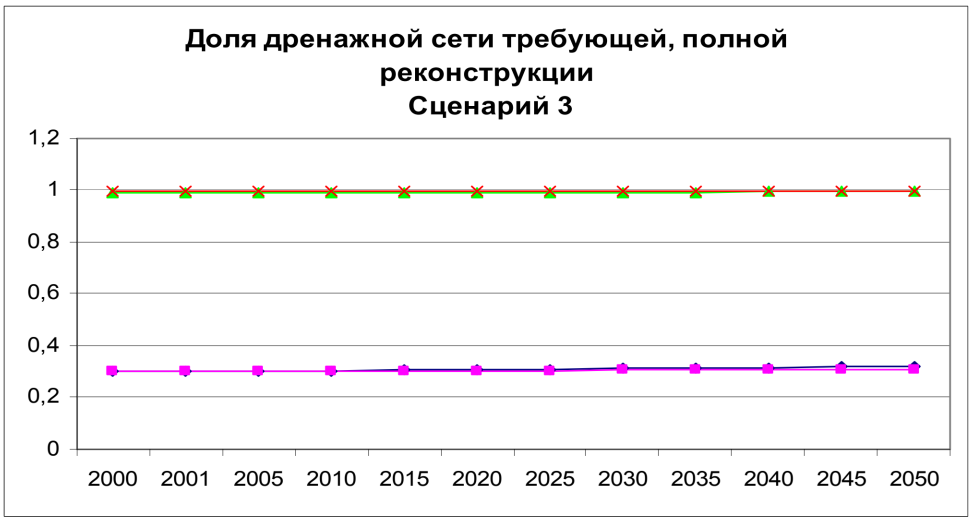
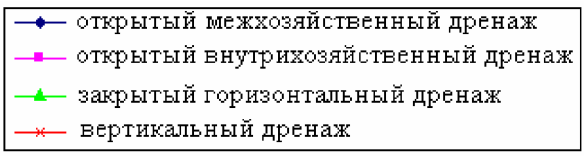
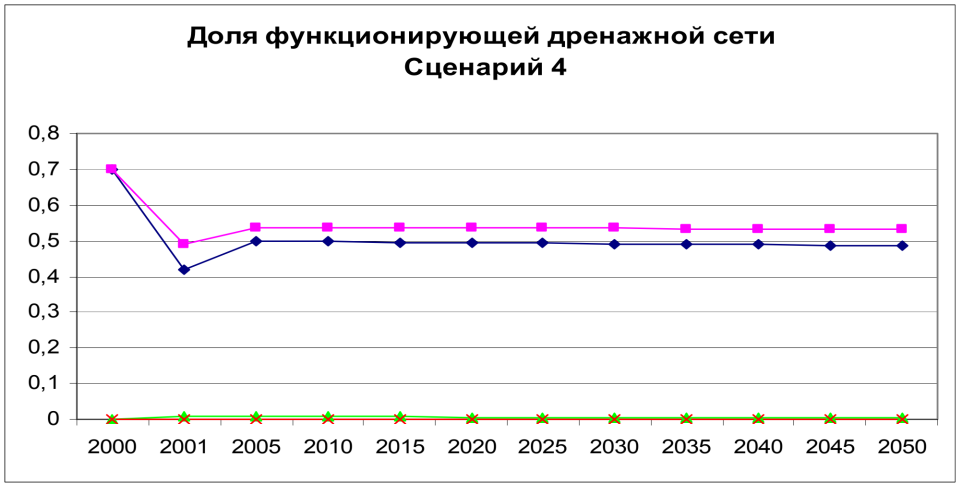
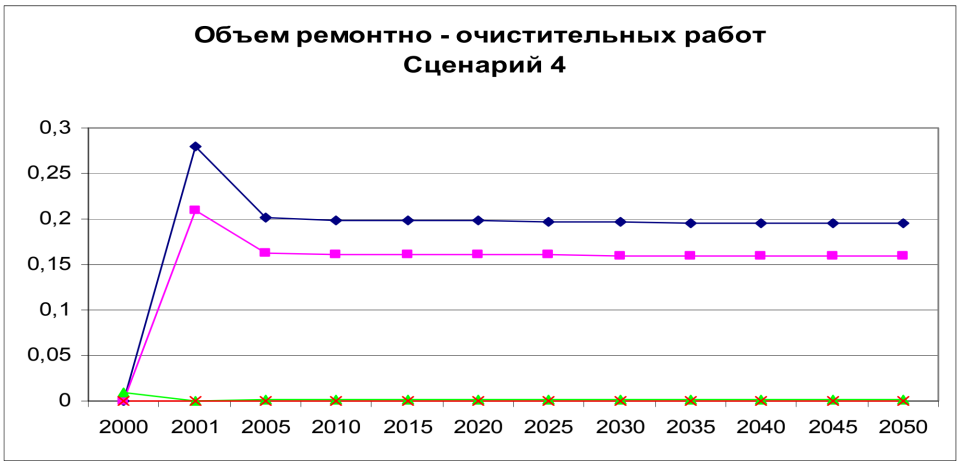




**Рис. 6.5.2.3 Сценарий 3**





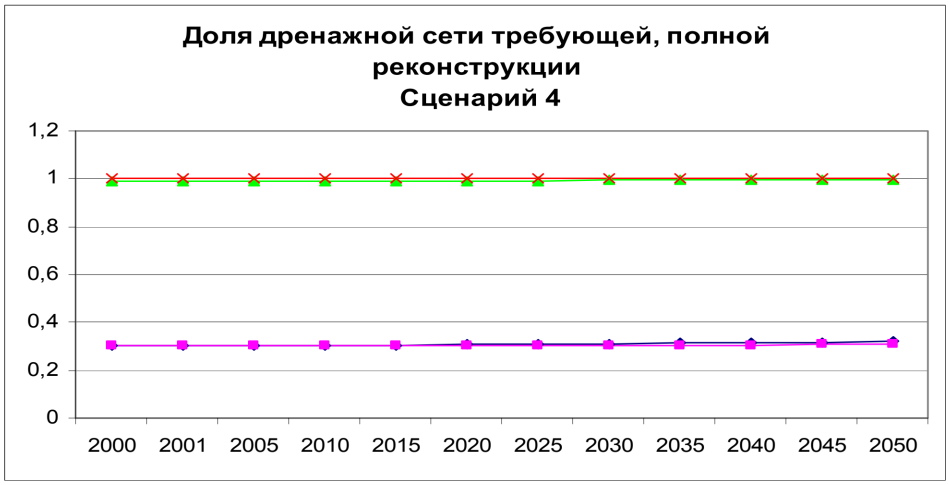
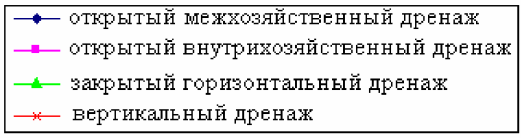
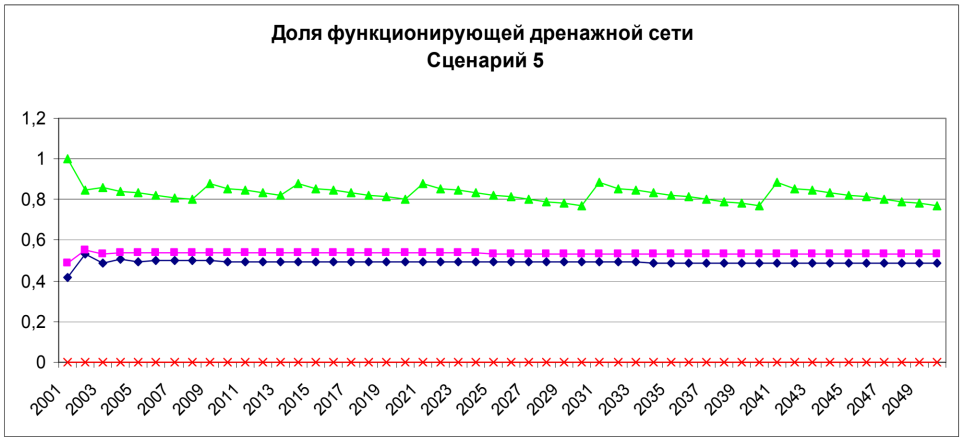
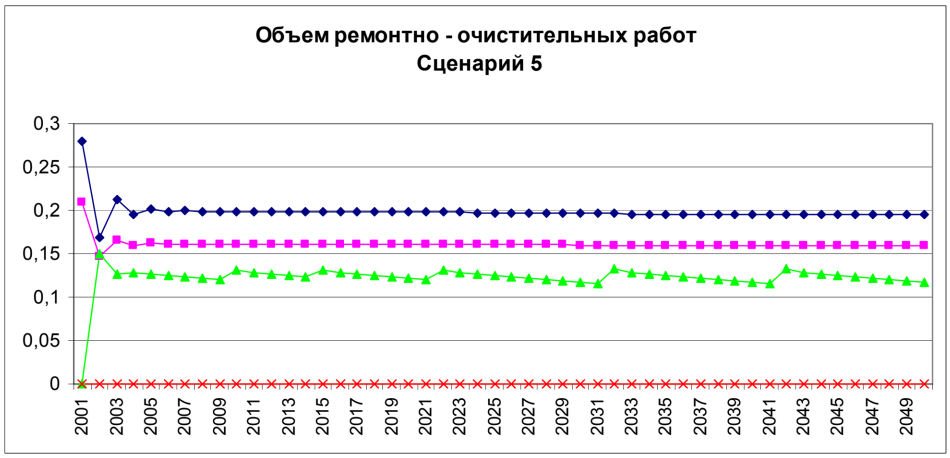




**Рис. 6.5.2.4 Сценарий 4**





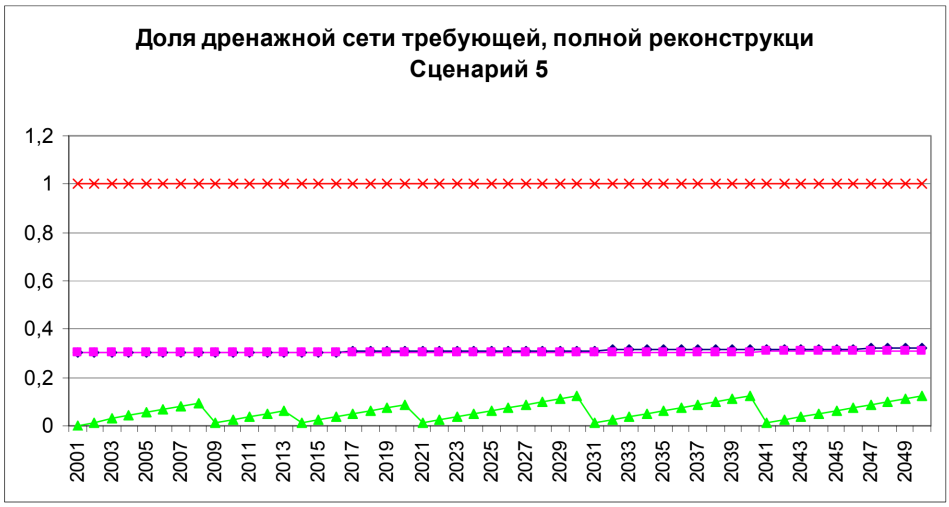
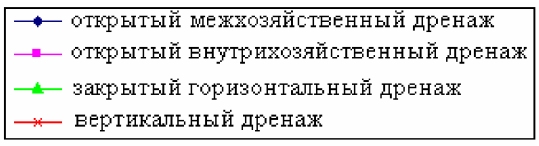




**Рис. 6.5.2.5 Сценарий 5**



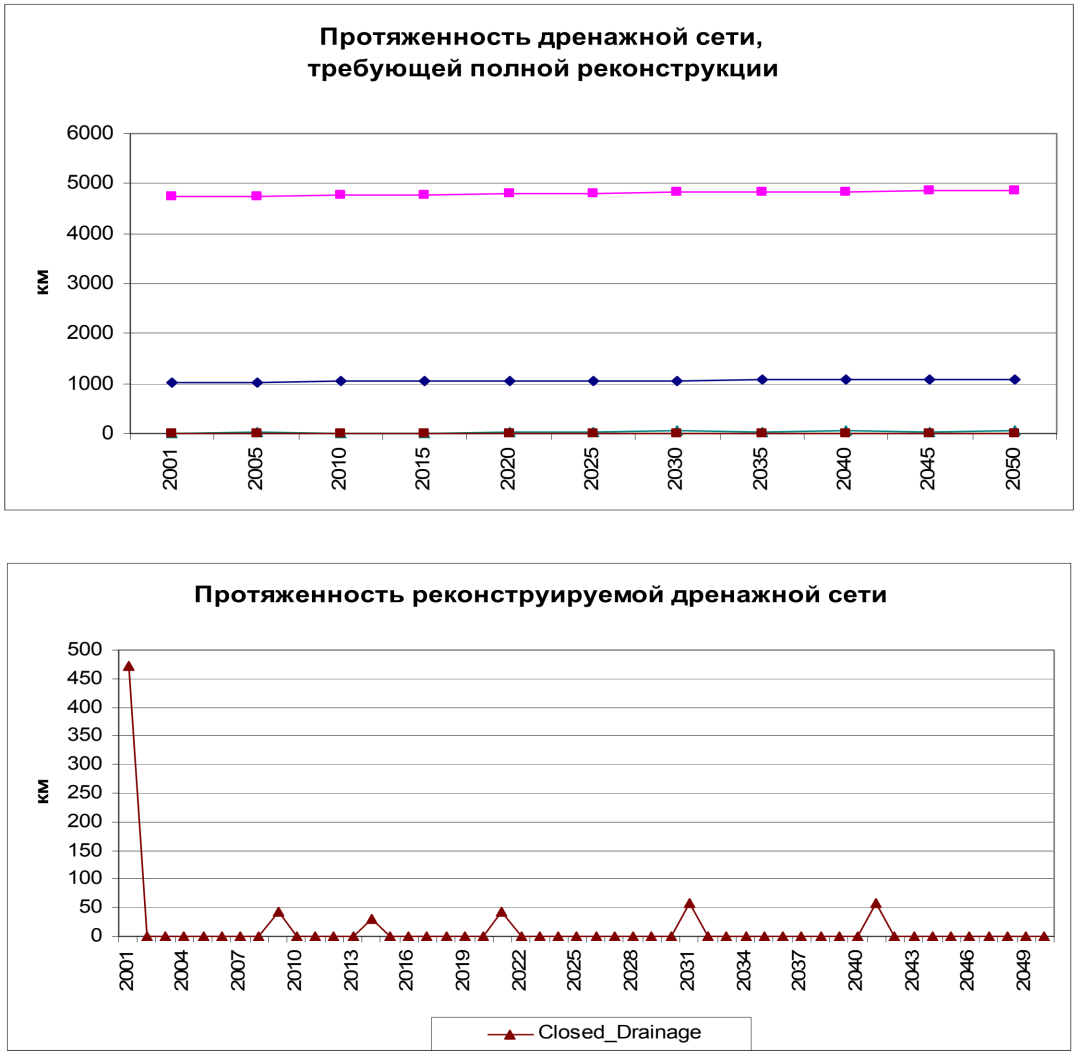
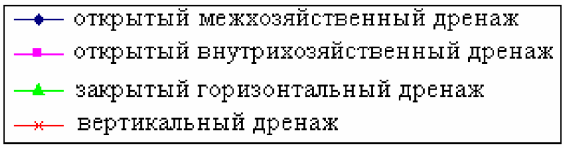
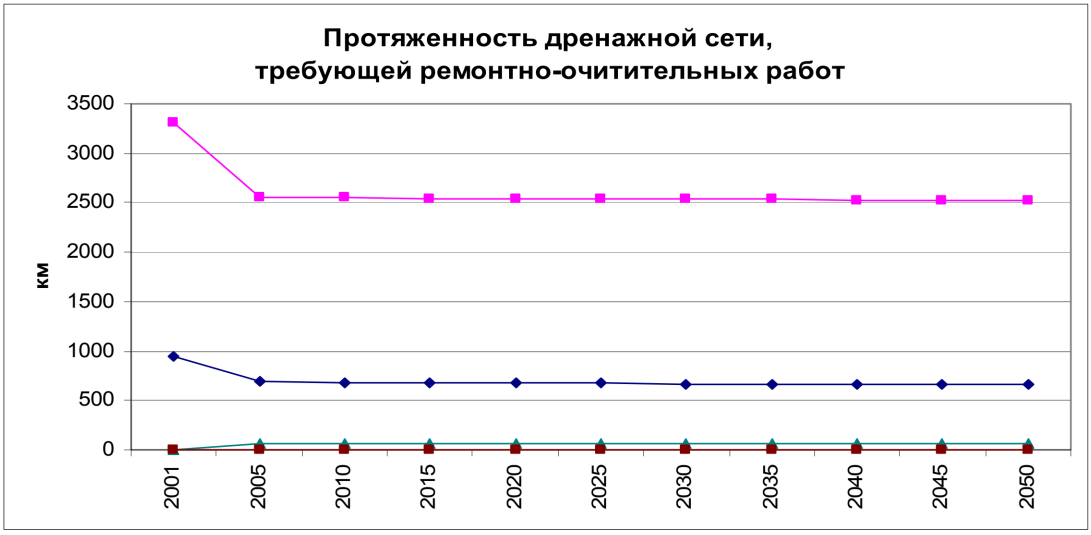



**Рис. 6.5.2.6 Сценарий 5**





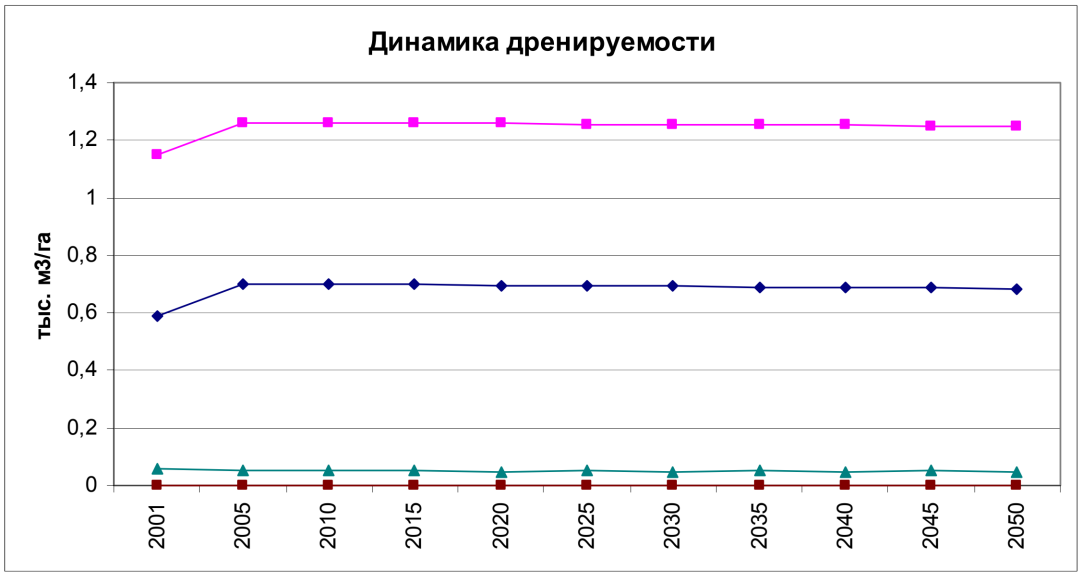
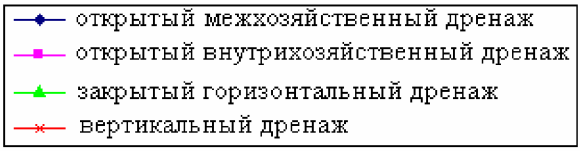




**Рис. 6.5.2.7 Сценарий 5**



# 6.6. Кашкадарьинская область

## 6.6.1 Анализ существующего состояния

### 6.6.1.1 Природно-климатические условия

Предгорная зона области, в которую входят Шахрисабзский, Китабский, Яккабагский, Дехканабадский и Чиракчинский районы, по гидрогеологическим условиям является зоной, обеспеченной естественной дренированностью; орошаемые земли здесь составляют около 115 тыс.га. Поэтому анализ развития дренажа и эколого-мелиоративных процессов, связанных с улучшением дренирования орошаемых земель, приводится в основном по Каршинской степи.

Климат Каршинской степи характеризуется напряженным термическим режимом пустыни, где среднегодовая температура воздуха составляет $+16^{o}$, а в теплое полугодие (апрель-сентябрь) + $27^{o}$. Сумма активных температур (выше $+10^{o}$) 4500-5000$^{o}$; длительность вегетационного периода - 245 дней и более. Количество осадков от 100 до 200 мм в год, возрастая на предгорных равнинах до 200-280 мм. Годовая испаряемость изменяется от 1500 мм в предгорьях до 2300 мм в пустынных равнинах. За полугодие (апрель-сентябрь) она изменяется от 1200 мм на орошаемых землях предгорий до 1800 мм на целинных землях западной части. Высокие летние температуры и большое количество теплых дней создают благоприятные условия для выращивания тонковолокнистых сортов хлопчатника.

Геоморфолого-литологические условия. Рассматриваемый массив занимает безводные равнины в нижней части долины реки Кашкадарьи, образованные в четвертичный период, главным образом двумя генетическими типами песчано-глинистых отложений. Первый тип - аллювиальные отложения, слагающие современную и древнюю субаэральную дельту р. Кашкадарьи, и аллювиадьно-пролювиальные отложения, образованные в зоне сопряжения корпусов выноса водотоков с дельтой реки Кашкадарьи, слагающие понижения Чарагыл.

Дельта р. Кашкадарьи, занимающая около 80 % описываемой территории представляет собой плоскую равнину со средним уклоном 0.002 в направлении с северо-востока на юго-запад. Поверхность равнин местами расчленена руслообразованными понижениями и протоками р. Кашкадарьи, многочисленными буграми и возвышенностями высотой от 2 до 5 м и понижениями глубиной 2-8 м.

Литологический разрез дельты, в обобщенном виде двухслойный и многослойный. Покровные мелкоземы представлены переслаивающимися супесями и суглинками с прослоями песков и глин мощностью от 0 до 18 м. Подстилаются они разнозернистыми песками, мощностью 15-25 м. Характерно, что в направлении с востока на запад мощность покровных отложений повсеместно уменьшается, а мощность водоносного пласта остается более или менее постоянной, однако размер частиц песков уменьшается, что обуславливает снижение коэффициентов фильтрации песков с 25-45 м/сут до 15-20 м/сут.

Аллювиально-пролювиальные отложения, слагающие Чарагыльское понижение, распространены в полосе контакта дельты Кашкадарьи и пролювиальной равнины в юго-восточной части степи (рис.1.1). Площадь понижения около 20 тыс. га, глубина до 7 м. Литологический разрез представлен суглинками и супесями с включением песков и глин мощностью до 5 м. Коэффициенты фильтрации супесчано-суглинистых отложений не превышают 0.4 м/сут.

Типам осадочных отложений присущи специфические черты литологического строения, которые в совокупности с особенностями рельефа в данной климатической зоне определяют региональные и местные гидрогеологические условия и режим грунтовых вод, существенно влияющих на выбор мелиоративных мероприятий.

### 6.6.1.2 Гидрогеологические условия

В гидрогеологическом отношении описываемая территория представляет собой в основном дельтовую часть р. Кашкадарьи, относящуюся к периферии гидрогеологической структуры полузамкнутого типа, открытой в сторону современной долины Амударьи и дельты р. Зарафшан.

По условиям циркуляции подземные воды подразделяются на грунтовые и межпластовые подземные воды; по гидравлическим признакам - на напорные и безнапорные.

В пределах описываемого массива орошения имеют распространение грунтовые и межпластовые подземные воды. Грунтовые воды повсеместно заключены в четвертичные отложения. Основное направление потоков грунтовых вод прослеживается с северо-востока на юго-запад. Детальный анализ режима грунтовых вод, их минерализации, как в естественных, так и в нарушенных гидродинамических условиях дается в последующих разделах.

Межпластовые подземные воды вскрываются в отложениях неогена, палеогена и верхнего мела и представляют собой многоэтажный комплекс водоносных горизонтов, нижние из которых являются высоконапорными и гидравлически связанными между собой. Верхний водоносный пласт, вскрываемый на глубинах 5-15 м, также гидравлически связан с грунтовыми водами. В большинстве случаев воды этого пласта безнапорные или имеют невысокий напор (0,1-0,4 м). Коэффициенты фильтрации нижних водоносных пластов, определенные опытными кустовыми откачками из глубоких скважин, несколько меньше коэффициента фильтрации первого от поверхности водоносного пласта и составляют 8-13 м/сут. За региональный водоупорный пласт принимается кровля неогеновых отложений, вскрывающаяся на глубинах 40-100 м.

Формирование естественного режима грунтовых и напорных вод и их питание происходит за счет подземного притока со стороны горного обрамления Зарафшанского и Гиссаракского хребтов, предгорных шлейфов, временных и постоянно действующих водотоков, инфильтрации атмосферных осадков.

Дренированность территории определяется структурой баланса грунтовых вод. Водный баланс Каршинской степи до широкого развития орошения складывался следующим образом: подземный приток 1-1,5 $м^3/с$; инфильтрация поверхностных и оросительных вод 0,7-0,8 $м^3/с$; подземный отток 1.4-1,7 $м^3/с$, в том числе в рр. Кашкадарья и Гузардарья 1,3-1,5 $м^3/с$; испарение с поверхности грунтовых вод 0,3-0,6$м^3/с$. Такое соотношение приходных и расходных статей водного баланса сопровождалось накоплением солей в почвах и грунтах зоны аэрации в периферийных частях равнины и, особенно в пределах Чарагыльского понижения. В Чарагыльском понижения почвы засолены на всю мощность покровного мелкозема, где содержание солей по слоям изменяется в пределах 1,5 до 3,0 % по плотному остатку, что усложняет решение проблемы мелиорации земель и дренирования.

Водопроницаемость суглинистых покровных отложений составляет 0,3-1,0 м/сут, подстилающих песчаных отложений - 5-10 м/сут. В гидрогеологическом отношении Каршинская степь относится к весьма слабо дренируемым массивам и особенно земли Чарагыльского понижения.

Почвы Каршинской степи, в восточной ее части, на отметках 440-1000 м., представлены типичными сероземами, в южной и западной частях, на отметках до 300-400 м.,- светлыми сероземами, такырами, серо-бурыми почвами и их комплексами. Большая часть почв Каршинской степи до начала строительства КМК в той или иной степени засолена, в том числе слабо - 34 %, средне – 16 % и сильно – 10 %.

### 6.6.1.3 Развитие орошаемого земледелия и эколого-мелиоративных процессов

Валовая площадь области составляет 2858 тыс.га, из них пригодные к орошению 1823 тыс.га. В настоящие время орошается 497,7 тыс.га.

До начала освоения Каршинской степи орошаемая площадь по области составляла 181,4 тыс.га

Орошение и освоение земель Каршинской степи началось после принятия правительством Узбекистана в 1967 г. постановления «О развитии орошения и освоения земель Каршинской степи». В сжатые сроки были построены Каршинский магистральный канал (КМК) длиной 178 км и 6 насосных станций общей установленной мощностью 450 тыс. кВт. КМК делится на две части: головную и рабочую, на стыке которых построено Талимарджанское водохранилище емкостью 1,5 км$^3$.

Головная часть КМК длиной 78 км с 6 насосными станциями поднимает воду из Амударьи на высоту 132,2 м расходом 175 м$^3$/сек. Рабочая часть КМК длиной 72 км начинается от Талимарджанского водохранилища и продолжается по проекту 1 очереди до р. Кашкадарьи. При освоении земель 2 очереди КМК будет продолжен еще на 28 км. Расчетный расход рабочей части канала 360 м$^3$/с в голове и 205 м$^3$/с у пересечения с р. Кашкадарьей.

С целью ускорения подачи воды в Каршинскую степь был разработан проект строительства Ульяновского канала от насосной станции № 4 КМК, который позволил оросить 56 тыс. га земель еще до завершения строительства 5-й и 6-й насосных станций, Талимарджанского водохранилища и рабочего участка КМК. В результате уже 1 июня 1973 г. амударьинская вода была подана на поля совхоза № 9. В 1974 г. была пущена вода в рабочую часть КМК и засеяно хлопчатником 14 тыс. га.

Темпы ввода новых орошаемых земель в 1971-1977 гг. достигали 40-50 тыс. га в год и в 1980 г. площадь орошаемых земель по области достигла 348,9 тыс. га (табл. 2.1). К 1985 г. темпы ввода существенно замедлились, до 2-10 тыс. га в год, ввиду исчерпания водных ресурсов, существенного ухудшения мелиоративного состояния орошаемых земель и необходимости первоочередного строительства систематического горизонтального дренажа.

Оросительные каналы в Каршинской степи с самого начала выполнялись как современные инженерные системы. Ульяновский магистральный канал, правда, был выполнен в земляном русле в известной мере как временное сооружение. КПД канала в 1973 г. не превышал 0,45-0,5, в последующем, после кольматации русла глинистым раствором, КПД канала, по данным наблюдений, увеличился до 0,8 . Головная часть Каршинского магистрального канала на протяжении 20 км выполнена в земляном русле и на 59 км - в бетонной облицовке. Рабочая часть КМК на протяжении 31 км (43 %) проходит в земляном русле, на 19 км (26%) - в земляном русле с суглинистым противофильтрационным экраном и на 22 км (31%) — в бетонной облицовке. КПД Каршинского магистрального канала в целом составляет – 0,90. Таким образом, КПД магистральных каналов (Ульяновский и КМК) равен -0,88.

Система хозяйственных и внутрихозяйственных каналов на 8 % протяженности построена в бетонной облицовке, на 66% в железобетонных лотках и на 26 % - в трубопроводах и в целом имеет КПД - 0,94. Таким образом, до 1990 г. общий КПД системы каналов Каршинской степи составлял $КПД_С$ = 0,88*0,94= 0,83. а затем он снизился до 0,73-0,75.

Вместе с тем полив по длинным бороздам (300-500 м) сопровождался потерями больших объемов воды, поэтому КПД техники полива не превышал на большей части орошаемых земель 0,55-0,75.

**Таблица 6.6.1.3.1**

**Технический уровень ГМС по Кашкадарьинской области.**

| №№ п/п | Показатели оценки технического уровня оросительно-дренажных систем | Годы | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1970 | 1975 | 1980 | 1985 | 1990 | 1995 | 2000 |
| 1 | Орошаемая площадь, тыс.га. | 176.50 | 238.50 | 348.90 | 433.80 | 490.30 | 497.44 | 497.72 |
| 2 | Площадь обеспеченная дренажем, тыс.га | 39.00 | 62.00 | 72.20 | 251.50 | 268.40 | 301.41 | 303.67 |
| 3 | Общая протяженность дренажа, км | 1200.00 | 2589.10 | 2878.40 | 6212.50 | 12932.40 | 13728.10 | 13919.90 |
| | в том числе: межхозяйственные коллектора, км | 529.70 | 775.10 | 775.00 | 1228.80 | 2006.80 | 2104.60 | 2560.00 |
| | открытый внутрихозяйственный. дренаж, км | 595.40 | 660.00 | 879.40 | 1847.60 | 4352.90 | 4557.20 | 4549.00 |
| | закрытого горизонтального дренажа, км | 74.90 | 1154.00 | 1224.00 | 3136.10 | 6572.70 | 7086.30 | 6810.90 |
| 4 | Удельная протяженность дренажа, км/тыс.га | 6.80 | 9.60 | 11.90 | 14.30 | 26.40 | 27.80 | 27.90 |
| 5 | Количество скважин вертикального дренажа, шт | | | 134.00 | | 508.00 | 512.00 | 461.00 |
| 6 | Объём откачек, млн.м3 | | | 23.73 | | 176.00 | 21.60 | 51.80 |
| 7 | Общий водозабор, млн.м3 | | | | | 5322.26 | 4913.62 | 4117.32 |
| 8 | Водозабор на орошение, млн.м3 | 1117.90 | 2666.20 | 3657.00 | 5927.20 | 5254.60 | 5356.00 | 4823.10 |
| 9 | Минерализация оросительной воды, г/л | 1.50 | 2.60 | 1.78 | 1.53 | 1.06 | 0.91 | 0.99 |
| 10 | Приток солей, тыс.т | 1676.90 | 6932.10 | 6509.50 | 9068.60 | 5569.90 | 4873.10 | 4774.90 |
| 11 | Удельное поступление солей, т/га | 9.50 | 29.07 | 18.66 | 20.91 | 11.36 | 9.80 | 9.59 |
| 12 | Удельная водоподача, тыс.м3/га | 6.33 | 11.18 | 10.48 | 13.66 | 10.72 | 10.77 | 9.69 |
| 13 | Общий дренажный сток, млн.м3 | 153.40 | 847.90 | 1676.60 | 2224.50 | 1381.80 | 1864.40 | 1365.30 |
| | в том числе: чистый дренажный сток, млн.м3 | 83.40 | 676.90 | 1300.80 | 1394.70 | 635.70 | 1136.10 | 738.30 |
| 14 | Дренажный модуль, л/сек./га | 0.03 | 0.11 | 0.15 | 0.16 | 0.09 | 0.12 | 0.09 |
| 15 | Удельное водоотведение, тыс.м3/га | 0.87 | 3.56 | 4.81 | 5.13 | 2.82 | 3.75 | 2.74 |
| 16 | Минерализация дренажного стока, г/л | 10.00 | 10.50 | 6.50 | 6.50 | 6.76 | 5.80 | 6.10 |
| 17 | Общий вынос солей, тыс.т. | 1534.00 | 8903.00 | 10897.90 | 14459.30 | 9341.00 | 10813.50 | 8328.30 |
| 18 | Удельный вынос солей, т/га | 8.69 | 37.33 | 31.24 | 33.33 | 19.05 | 21.74 | 16.73 |
| 19 | Доля дренажного стока от водозабора, % | 13.72 | 31.80 | 45.85 | 37.53 | 26.30 | 34.82 | 28.31 |
| 20 | КПД оросительных систем в долях от единицы | 0.63 | 0.64 | 0.69 | 0.70 | 0.71 | 0.68 | 0.65 |

Приведенные данные показывают, что в целом, несмотря на совершенную конструкцию оросительной сети, КПД ее не превышает 0,83, а коэффициент использования воды (КИВ) в системах - 0,46-0,62. Обращает на себя внимание то, что применяемая техника поверхностных самотечных поливов по длинным бороздам, по существу сводит на нет, эффективность противофильтрационных мероприятий, на оросительной сети. Особенно высоки потери были в начале освоения земель в связи с просадками, глубоким залеганием уровня грунтовых вод и недостаточной организацией поверхностного полива со стороны хозяйственных служб.

В первые годы освоения водоподача завышала проектные значения. Водозабор рос очень быстро, и в 1985 году водозабор по области составил 5927.2 млн.м$^3$. В последние годы наблюдается некоторое снижение водозабора, так несмотря на увеличения орошаемой площади по сравнению с 1985 годам более чем на 55 тыс.га водозабор по области в 1990 г составил 5254.6 млн.м$^3$ в 1995 г - 5355 а в 2000 году - 4823,1 млн.м$^3$ (таблица 6.6.1.3.1). Удельный водозабор за 1975-1995 гг. по Каршинской степи показывает, что величины оросительных норм брутто, несмотря на относительно высокие значения КПД сети, составляют 15-16, а в среднем по области 10,5-13,7 тыс. м$^3$/га (таблица 5.1).

Минерализация поливной воды в период с 1970 по 1975 г. изменяется очень сильно (от 1,5 до 2,6 г/л), что связано с использованием для полива коллекторно-дренажных вод. В последние годы в связи с упорядочением водопотребления и исключением из полива дренажных вод минерализация поливных вод снизилась до 0,91-0,99 г/л (таблица 6.6.1.3.1)

Из таблицы 6.6.1.3.1 видно, что строительство дренажа резко отставало от ввода орошаемых земель, площадь обеспеченная дренажем в 1980 г составляла 72,2 тыс.га или 20,7 %, в 1985 г. 251,5 тыс.га или 57,9 %. Удельная протяженность коллекторно-дренажной сети в эти годы составляла соответственно 11,91 и 14,34 км/га на орошаемой площади, а на дренированной 57,50 и 24,74 км/га. Однако из-за подачи большого количества оросительной воды, несмотря на небольшую удельную протяженность дренажа (11,91-14,34 км/га) общий дренажный сток с орошаемой территории составлял: в 1980 г. 1676,6 млн. м$^3$, в 1985 г. 2224,5 млн. м$^3$; удельное водоотведение соответственно 4,81 и 5,13 тыс. м$^3$/га. Большой дренажный сток обусловлен также непроизводительными сбросами - до 2000-3000 м$^3$/га. Чистый дренажный сток в 1980 г. составил 1300,8 млн. м$^3$, а в 1985 г. 1394,7 млн.м$^3$. Дренажный модуль составил за эти годы соответственно 0,15 и 0,16 л/с/га при среднем проектном значении 0,18 л/с/га. В дальнейшем, несмотря на увеличение удельной протяженности горизонтального дренажа до 26,4 км/га на орошаемой площади, что в пересчете на дренируемую площадь составляет 45-48 м/га и числа скважин вертикального дренажа до 512 шт. наблюдается некоторое уменьшение дренажного стока за счет уменьшения водозабора, с другой стороны снижение работоспособности дренажных систем. Если 1975-1985 гг. доля дренажного стока составляла 31,8-37,53 % от водозабора, то в 1990-2000 гг. доля дренажного стока составила 26,3-28,31 %. В 2000 году общей дренажный сток составил 1365,3 млн.м$^3$, чистый дренажный сток 738.3 млн.м$^3$, дренажный модуль 0,09 л/сек/га (таблица 6.6.1.3.1). т.е почти в 2 раза уменьшился по сравнению с таковым до 1990 г.

Из-за недостаточной мощности дренажа в начале освоения Каршинской степи уровень грунтовых вод в среднем по области поднялся с 3,8 м в 1970 г. до 2,3 м к 1980 г., площади земель с засолением выше среднего к 1985 г. возросли до 121,5 тыс.га (28 % орошаемых земель). До 1985 г. объем поступления солей на орошаемую территорию изменялся в пределах от 1676,9 (1970 г.) до 9068,6 тыс.тон в год (1985 г.), что объясняется высокой минерализацией воды, подаваемой на полив. Начиная с 1985 г. объем приноса солей с водозабором на территорию резко снизился: с 5569,9 (1990 г.) до 4774,9 тыс.т в год (2000 г.),- при удельных значениях от 9,5 (1970 г.) до 20,91 т/га (1985 г.) и от 11,36 (1990 г.) до 9,59 т/га (2000 г.).

Развитие дренажных систем позволило значительно увеличить как общий, так и удельный вынос солей с орошаемой территории. Так, начиная с 1975 года, водно-солевой баланс поверхностных вод складывался отрицательно, с преобладанием выноса солей в 1,5-2,6 раза (табл. 6.6.1.3.1.). Однако темп выноса солей не обеспечивал рассоления почво-грунтов зоны аэрации, и особенно орошаемых земель Чарагыльского понижения.

### 6.6.1.4 Техническое состояние горизонтального дренажа Кашкадарьинской области

Динамика развития горизонтального дренажа и его техническое состояние дается с 1970 года с интервалом в 5 лет. Параметры горизонтального дренажа приведены в табл. 6.6.1.4.1

**Таблица 6.6.1.4.1 - Параметры горизонтального дренажа**

| Год | Орошаемая площадь тыс.га | Дренируемая площадь, тыс.га. | Протяженность дренажа, км | | | | Удельная протяженность дренажа, м/га |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Общая | Межхозяйственные коллектора | Внутрихозяйственные открытые дрены | Закрытый горизонтальный дренаж | |
| 1970 | 176,50 | 39,00 | 1200,00 | 529,70 | 595,40 | - | 6,8 |
| 1975 | 238,50 | 62,00 | 2290,40 | 775,10 | 660,00 | 1154,00 | 9,6 |
| 1980 | 348,90 | 72,20 | 4154,80 | 775,00 | 879,40 | 1224,00 | 11,91 |
| 1985 | 433,80 | 251,50 | 6221,60 | 1228,80 | 1847,60 | 3136,10 | 14,34 |
| 1990 | 490,30 | 268,40 | 12932,40 | 2006,80 | 4352,90 | 6572,70 | 26,38 |
| 1995 | 497,44 | 301,41 | 13839,50 | 2104,60 | 4557,20 | 7066,30 | 27,82 |
| 2000 | 497,72 | 303,67 | 13910,90 | 2560,00 | 4549,00 | 6810,90 | 27,95 |

Межхозяйственная сеть представлена открытыми коллекторами глубиной более 5 м, шириной по дну более 3 м и заложением откосов более 2. Внутрихозяйственная сеть состоит из открытых дрен глубиной до 5 м и закрытого горизонтального дренажа (ЗГД).

В зависимости от глубины залегания грунтовых вод и механического состава грунта строительство дренажа в Кашкадарьинской области осуществлялось механизированным и полумеханизированным способами. При высоком стоянии уровня грунтовых вод (1,0 – 1,5 м от поверхности земли) в грунтах, подверженных обрушению и оплыванию, использовался бестраншейный способ укладки закрытых дрен. При этом использовались гофрированные полиэтиленовые или полихлорвиниловые трубы диаметрами 100 – 150 мм с защитно-фильтрующей обмоткой из нетканого материала, а также с песчано–гравийной обсыпкой толщиной 15 мм. Остальная часть закрытого дренажа уложена полумеханизированным способом, методом «полки». Дрены собирались керамическими и асбестоцементными трубами диаметрами 100 – 250 мм. В качестве фильтрующего материала использовались песчано – гравийные материалы.

На рис. 6.6.1.4.1 показано изменение протяженности горизонтального дренажа во времени. Из табл. 6.6.1.4.1 и рис. 6.6.1.4.1 видно, во-первых, вся орошаемая площадь обеспечена дренажом на 61 %. Во-вторых, высокие темпы строительства в 90-е годы в 2 раза увеличили удельную протяженность дренажа (рис. 6.6.1.4.2). В третьих, на сегодняшний день протяженность ЗГД в 1,5 раза выше протяженности открытого дренажа.

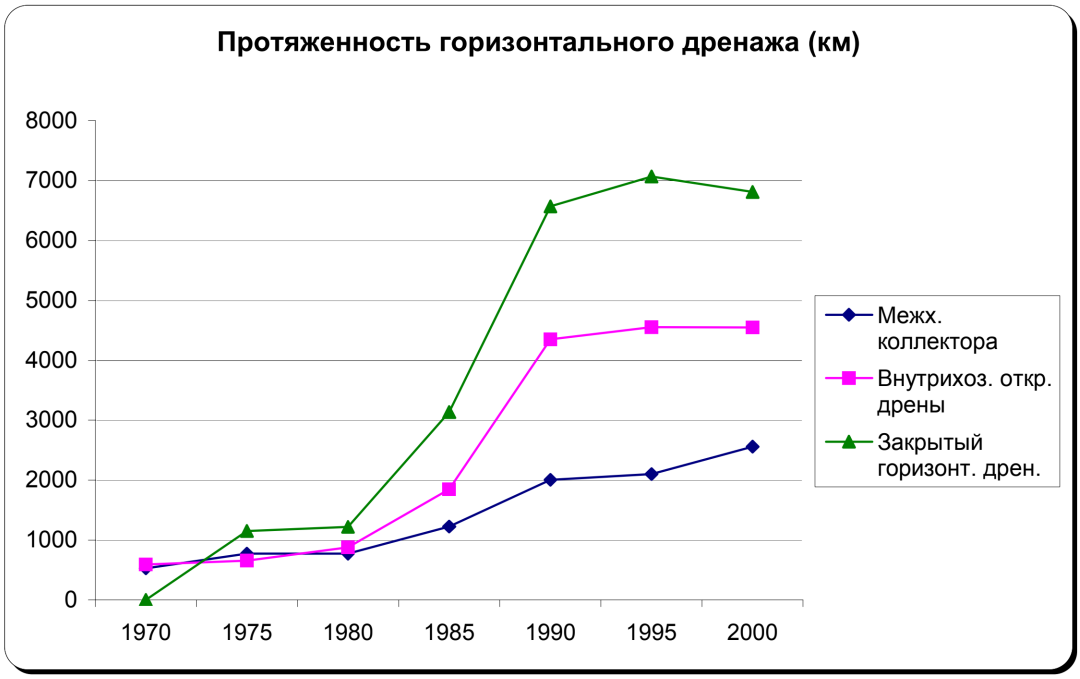



**Рис 6.6.1.4.1 Горизонтальный дренаж Кашкадарьинской области**

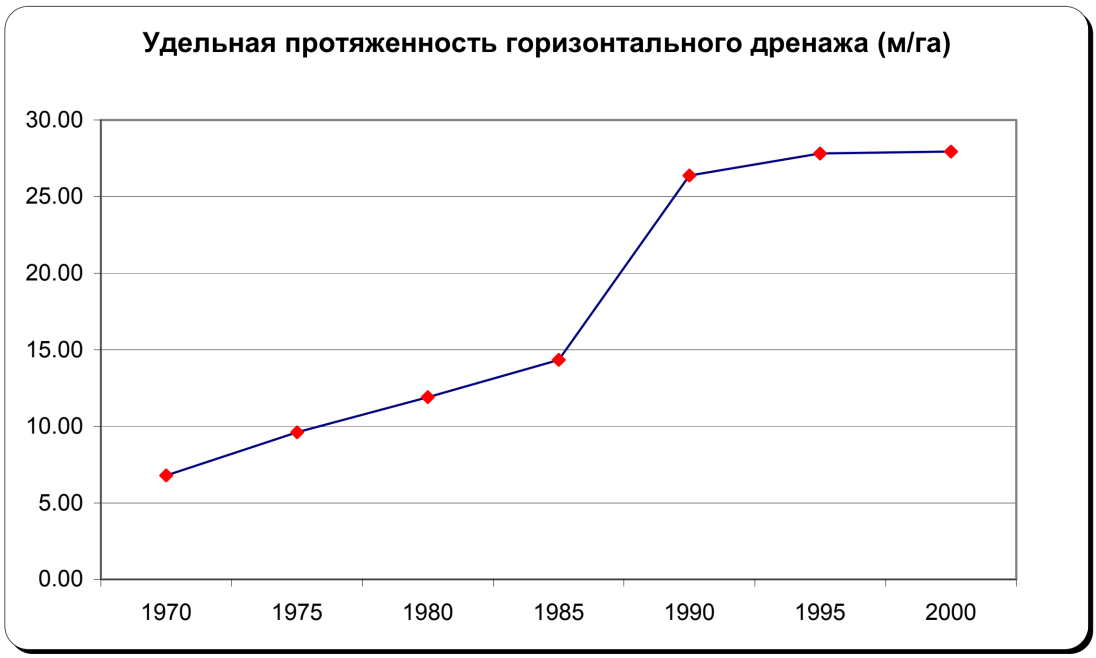



**Рис.6.6.1.4.2 Удельная протяженность горизонтального дренажа Кашкадарьинской области**

В табл. 6.6.1.4.2 приведены данные по техническому состоянию открытого дренажа.

**Таблица 6.6.1.4.2 Техническое состояние открытого дренажа**

| Год | Межхозяйственные коллектора, км | | | Внутрихозяйтвенные коллектора, км | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Всего | Треб. очистки | Очищ. | Всего | Треб. очистки | Очищ. |
| 1970 | 529.70 | 96.00 | 24.20 | 595.40 | 133.20 | 29.50 |
| 1975 | 775.10 | 248.90 | 91.60 | 660.00 | 281.70 | 82.60 |
| 1980 | 775.00 | 324.20 | 166.20 | 879.40 | 354.20 | 106.10 |
| 1985 | 1228.80 | 298.80 | 158.70 | 1847.60 | 506.00 | 248.00 |
| 1990 | 2006.76 | 335.70 | 336.00 | 10925.61 | 1565.42 | 736.00 |
| 1995 | 2109.57 | 746.83 | 281.40 | 11729.96 | 1850.90 | 402.00 |
| 2000 | 2559.70 | 495.41 | 388.50 | 11351.24 | 2222.31 | 584.60 |

По данным табл. 6.6.1.4.2 построены кривые состояния межхозяйственной и внутрихозяйственной дренажной сети (рис. 6.6.1.4.3, 6.6.1.4.4). Для того чтобы лучше разобраться в изменении технического состояния открытого дренажа по данным табл. 6.6.1.4.2 установлены необходимые объемы восстановительных работ, оценена достаточность выполнения восстановительных работ и определен коэффициент готовности системы к работе (табл.6.6.1.4.3).

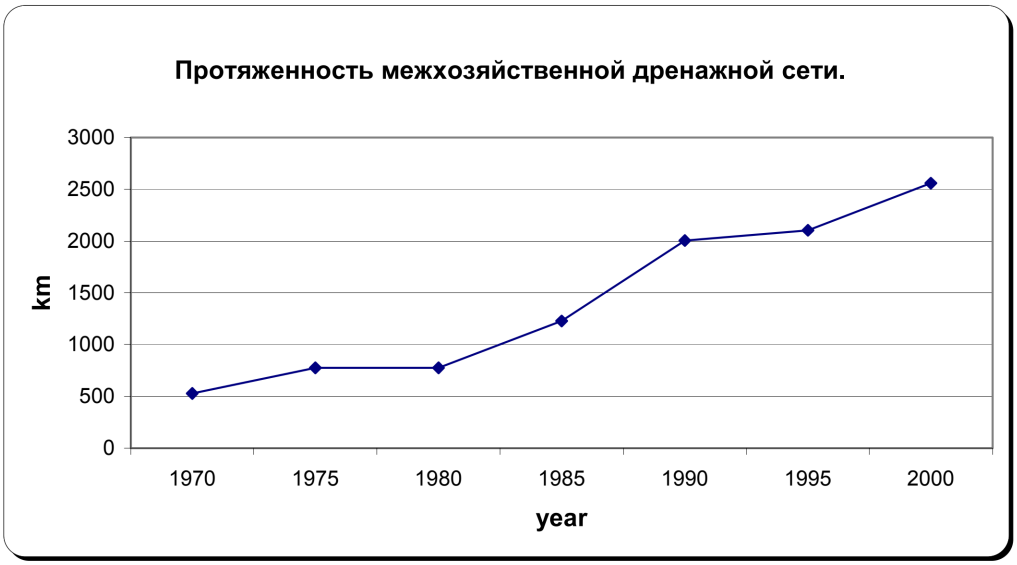



**Рис. 6.6.1.4.3 Межхозяйственная дренажная сеть**

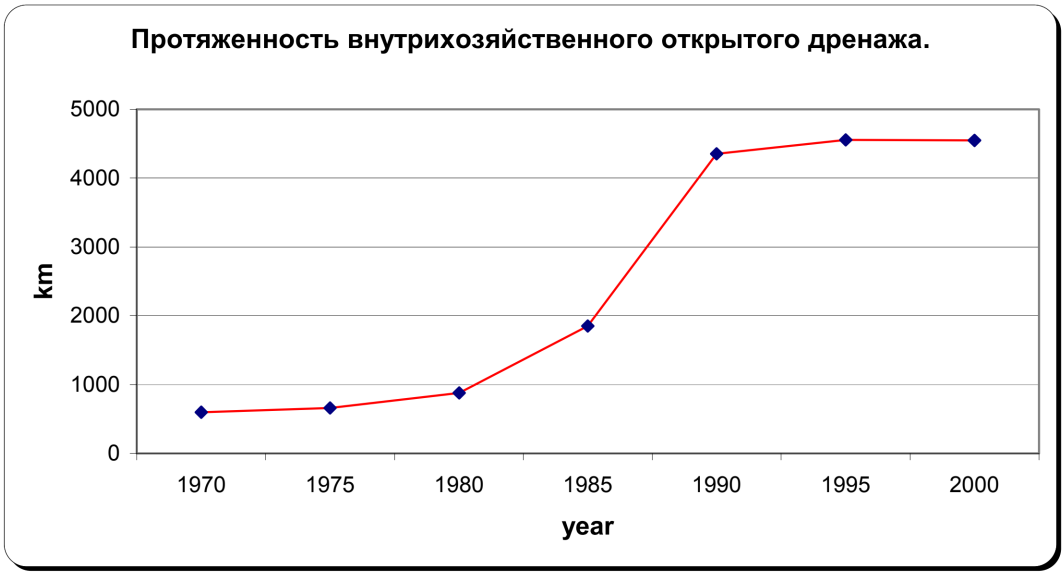



**Рис.6.6.1.4.4 Протяженность внутрихозяйственного открытого дренажа**

**Таблица 6.6.1.4.3 Эффективность восстановления открытого дренажа**

| Год | Межхозяйственные коллектора | | | Внутрихозяйственные коллектора | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Необходимый объем очистки, % | Фактически очищено в % к необходи-мому | Коэффициент готовности | Необходимый объем очистки, % | Фактически очищено в % к необходи-мому | Коэффициент готовности |
| 1970 | 18,12 | 25,21 | 0,86 | 22,37 | 22,15 | 0,83 |
| 1975 | 32,11 | 36,80 | 0,80 | 42,68 | 29,32 | 0,70 |
| 1980 | 41,83 | 51,26 | 0,80 | 40,28 | 29,95 | 0,72 |
| 1985 | 24,32 | 53,11 | 0,89 | 27,39 | 49,01 | 0,86 |
| 1990 | 16,73 | 100,09 | 1,00 | 14,33 | 47,02 | 0,92 |
| 1995 | 35,40 | 37,68 | 0,78 | 15,78 | 21,72 | 0,88 |
| 2000 | 19,35 | 78,42 | 0,96 | 19,58 | 26,31 | 0,86 |

Анализ данных о техническом состоянии межхозяйственной дренажной сети показывает, что ежегодно нуждается в очистке в среднем 27 % межхозяйственных коллекторов. Фактически очистные работы проводятся на 55 % от необходимых объемов. При этом среднее значение коэффициента готовности составляет 0,87. По внутрихозяйственной сети необходимо очищать 26 % от общей протяженности. А очищается в среднем всего 32 % от необходимых объёмов, т.е. в полтора раза меньше, чем по межхозяйственной сети. До 1990 года очищалось 37 % дренажа от необходимого объема, в последующем объем очистки возрос до 42,2 %. Поэтому до 1990 г. среднее значение коэффициента готовности составляло 0,81, а в последнее десятилетие возросло до 0,88. В настоящее время порядка четверти сети внутрихозяйственного дренажа находится в неработоспособном состоянии.

Определенный интерес представляют данные об объемах очистки, выраженные в кубометрах вынутого из коллекторов грунта. Они приведены для межхозяйственной и внутрихозяйственной сети в табл. 6.6.1.4.5

**Таблица 6.6.1.4.5 Объемы очистки КДС**

| Год | Межхозяйственные коллектора | | Внутрихозяйственные коллектора и дрены | |
|---|---|---|---|---|
| | Объем очистки, тыс. $м^3$ | Удельные объемы очистки межхозяйственной сети, $м^3/м$ | Объем очистки, тыс. $м^3$ | Удельные объемы очистки внутрихозяйственной сети, $м^3/м$ |
| 1970 | 2030,3 | 8,45 | 13,0 | 0,44 |
| 1975 | 1873,0 | 20,5 | 480,5 | 5,81 |
| 1980 | 2850,0 | 17,1 | 1068,0 | 10,1 |
| 1985 | 2520,5 | 15,9 | 920,0 | 3,7 |
| 1990 | 8440,0 | 25,1 | 10221,0 | 13,9 |
| 1995 | 5170,0 | 20,9 | 8527,0 | 11,6 |
| 2000 | 6224,0 | 16,0 | 3529,1 | 6,0 |

Анализ табл. 6.6.1.4.5 показывает, что среднее значение удельных объемов очистки межхозяйственных коллекторов составляет 17,9 $м^3$/га. Сопоставление фактических объемов очистки с допустимым удельным объемом заиления, который равен 5,0 $м^3/м$, показывает, что реальные объемы очистки в 3,5 раз превышают рекомендуемые. Фактические удельные объемы очистки внутрихозяйственной сети составляют в среднем 7,36 $м^3/м$. Сопоставление фактических удельных объемов с требуемыми показывает, что реальные объемы в 3,55 раз превышают допустимые. Превышение реальных объемов происходит вследствие несовершенства технологии очистки, когда очистка производится экскаватором по поперечной схеме, а не по продольной. При этом объемы увеличиваются за счет подрезки грунта с откосов коллекторов. Кроме того, удаляемые с коллекторов грунты представлены главным образом плывунами.

В табл. 6.6.1.4.6 даны сведения о затратах на поддержание открытого дренажа в работоспособном состоянии, а также стоимости кубометра очистки. До 1990 г. стоимость очистки дана в рублях, а далее в сумах. Из табл. 6.6.1.4.6 видно, что затраты на очистку до 1990 г. сильно не изменялись, составляя в среднем 0,19 руб. за кубометр вынутого из коллектора грунта.

Данные по затратам показывают, что для Кашкадарьинской области выделяются такие же средства, как в среднем по республике. При этом не учитываются особенности местных условий, а именно наличие плывунных грунтов, при очистке которых резко увеличиваются (до 3,5 раз) удельные объемы. В среднем по республике удельные объемы вдвое превышают необходимые. Наличие плывунных грунтов предполагает увеличить затраты на очистку открытого дренажа в Кашкадарьинской области в полтора раза. В этом случае объемы очистных работ достигнут в среднем 80 % от необходимых, а коэффициент готовности составит 0,95.

Приведенные данные позволяют подсчитать затраты по содержанию открытого дренажа: по Кашкадарьинской области они составили до 1990 г. 11,6 $/га, в 1995 г. – 6,0 $/га, в 2000 г. – 5,6 $/га.

**Таблица 6.6.1.4.6 Затраты на содержание открытого дренажа**

| Год | Затраты на очистку межх.сети | Затраты на очистку внутр.сети | Стоимость $м^3$ очистки |
|---|---|---|---|
| 1970 | 425,1 т.р. | 2,73 т.р. | 0,21 р. |
| 1975 | 280,0 т.р. | 71,8 т.р. | 0,15 р. |
| 1980 | 500,0 т.р. | 187,4 т.р. | 0,17 р. |
| 1985 | 403,4 т.р. | 147,2 т.р. | 0,16 р. |
| 1990 | 2178,0 т.р. | 2629,0 т.р. | 0,25 р. |
| 1995 | 3476,0 т.с. | 5798,0 т.с. | 0,67 с. |
| 2000 | 272732 т.с. | 154639 т.с | 43,8 с. |

В табл. 6.6.1.4.7 даны данные по выходу дрен из строя и объемам ремонтных работ.

**Таблица 6.6.1.4.7 Данные технического состояния и ремонтов ЗГД**

| Год | Протяженность, км | Отказало | | Отремонтировано | | Коэффициент готовнос-ти |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Длина, км | От общей протяженности, % | Длина, км | От необходимого объема, % | |
| 1985 | 1760,4 | 443,6 | 25,2 | 104,1 | 23,5 | 0,81 |
| 1990 | 6572,7 | 1953,7 | 30,0 | 307,5 | 15,7 | 0,75 |
| 1995 | 6844,5 | 1840,0 | 26,9 | 55,9 | 3,0 | 0,74 |
| 2000 | 6808,6 | 2483,5 | 36,0 | 84,5 | 3,4 | 0,65 |

Анализ данных табл. 6.6.1.4.6 показывает, что основой объем строительства был завершен в 1990 г. Ежегодно требуется восстановление 30 % закрытых дрен. До 1990 г. восстанавливалось около 20 % вышедших из строя дрен. Вероятность безотказной работы составляла в этот период 80 %.

За последние 10 лет резко снизились объемы ремонтных работ, Они упали почти в 6 раз. Коэффициент готовности снизился с 0,81 до 0,65. Таким образом, на сегодняшний день более трети закрытого дренажа находится в неработоспособном состоянии.

Ремонтно-восстановительные работы в области проводятся за счет средств Минсельводхоза и хозяйств. Недостаточность средств на ремонт ЗГД дает те же результаты, которые приведены выше.

Следует обратить внимание на то, что в последнее время неквалифицированно и нерегулярно проводится инвентаризация технического состояния ЗГД, поэтому необходимо, прежде чем намечать конкретные меры по повышению надежности ЗГД, сделать тщательное его обследование.

Для сопоставления технического состояния межхозяйственного и внутрихозяйственного дренажа построены кривые коэффициентов готовности (рис.6.6.1.4.5).

Ухудшение технического состояния и снижение уровня эксплуатации дренажа отразилось на эффективности его работы.

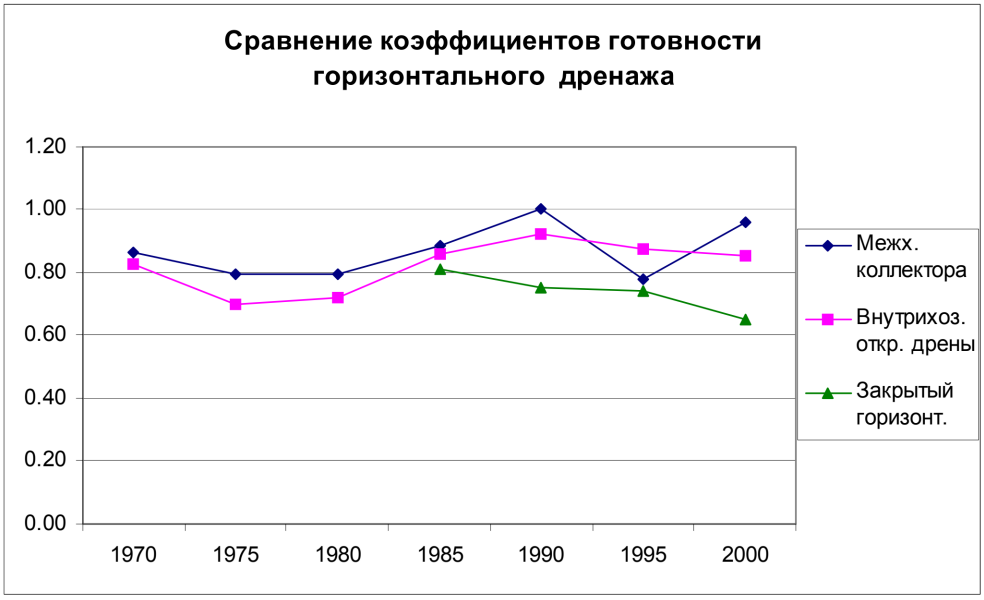



**Рис. 6.6.1.4.5 Сравнение коэффициентов готовности**

Данные по состоянию КДС за 1993 – 2002 гг. приведены в таблице 6.6.1.4.8.

**Таблица 6.6.1.4.8 Динамика состояния КДС по Кашкадарьинской области**

| Годы | Общая протяженность (км). | В том числе не работающих | Межхоз. коллект. | | Внутрихоз. коллект. | | ЗГД | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Всего(км). | В том числе не работает | Всего (км). | В том числе не работает | Всего (км). | В том числе не работает |
| 1993 | 13386.23 | 3707.53 | 2070.45 | 616.36 | 4490.14 | 1388.64 | 6825.64 | 1702.53 |
| 1994 | 13506.32 | 4278.13 | 2104.56 | 791.21 | 4557.25 | 1651.00 | 6844.51 | 1835.92 |
| 1995 | 13839.53 | 4437.73 | 2109.57 | 746.83 | 4663.60 | 1850.91 | 7066.36 | 1839.99 |
| 1996 | 13956.80 | 4555.54 | 2525.44 | 953.66 | 4346.80 | 1743.95 | 7084.58 | 1857.93 |
| 1997 | 13829.40 | 5151.09 | 2533.44 | 919.79 | 4452.98 | 2181.09 | 6842.98 | 2050.21 |
| 1998 | 13866.31 | 5543.66 | 2533.44 | 779.62 | 4507.38 | 2187.19 | 6825.49 | 2576.85 |
| 1999 | 13875.41 | 5432.55 | 2550.50 | 764.66 | 4511.48 | 2238.83 | 6813.43 | 2429.06 |
| 2000 | 13910.94 | 5195.83 | 2559.70 | 495.41 | 4540.29 | 2216.91 | 6810.95 | 2483.51 |
| 2001 | 13917.59 | 5504.53 | 2560.02 | 358.79 | 4549.17 | 2453.41 | 6808.40 | 2692.33 |
| 2002 | 13910.96 | 5822.21 | 2560.02 | 442.06 | 4539.85 | 2512.10 | 6811.09 | 2868.05 |

### 6.6.1.5 Изменение технического уровня дренажа и оценка мелиоративного состояния орошаемых земель

#### 6.6.1.5.1 Дренированность орошаемых земель

Многообразие гидрогеологических условий позволило в первой очереди освоения Каршинской степи горизонтальный запроектировать дренаж на площади 90 тыс.га, комбинированный - 62 и вертикальный — 60 тыс.га.

По проекту мощность горизонтального дренажа Каршинской степи предусматривалась в среднем 65 пм/га, при норме осушения 2,4 м. Отдельными участками проектная мощность дренажа достигает 85-90 пм/га. Средний по территории дренирования проектный дренажный модуль был определен - 0,18 л/с/га, при его изменение от 0,12 до 0,24 л/с/га. Максимальная проектная мощность дренажа приходится на орошаемые земли Чарагыльского понижения. Было предусмотрено построить 611 скважин вертикального дренажа со следующими параметрами: глубина скважин 40-70 м; диаметр скважин 900 мм; диаметр фильтра 325 мм; длина фильтра 20-30м; дебит 25-50 л/с; удельный дебит 2-10 л/с/м.

Предусмотренная проектом мощность дренажа не достигнута. Всего построено 512 скважин вертикального дренажа, против 611 по проекту. По отдельным районам Каршинской степи удельная протяженность горизонтального дренажа колеблется от 18,7 (Касбинский) до 54,0 пм/га (Нишанский) против 65 м/га по проекту.

В настоящие время по области дренируется открытым дренажом - 191,31 тыс.га, или 38 % орошаемых земель, закрытым горизонтальным - 80,06 тыс.га, или 16 %, вертикальным - 20,25 тыс.га или 4 %.

В 2002 г., против 1993 г., площади с вертикальным дренажом сократились на 45 % вследствие выхода скважин из строя и их списания.

Анализ изменения мелиоративного состояния орошаемых земель Каршинской степи показывает, что несмотря на использование накопленного в Узбекистане опыта освоения крупных массивов и сооружений инженерных мелиоративных систем, гидрогеолого- мелиоративная обстановка резко ухудшилась. Несмотря на высокий КПД оросительной сети из-за низкого коэффициента использования воды большие потери воды, вызывали подъем уровня грунтовых вод до 2-3 м /год. Подъем грунтовых вод до глубины 2,5-3,0 м от поверхности земли произошел через 2-4 года после начала орошения земель и далее поддерживался на этой глубине за счет строительства горизонтального дренажа.

С 1990 г. наблюдается снижение дренирования орошаемых земель. Если 1985 г. общий дренажный сток составлял 2224,5 млн.м$^3$, чистый дренажный сток 1394,7 млн.м$^3$, то в 2000 г. общий дренажный сток составил 1365,3 млн.м$^3$, чистый дренажный сток - 738,3 млн.м$^3$. Чистый дренажный модуль снизился до 0,04-0,07 л/с/га, против 0,18 л/с/га по проекту и фактического 0,15-0,16 л/с/га, наблюдаемого в 1980-85 гг. (табл. 6.6.1.3.1).

Дренаж в настоящее время отводит до 28,31 % от головного водозабора, и при этом обеспечивает, по данным ОГМЭ, поддержание уровня грунтовых вод в пределах 2,6-2,9 м, т.е. обеспечивает полугидроморфный режим, за исключением земель Чарагыльского понижения. При объеме дренажного стока, равном 28,31 % от головного водозабора, минерализация дренажного стока не опускается ниже 6 г/л, что на 0,5-2,3 г/л выше минерализации грунтовых вод.

Такое различие минерализации грунтовых вод и дренажного стока свидетельствует о постоянной опасности развития процессов вторичного засоления и необходимости применения интенсивного промывного режима орошения.

Устройство горизонтального дренажа на орошаемых землях 27,8 пм/га, хотя и дает значительный мелиоративный эффект, но не ликвидирует опасности вторичного засоления орошаемых земель, особенно при применении для орошения вод повышенной минерализации. Значительный вынос солей дренажем не является показателем улучшения мелиоративного со-

стояния орошаемых земель, поскольку сохранение гидроморфного режима отдельных массивов не исключает основные причины засоления. Сохранение удовлетворительного мелиоративного состояния земель степи обеспечивается за счет применения интенсивного промывного режима орошения.

Рассмотрим подробнее сток и минерализацию коллекторно–дренажных систем Кашкадарьинской области. В табл. 6.6.1.5.1.1 приведены данные по районам во времени (1993 – 2002 гг.). Все районы Кашкадарьинской области делятся на три группы (горная, предгорная и равнинная часть). Рассмотрим районы, относящиеся к равнинной части Кашкадарьинской области (Бахористон, Касби, Косон, Муборак, У.Юсупов, Карши, Нишон). Для данной местности характерна минерализация - около 6 г/л, а в районе Нишон – до 8 г/л. В районах предгорной части минерализация достигает 9 г/л , исключение составляет Чирокчи, где минерализация стока не превышала 3,7 г/л. В районах горной части области минерализация стока низкая – менее 1 г/л, но и здесь есть исключение – район Яккабог, где минерализация достигает 4 г/л. По сети коллекторов эта вода попадает в реки Кашкадарья, Амударья и в озеро Сечанкул. Общий сброс с земель Кашкадарьинской области только в р.Кашкадарья достигает 550,35 млн.м$^3$ в год, а в целом в источники орошения сбрасывается более 1700 млн.м$^3$ в год (с учетом вывода за пределы области, государства). Привязка магистральных коллекторов к районам Кашкадарьинской области осуществлена в табл. 6.6.1.5.1.2.

**Таблица 6.6.1.5.1.1 Сток и минерализация коллекторно–дренажных систем Кашкадарьинской области**

| Районы | Сток Минерализация | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Бахористон | млн.м3. | 249.33 | 166.68 | 233.39 | 151.45 | 178.54 | 221.78 | 229.15 | 172.51 | 214.08 | |
| | г/л | 6.14 | 5.70 | 5.22 | 6.18 | 6.14 | 6.02 | 6.63 | 5.74 | 5.56 | |
| Касби | млн.м3. | 190.38 | 190.24 | 177.27 | 189.36 | 173.09 | 204.32 | 190.01 | 146.61 | 127.57 | 209.69 |
| | г/л | 5.56 | 5.60 | 5.85 | 5.81 | 5.32 | 5.15 | 5.45 | 5.17 | 4.65 | 4.58 |
| Китоб | млн.м3. | 11.51 | 10.67 | 12.62 | 10.44 | 10.59 | 10.61 | 10.72 | 8.86 | 4.64 | 3.50 |
| | г/л | 0.78 | 0.90 | 0.94 | 0.89 | 0.80 | 0.59 | 0.72 | 0.66 | 0.54 | 0.57 |
| Косон | млн.м3. | 323.91 | 369.20 | 331.13 | 278.83 | 224.01 | 282.89 | 279.56 | 113.36 | 82.33 | 286.38 |
| | г/л | 5.76 | 6.04 | 5.31 | 4.80 | 4.24 | 5.68 | 4.94 | 5.29 | 5.21 | 5.11 |
| Муборак | млн.м3. | 242.57 | 246.94 | 175.30 | 151.95 | 130.08 | 151.50 | 204.91 | 121.28 | 96.90 | 147.01 |
| | г/л | 5.28 | 5.14 | 5.41 | 6.19 | 5.90 | 6.09 | 6.59 | 6.60 | 5.62 | 4.84 |
| Чирокчи | млн.м3. | 51.52 | 55.27 | 51.88 | 46.01 | 50.43 | 65.21 | 47.00 | 27.80 | 16.83 | 48.02 |
| | г/л | 3.22 | 3.74 | 3.55 | 3.45 | 3.44 | 2.50 | 2.68 | 2.86 | 2.18 | 2.22 |
| Шахрисабз | млн.м3. | 21.75 | 18.75 | 20.84 | 12.71 | 18.88 | 18.90 | 19.69 | 17.00 | 9.65 | 10.00 |
| | г/л | 0.86 | 0.88 | 0.94 | 0.88 | 0.79 | 0.62 | 0.78 | 0.77 | 0.67 | 0.63 |
| Яккобог | млн.м3. | 54.02 | 71.55 | 71.59 | 38.40 | 39.40 | 55.70 | 63.57 | 37.18 | 13.43 | 27.10 |
| | г/л | 3.38 | 4.45 | 4.58 | 4.71 | 3.90 | 3.82 | 4.02 | 4.57 | 3.32 | 4.03 |
| У.Юсупов | млн.м3. | 301.59 | 304.19 | 260.79 | 204.31 | 226.43 | 415.95 | 357.60 | 203.34 | 134.28 | 436.51 |
| | г/л | 5.72 | 6.01 | 5.92 | 5.99 | 5.35 | 5.48 | 6.09 | 6.38 | 5.15 | 4.87 |
| Карши | млн.м3. | 229.15 | 215.78 | 180.94 | 172.72 | 202.93 | 334.20 | 335.32 | 298.53 | 204.24 | 277.14 |
| | г/л | 5.68 | 5.63 | 6.15 | 6.04 | 5.69 | 6.33 | 6.42 | 6.47 | 5.91 | 5.47 |
| Камаши | млн.м3. | 59.04 | 74.06 | 62.93 | 43.72 | 63.78 | 83.10 | 77.79 | 42.39 | 8.76 | 16.45 |
| | г/л | 4.79 | 4.56 | 6.98 | 5.92 | 5.04 | 8.64 | 6.04 | 7.60 | 5.54 | 3.72 |
| Гузор | млн.м3. | 42.87 | 50.24 | 71.42 | 62.14 | 52.67 | 52.40 | 88.98 | 53.53 | 18.54 | 34.67 |
| | г/л | 8.62 | 8.55 | 9.49 | 9.20 | 8.20 | 7.72 | 7.94 | 9.02 | 7.52 | 6.36 |
| Нишон | млн.м3. | 280.94 | 270.64 | 213.80 | 259.27 | 203.56 | 226.93 | 154.41 | 122.88 | 73.50 | 100.86 |
| | г/л | 7.12 | 6.77 | 7.15 | 8.21 | 5.98 | 7.42 | 7.31 | 7.18 | 6.61 | 7.67 |
| Итого по области | млн.м3. | 2058.58 | 2044.21 | 1863.90 | 1621.30 | 1574.39 | 2123.49 | 2058.71 | 1365.27 | 1004.75 | 1597.33 |
| | г/л | 5.73 | 5.73 | 5.80 | 6.11 | 5.35 | 5.89 | 5.99 | 6.10 | 5.39 | 5.04 |

**Таблица 6.6.1.5.1.2 Наименование магистральных коллекторов с привязкой к районам**

| Наименование коллекторов | Общая протяженность, км | Наименование района | Протяженность, км | Средне-годовой расход, м3/с |
|---|---|---|---|---|
| Южный | 98.2 | Нишон | 23.3 | 4.7 |
| | | Миришкор | 74.9 | 41.9 |
| ЮК - 4 | 23.5 | Касби | 8.8 | 0.38 |
| | | Миришкор | 14.7 | 2.38 |
| ЮК - 5 | 33.6 | Карши | 4.9 | 1.25 |
| | | Миришкор | 15 | 3.64 |
| | | Касби | 13.7 | 2.38 |
| ЮК - 6 | 46.5 | Касби | 26 | 2.45 |
| | | Миришкор | 20.5 | 4.36 |
| БК | 10.2 | Касби | 5.8 | 0.28 |
| | | Миришкор | 4.4 | 0.77 |
| Дашт | 33.9 | Карши | 33.9 | 4.06 |
| Д - 13 | 21 | Нишон | 11.55 | 0.22 |
| | | Карши | 9.45 | 0.61 |
| ЮКЛ - 3 | 28.9 | Нишон | 28.9 | 1.71 |
| 6 - К - 3 (ЮКЛ - 2) | 9.85 | Нишон | 9.85 | 0.25 |
| СВ | 28.04 | Миришкор | 28.04 | 6.99 |
| СВ - 1 | 38.3 | Муборак | 19 | 1.05 |
| | | Миришкор | 19.3 | 1.66 |
| Главный (Рудасой) | 22.25 | Косон | 22.25 | 4.6 |
| СК | 43.9 | Косон | 43.9 | 4.32 |
| Сечанкул | 62 | Муборак | 29 | 1.26 |
| | | Миришкор | 33 | 3.19 |
| Айгиркул | 23.73 | Яккабог | 14.53 | 0.35 |
| | | Чирокчи | 9.2 | 0.88 |
| Шуртамсой | 12.12 | Карши | 12.12 | 0.37 |
| ЮК - 7 | 36.49 | Касби | 22.49 | 1.08 |
| | | Миришкор | 14 | 3.54 |
| ЮК - 8 | 26.2 | Касби | 17.5 | 0.37 |
| | | Миришкор | 8.7 | 1.17 |
| Тошкудук | 15.9 | Касби | 10.9 | 0.28 |
| | | Миришкор | 5 | 0.64 |
| Киллисой | 22.82 | Гузор | 22.82 | 1.08 |
| Д -2 | 18.9 | Гузор | 2.7 | 0.28 |
| | | Карши | 16.2 | 0.98 |

## 6.6.1.5.2 Глубина залегания и минерализация грунтовых вод Кашкадарьинской области

Глубина залегания грунтовых вод Кашкадарьинской области характеризуется табл. 6.6.1.5.2.1 и рис. 6.6.1.5.2.1

**Таблица 6.6.1.5.2.1 Уровень залегания грунтовых вод Кашкадарьинской области**

| Год | Месяц | Глубина залегания ГВ(м) | | | | | | Пл-дь с гл.залег. >2м |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 0-1 | 1-1,5 | 1,5-2 | 2-3 | 3-5 | > 5 | |
| 1990 | апр | 0.99 | 3.94 | 10.00 | 110.86 | 213.27 | 123.84 | 447.97 |
| | июль | 0.99 | 4.43 | 19.73 | 177.60 | 154.02 | 123.50 | 455.12 |
| | окт | 0.42 | 1.98 | 10.47 | 129.41 | 204.00 | 133.99 | 467.40 |
| 1991 | апр | 0.25 | 1.45 | 5.09 | 95.14 | 261.10 | 122.77 | 479.01 |
| | июль | 0.59 | 3.70 | 12.52 | 182.67 | 170.64 | 115.68 | 468.99 |
| | окт | 0.11 | 1.10 | 5.04 | 148.80 | 199.68 | 131.07 | 479.55 |
| 1992 | апр | 0.29 | 1.63 | 4.76 | 110.89 | 233.77 | 136.40 | 481.06 |
| | июль | 1.07 | 4.50 | 15.37 | 205.22 | 134.22 | 127.36 | 466.80 |
| | окт | 0.28 | 1.45 | 7.16 | 190.21 | 159.25 | 129.39 | 478.85 |
| 1993 | апр | 2.45 | 5.37 | 11.27 | 135.37 | 208.20 | 126.78 | 470.35 |
| | июль | 2.25 | 7.32 | 19.81 | 244.18 | 96.70 | 119.18 | 460.06 |
| | окт | 0.23 | 2.40 | 9.74 | 195.08 | 156.43 | 125.50 | 477.01 |
| 1994 | апр | 1.74 | 4.87 | 10.86 | 142.13 | 217.18 | 116.52 | 475.83 |
| | июль | 1.09 | 4.61 | 14.95 | 216.68 | 145.19 | 110.78 | 472.65 |
| | окт | 0.30 | 2.35 | 9.03 | 190.67 | 175.53 | 115.42 | 481.62 |
| 1995 | апр | 0.92 | 3.24 | 8.25 | 142.20 | 231.37 | 109.20 | 482.77 |
| | июль | 0.49 | 3.44 | 10.84 | 211.86 | 155.40 | 113.15 | 480.41 |
| | окт | 0.18 | 1.40 | 5.56 | 168.19 | 200.55 | 119.30 | 488.04 |
| 1996 | апр | 0.55 | 1.86 | 6.34 | 120.17 | 247.91 | 120.61 | 488.69 |
| | июль | 0.41 | 3.93 | 14.49 | 220.35 | 141.23 | 118.93 | 480.51 |
| | окт | 0.07 | 0.84 | 3.56 | 120.72 | 244.89 | 127.36 | 492.97 |
| 1997 | апр | 0.48 | 2.33 | 8.24 | 130.53 | 226.96 | 130.80 | 488.29 |
| | июль | 0.41 | 3.93 | 14.49 | 220.35 | 141.23 | 118.93 | 480.51 |
| | окт | 0.02 | 0.91 | 5.01 | 152.51 | 208.95 | 131.94 | 493.40 |
| 1998 | апр | 1.31 | 3.73 | 12.68 | 175.71 | 187.47 | 117.16 | 480.34 |
| | июль | 1.37 | 7.85 | 26.69 | 239.05 | 113.82 | 109.28 | 462.15 |
| | окт | 0.28 | 2.44 | 10.39 | 193.60 | 166.14 | 125.21 | 484.95 |
| 1999 | апр | 1.19 | 5.63 | 16.50 | 192.69 | 166.62 | 115.69 | 475.00 |
| | июль | 1.06 | 5.66 | 21.21 | 226.62 | 135.55 | 108.22 | 470.39 |
| | окт | 0.22 | 1.45 | 7.57 | 181.07 | 188.79 | 119.22 | 489.08 |
| 2000 | апр | 0.78 | 3.53 | 14.16 | 188.05 | 176.28 | 115.02 | 479.35 |
| | июль | 0.23 | 2.63 | 11.76 | 187.54 | 176.59 | 119.07 | 483.20 |
| | окт | 0.00 | 0.12 | 2.34 | 88.85 | 264.64 | 141.87 | 495.36 |

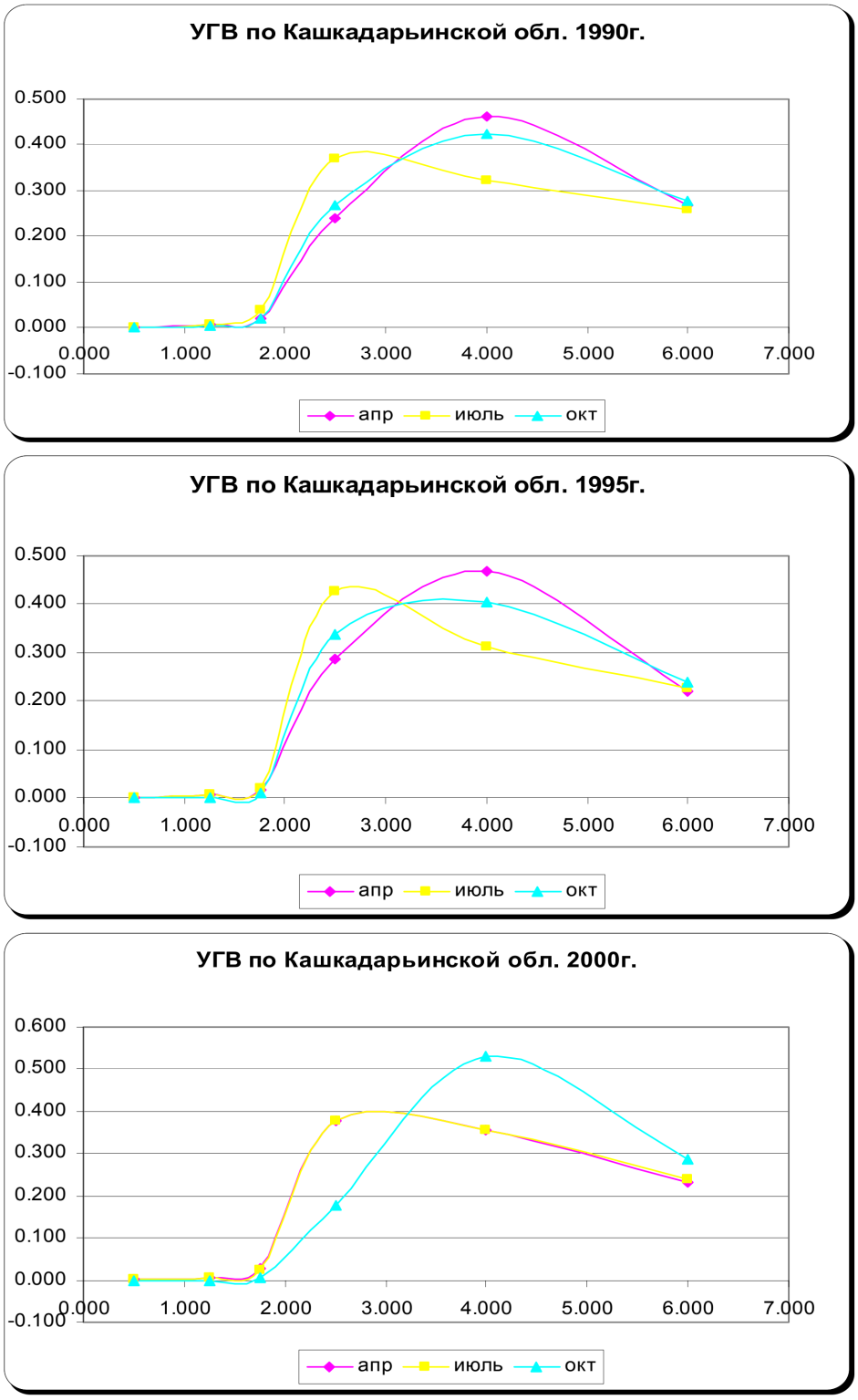



**Рис. 6.6.1.5.2.1 Графики глубины залегания грунтовых вод Кашкадарьинской области (в относительных единицах).**

Минерализация грунтовых вод характеризуется табл. 6.6.1.5.2.2 и рис. 6.6.1.5.2.2

**Таблица 6.6.1.5.2.2 Минерализация грунтовых вод Кашкадарьинской области (тыс км)**

| Год | Месяц | Минерализация грунтовых вод(г/л) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 0-1 | 1-3 | 3-5 | 5-10 | > 10 | Пл-дь МГВ, >3г/л |
| 1990 | апр | 94.11 | 118.69 | 149.80 | 84.67 | 15.63 | 250.10 |
| | июль | 93.34 | 147.89 | 122.14 | 104.48 | 12.42 | 239.04 |
| | окт | 99.42 | 121.91 | 163.14 | 83.80 | 12.00 | 258.94 |
| 1991 | апр | 90.91 | 107.32 | 175.62 | 92.85 | 19.10 | 287.57 |
| | июль | 91.67 | 131.38 | 158.40 | 88.53 | 15.82 | 262.75 |
| | окт | 97.81 | 158.42 | 144.49 | 72.80 | 12.28 | 229.57 |
| 1992 | апр | 95.88 | 110.98 | 170.43 | 98.18 | 12.27 | 280.88 |
| | июль | 95.03 | 142.27 | 159.68 | 80.71 | 10.05 | 250.44 |
| | окт | 98.27 | 130.06 | 166.94 | 63.65 | 8.82 | 239.41 |
| 1993 | апр | 96.08 | 110.19 | 182.60 | 90.68 | 9.89 | 283.17 |
| | июль | 94.48 | 122.70 | 179.61 | 84.08 | 8.57 | 272.26 |
| | окт | 96.36 | 132.50 | 177.44 | 75.93 | 7.20 | 260.57 |
| 1994 | апр | 93.30 | 122.14 | 172.12 | 99.46 | 6.28 | 277.86 |
| | июль | 95.13 | 125.61 | 181.37 | 83.44 | 7.75 | 272.56 |
| | окт | 90.33 | 157.12 | 173.23 | 63.87 | 8.75 | 245.85 |
| 1995 | апр | 94.93 | 110.73 | 190.04 | 92.17 | 7.31 | 289.52 |
| | июль | 94.53 | 130.05 | 158.83 | 101.21 | 10.56 | 270.60 |
| | окт | 94.50 | 158.43 | 178.32 | 59.55 | 4.38 | 242.25 |
| 1996 | апр | 96.57 | 101.87 | 191.53 | 101.01 | 6.46 | 299.00 |
| | июль | 99.30 | 118.58 | 175.69 | 97.27 | 6.60 | 279.56 |
| | окт | 96.66 | 134.83 | 192.39 | 68.63 | 4.86 | 265.88 |
| 1997 | апр | 96.15 | 123.71 | 202.98 | 71.51 | 4.99 | 279.48 |
| | июль | 99.04 | 123.03 | 179.90 | 91.25 | 6.12 | 277.27 |
| | окт | 96.11 | 123.55 | 175.45 | 98.17 | 6.06 | 279.68 |
| 1998 | апр | 95.91 | 125.27 | 183.42 | 87.66 | 5.80 | 276.88 |
| | июль | 98.31 | 120.26 | 183.19 | 91.37 | 5.93 | 280.49 |
| | окт | 97.43 | 124.22 | 182.75 | 88.47 | 7.19 | 278.41 |
| 1999 | апр | 95.40 | 83.68 | 213.20 | 99.05 | 6.99 | 319.24 |
| | июль | 93.18 | 102.55 | 187.73 | 107.84 | 7.02 | 302.59 |
| | окт | 99.25 | 104.23 | 175.36 | 113.50 | 5.98 | 294.84 |
| 2000 | апр | 99.19 | 126.62 | 176.56 | 90.51 | 4.94 | 272.01 |
| | июль | 97.61 | 124.48 | 179.41 | 93.23 | 2.79 | 275.43 |
| | окт | 101.47 | 175.72 | 179.87 | 41.24 | 3.62 | 224.73 |

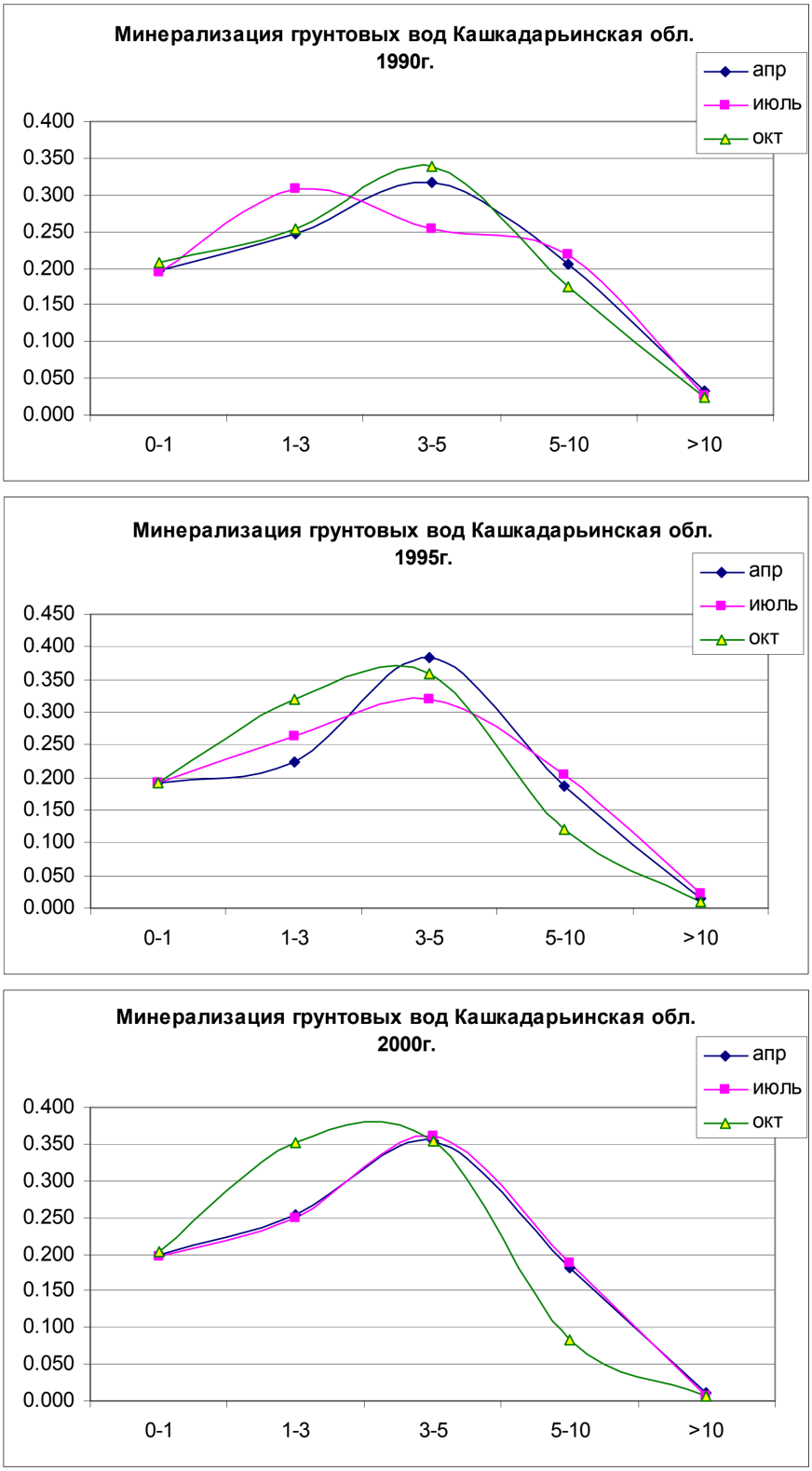



**Рис. 6.6.1.5.2.2 Диаграммы минерализации грунтовых вод Кашкадарьинской области (в относительных единицах)**

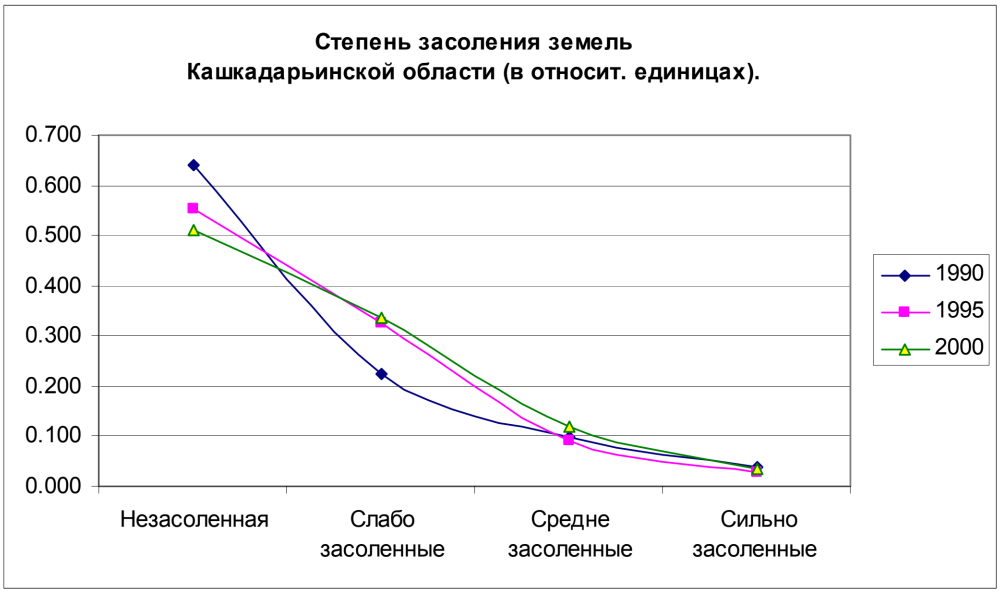
### 6.6.1.5.3 Засоление земель

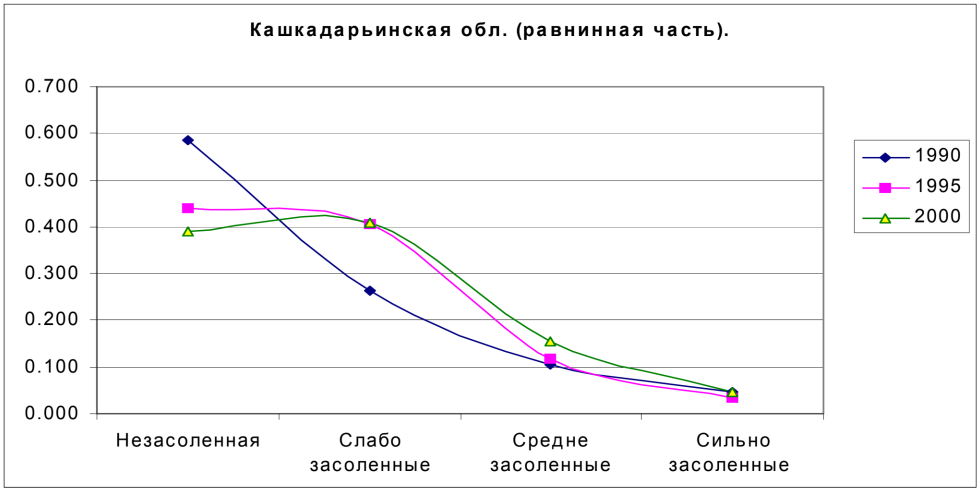
В последние годы в связи с отсутствием промывного режима орошения, повышением минерализации грунтовых вод, подъемом уровня грунтовых вод выше допустимого, наблюдается засоление почв за счет как притока солей с оросительной водой, так и грунтовыми водами.

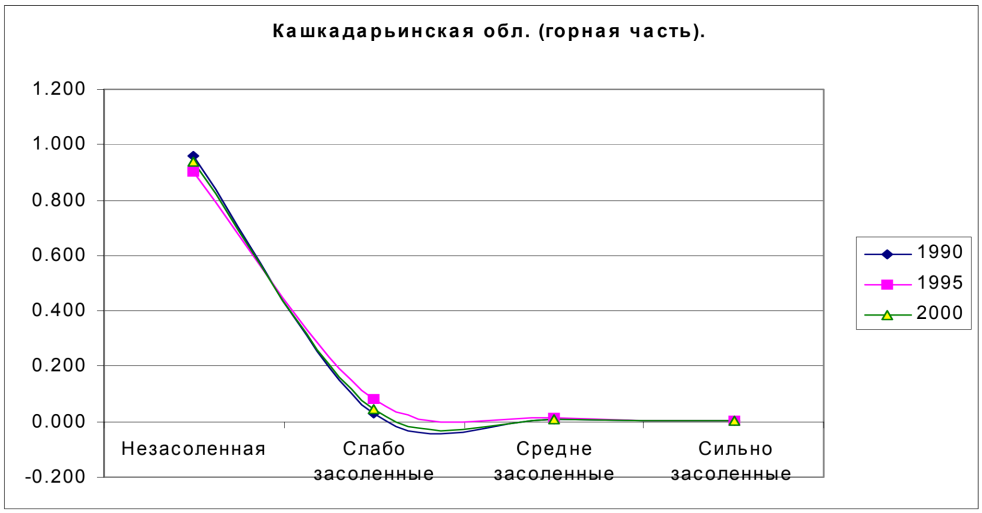
Изменение по степеням засоления почв за 1990-2000 г. иллюстрируется табл. 6.6.1.5.3.1 и рис. 6.6.1.5.3.1.

**Таблица 6.6.1.5.3.1 Распределение почв Кашкадарьинской области по степени засоления (тыс. га)**

| Годы | Орошаемая площадь | Незасоленная | По степени засоления | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | Слабо засоленные | Средне засоленные | Сильно засоленные |
| 1990 | 485.800 | 313.611 | 109.209 | 44.681 | 18.299 |
| 1991 | 487.730 | 307.656 | 118.130 | 45.258 | 16.686 |
| 1992 | 489.437 | 298.048 | 129.959 | 43.684 | 17.746 |
| 1993 | 493.289 | 285.832 | 147.343 | 45.502 | 14.612 |
| 1994 | 495.178 | 273.840 | 161.417 | 46.505 | 13.416 |
| 1995 | 497.445 | 275.104 | 162.784 | 45.844 | 13.713 |
| 1996 | 499.339 | 275.867 | 160.850 | 48.436 | 14.186 |
| 1997 | 498.062 | 273.521 | 160.302 | 49.910 | 14.329 |
| 1998 | 498.318 | 265.802 | 163.480 | 54.043 | 14.993 |
| 1999 | 497.825 | 259.114 | 168.212 | 54.625 | 15.874 |
| 2000 | 497.720 | 255.865 | 164.138 | 59.568 | 18.149 |





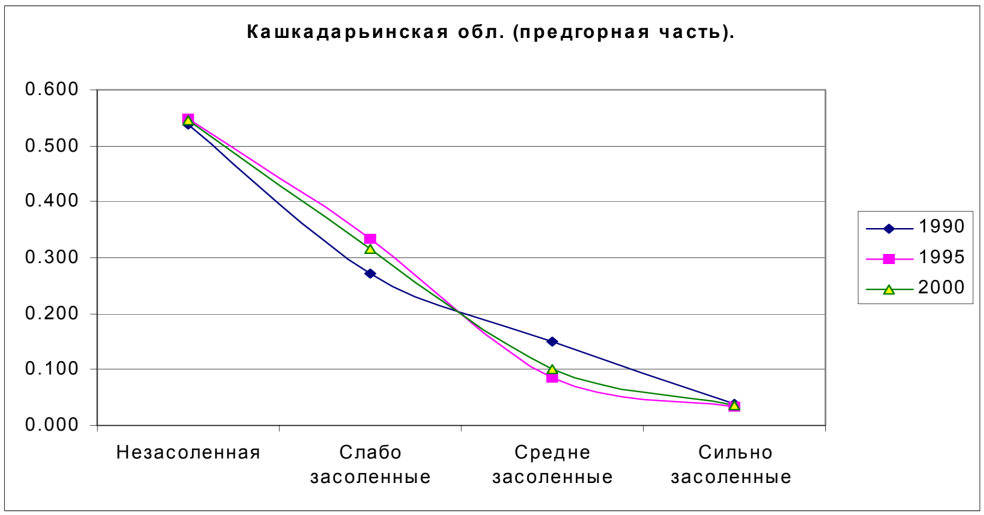




**Рис. 6.6.1.5.3.1 Распределение орошаемых площадей по степени засоления (все диаграммы выполнены в относительных единицах)**

**Таблица 6.6.1.5.3.2 Распределение почв районов Каршинской области по степени засоления**

| Гузарский район | | | | |
|---|---|---|---|---|
| *Степень засоления* | *1990* | *1995* | *2000* | *Разница* |
| *Незасоленная* | 0.393 | 0.313 | 0.305 | -0.088 |
| *Слабо засоленные* | 0.378 | 0.509 | 0.481 | 0.103 |
| *Средне засоленные* | 0.171 | 0.128 | 0.161 | -0.011 |
| *Сильно засоленные* | 0.058 | 0.050 | 0.053 | -0.004 |
| Дехканабадский район | | | | |
| *Степень засоления* | *1990* | *1995* | *2000* | *Разница* |
| *Незасоленная* | 0.908 | 0.788 | 0.823 | -0.084 |
| *Слабо засоленные* | 0.053 | 0.156 | 0.112 | 0.059 |
| *Средне засоленные* | 0.040 | 0.056 | 0.043 | 0.003 |
| *Сильно засоленные* | 0.000 | 0.000 | 0.022 | 0.022 |
| Каршинский район | | | | |
| *Степень засоления* | *1990* | *1995* | *2000* | *Разница* |
| *Незасоленная* | 0.553 | 0.398 | 0.326 | -0.227 |
| *Слабо засоленные* | 0.284 | 0.443 | 0.450 | 0.166 |
| *Средне засоленные* | 0.117 | 0.124 | 0.171 | 0.055 |
| *Сильно засоленные* | 0.047 | 0.035 | 0.053 | 0.007 |
| Касанский район | | | | |
| *Степень засоления* | *1990* | *1995* | *2000* | *Разница* |
| *Незасоленная* | 0.442 | 0.392 | 0.329 | -0.113 |
| *Слабо засоленные* | 0.348 | 0.422 | 0.447 | 0.100 |
| *Средне засоленные* | 0.131 | 0.131 | 0.167 | 0.036 |
| *Сильно засоленные* | 0.079 | 0.054 | 0.057 | -0.022 |
| Камашинский район | | | | |
| *Степень засоления* | *1990* | *1995* | *2000* | *Разница* |
| *Незасоленная* | 0.417 | 0.548 | 0.521 | 0.104 |
| *Слабо засоленные* | 0.280 | 0.290 | 0.311 | 0.030 |
| *Средне засоленные* | 0.245 | 0.116 | 0.116 | -0.129 |
| *Сильно засоленные* | 0.058 | 0.047 | 0.052 | -0.006 |
| Китабский район | | | | |
| *Степень засоления* | *1990* | *1995* | *2000* | *Разница* |
| *Незасоленная* | 0.996 | 0.908 | 0.986 | -0.011 |
| *Слабо засоленные* | 0.004 | 0.083 | 0.014 | 0.011 |
| *Средне засоленные* | 0.000 | 0.009 | 0.000 | 0.000 |
| *Сильно засоленные* | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

**Продолжение таблицы 6.6.1.5.3.2**

| Миришкарский район | | | | |
|---|---|---|---|---|
| *Степень засоления* | *1990* | *1995* | *2000* | *Разница* |
| *Незасоленная* | 0.703 | 0.550 | 0.500 | -0.203 |
| *Слабо засоленные* | 0.199 | 0.367 | 0.364 | 0.165 |
| *Средне засоленные* | 0.071 | 0.071 | 0.114 | 0.043 |
| *Сильно засоленные* | 0.028 | 0.012 | 0.021 | -0.006 |
| Мубарекский район | | | | |
| *Степень засоления* | *1990* | *1995* | *2000* | *Разница* |
| *Незасоленная* | 0.329 | 0.291 | 0.207 | -0.122 |
| *Слабо засоленные* | 0.376 | 0.476 | 0.483 | 0.107 |
| *Средне засоленные* | 0.191 | 0.172 | 0.197 | 0.006 |
| *Сильно засоленные* | 0.104 | 0.061 | 0.113 | 0.009 |
| Нишанскийский район | | | | |
| *Степень засоления* | *1990* | *1995* | *2000* | *Разница* |
| *Незасоленная* | 0.706 | 0.462 | 0.448 | -0.259 |
| *Слабо засоленные* | 0.175 | 0.391 | 0.360 | 0.185 |
| *Средне засоленные* | 0.095 | 0.120 | 0.158 | 0.063 |
| *Сильно засоленные* | 0.024 | 0.028 | 0.034 | 0.010 |
| Касбинский район | | | | |
| *Степень засоления* | *1990* | *1995* | *2000* | *Разница* |
| *Незасоленная* | 0.681 | 0.519 | 0.473 | -0.208 |
| *Слабо засоленные* | 0.248 | 0.356 | 0.376 | 0.128 |
| *Средне засоленные* | 0.054 | 0.111 | 0.136 | 0.082 |
| *Сильно засоленные* | 0.017 | 0.015 | 0.015 | -0.002 |
| Чиракчинский район | | | | |
| *Степень засоления* | *1990* | *1995* | *2000* | *Разница* |
| *Незасоленная* | 0.784 | 0.816 | 0.850 | 0.066 |
| *Слабо засоленные* | 0.166 | 0.178 | 0.133 | -0.033 |
| *Средне засоленные* | 0.046 | 0.005 | 0.016 | -0.030 |
| *Сильно засоленные* | 0.005 | 0.000 | 0.002 | -0.003 |
| Шахрисябзский район | | | | |
| *Степень засоления* | *1990* | *1995* | *2000* | *Разница* |
| *Незасоленная* | 0.997 | 0.933 | 0.951 | -0.047 |
| *Слабо засоленные* | 0.003 | 0.053 | 0.047 | 0.045 |
| *Средне засоленные* | 0.000 | 0.014 | 0.002 | 0.002 |
| *Сильно засоленные* | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 |

| Яккабагский район | | | | |
|---|---|---|---|---|
| *Степень засоления* | *1990* | *1995* | *2000* | *Разница* |
| *Незасоленная* | 0.917 | 0.898 | 0.928 | 0.010 |
| *Слабо засоленные* | 0.062 | 0.084 | 0.051 | -0.011 |
| *Средне засоленные* | 0.014 | 0.014 | 0.019 | 0.005 |
| *Сильно засоленные* | 0.007 | 0.004 | 0.002 | -0.005 |

**Продолжение таблицы 6.6.1.5.3.2**

| Кашкадарьинская область | | | | |
|---|---|---|---|---|
| *Степень засоления* | *1990* | *1995* | *2000* | *Разница* |
| *Незасоленная* | 0.639 | 0.553 | 0.511 | -0.128 |
| *Слабо засоленные* | 0.225 | 0.327 | 0.334 | 0.110 |
| *Средне засоленные* | 0.098 | 0.092 | 0.119 | 0.021 |
| *Сильно засоленные* | 0.038 | 0.028 | 0.036 | -0.002 |

| Кашкадарьинская обл. (равнинная часть). | | | | |
|---|---|---|---|---|
| *Степень засоления* | *1990* | *1995* | *2000* | *Разница* |
| *Незасоленная* | 0.584 | 0.441 | 0.390 | -0.194 |
| *Слабо засоленные* | 0.263 | 0.406 | 0.410 | 0.147 |
| *Средне засоленные* | 0.106 | 0.119 | 0.154 | 0.049 |
| *Сильно засоленные* | 0.047 | 0.034 | 0.045 | -0.002 |

| Кашкадарьинская обл. (горная часть). | | | | |
|---|---|---|---|---|
| *Степень засоления* | *1990* | *1995* | *2000* | *Разница* |
| *Незасоленная* | 0.960 | 0.902 | 0.940 | -0.019 |
| *Слабо засоленные* | 0.029 | 0.081 | 0.046 | 0.017 |
| *Средне засоленные* | 0.008 | 0.016 | 0.011 | 0.003 |
| *Сильно засоленные* | 0.003 | 0.002 | 0.002 | 0.000 |

| Кашкадарьинская обл. (предгорная часть). | | | | |
|---|---|---|---|---|
| *Степень засоления* | *1990* | *1995* | *2000* | *Разница* |
| *Незасоленная* | 0.538 | 0.548 | 0.546 | 0.008 |
| *Слабо засоленные* | 0.273 | 0.333 | 0.316 | 0.043 |
| *Средне засоленные* | 0.150 | 0.086 | 0.101 | -0.049 |
| *Сильно засоленные* | 0.039 | 0.033 | 0.037 | -0.002 |

Из предлагаемых таблиц и рисунков, видно, что районы Кашкадарьинской области делятся на три группы: горная, предгорная и равнинная. Для горной части характерно наличие до 94 % незасоленных, 4 % - слабозасоленных, 1 % - среднезасоленных и менее 1 % сильнозасоленных почв. Для предгорной части Кашкадарьинской области характерно: до 54 % незасоленных, 32 % - слабозасоленных, 10 % - среднезасоленных и менее 4 % сильнозасоленных почв. Равнинная часть характеризуется наличием до 39 % незасоленных, 41 % - слабозасоленных, 15

% - среднезасоленных и 5 % - сильнозасоленных почв. Исходя из этого можно сделать вывод, что наиболее тяжелая ситуация в районах равнинной части Кашкадарьинской области.

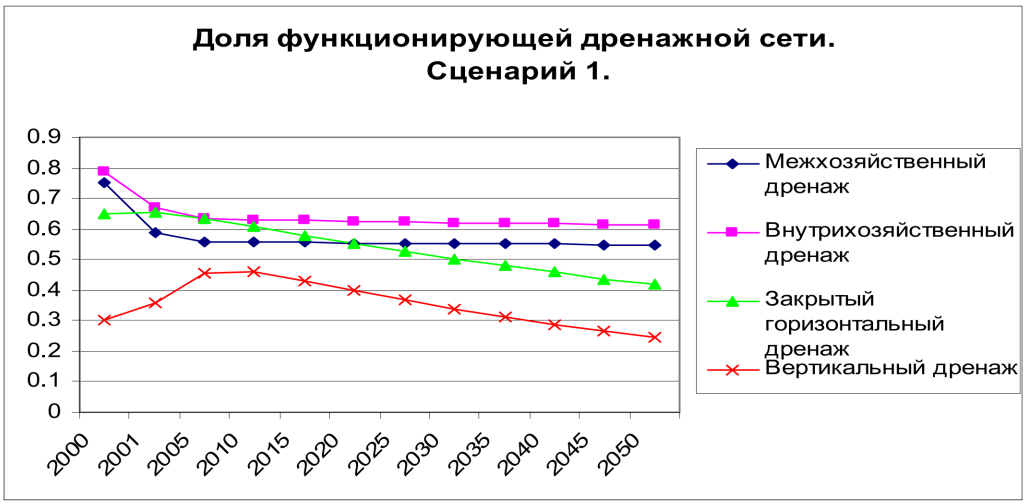
## 6.6.2 Моделирование и прогноз

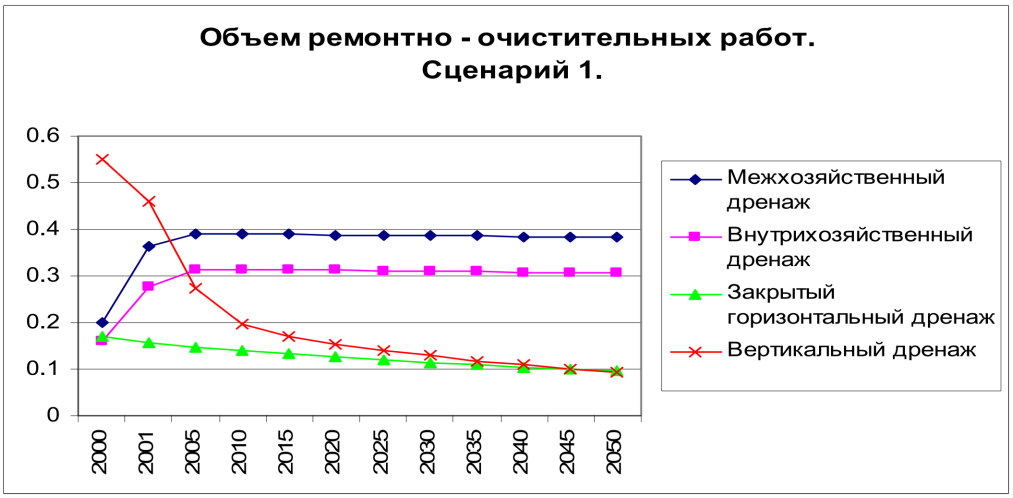
### 6.6.2.1 Основные параметры территории орошения

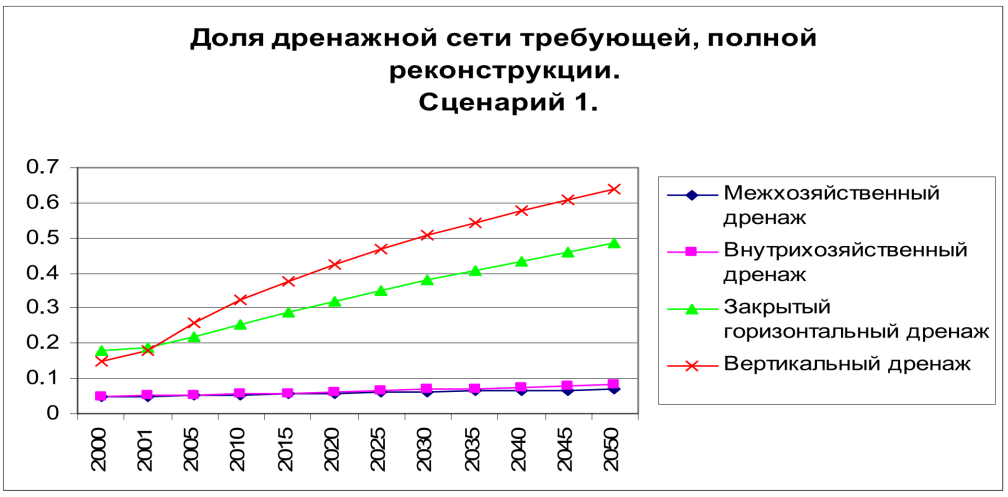
**Таблица 6.6.2.1**

| Годы | 1970 | 1975 | 1980 | 1985 | 1990 | 1995 | 2000 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Орошаемая площадь, тыс. га | 176,5 | 238,5 | 348,9 | 433,8 | 490,3 | 497,4 | 497,8 |
| Дренируемая площадь, тыс.га | 39 | 62 | 72,2 | 251,5 | 268,4 | 301,4 | 303,7 |
| Протяженность дренажа, км | | | | | | | |
| __Магистральные коллектора | 439 | 527 | 561 | 602 | 707 | 747 | 747 |
| Межхозяйственный открытый дренаж | 530 | 775 | 775 | 1229 | 2007 | 2105 | 2560 |
| Внутрихозяйственный откр. дренаж | 595 | 660 | 879 | 1848 | 4353 | 4557 | 4549 |
| __Закрытый горизонтальный дренаж | 75 | 1154 | 1224 | 3136 | 6573 | 7066 | 6811 |
| Сумма протяжен.(МК, МОД, ВОД, ЗГД) | 1639 | 3116 | 3439 | 6815 | 13639 | 14475 | 14667 |
| Удельная протяженность дренажа, м/га | 42,03 | 50,26 | 47,64 | 27,1 | 50,82 | 48,03 | 48,29 |
| Кол-во скважин вертикального дрен. | 0 | 0 | 134 | 0 | 508 | 512 | 461 |
| Объем откачки, млн.м$^3$ | 0 | 0 | 24 | 0 | 176 | 22 | 52 |
| Водозабор на орошение, млн.м$^3$ | 1118 | 2666 | 3657 | 5927 | 5255 | 5355 | 4823 |
| Минерализация орсительной воды,г/л | 1,5 | 2,6 | 1,78 | 1,53 | 1,06 | 0,91 | 0,99 |
| Приток солей, тыс.т | 1677 | 6932 | 6509 | 9069 | 5570 | 4873 | 4775 |
| Удельная водоподача, тыс. м$^3$/га | 6,33 | 11,18 | 10,48 | 13,66 | 10,72 | 10,77 | 9,69 |
| Требования с/хоз. культур, тыс.м$^3$/га | | | | | | | |
| ___Нетто на поле | 7,64 | 7,6 | 7,63 | 7,7 | 7,76 | 7,37 | 6,98 |
| ___Брутто на поле | 8,49 | 8,44 | 8,48 | 8,55 | 8,62 | 8,19 | 7,76 |
| ___Брутто из реки | 13,47 | 13,19 | 12,29 | 12,22 | 12,15 | 12,04 | 11,93 |
| Коллекторный сток, млн.м$^3$/год | | | | | | | |
| ___Общий дренажный сток | 153 | 848 | 1677 | 2225 | 1382 | 1864 | 1365 |
| ___Чистый дренажный сток | 83 | 677 | 1301 | 1395 | 636 | 1136 | 738 |
| Минерализация общего стока, г/л | 10 | 10,5 | 6,5 | 6,5 | 6,8 | 5,8 | 6,1 |
| Минерализация дренажного стока, г/л | 17,13 | 12,5 | 7,86 | 9,46 | 13,54 | 8,93 | 10,44 |
| Общий вынос солей, тыс.т/год | 1534 | 8903 | 10898 | 14459 | 9396 | 10814 | 8328 |
| Доля дренажного стока от водозабора,% | 13,72 | 31,8 | 45,85 | 37,53 | 26,3 | 34,82 | 28,31 |
| Дренажный модуль, л/сек/га | 0,07 | 0,35 | 0,57 | 0,18 | 0,08 | 0,12 | 0,08 |
| КПД оросительной системы | 0,63 | 0,64 | 0,69 | 0,7 | 0,71 | 0,68 | 0,65 |

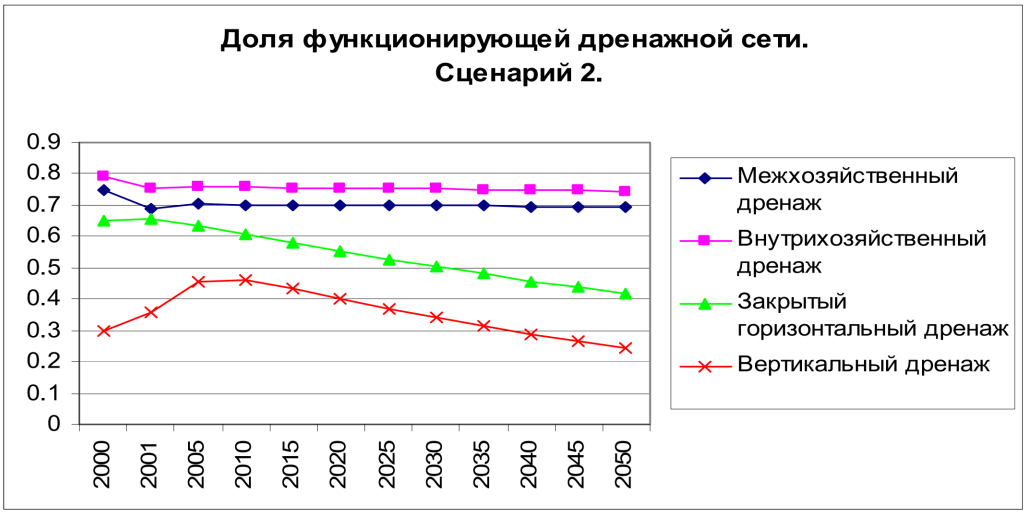
## Сценарий 1

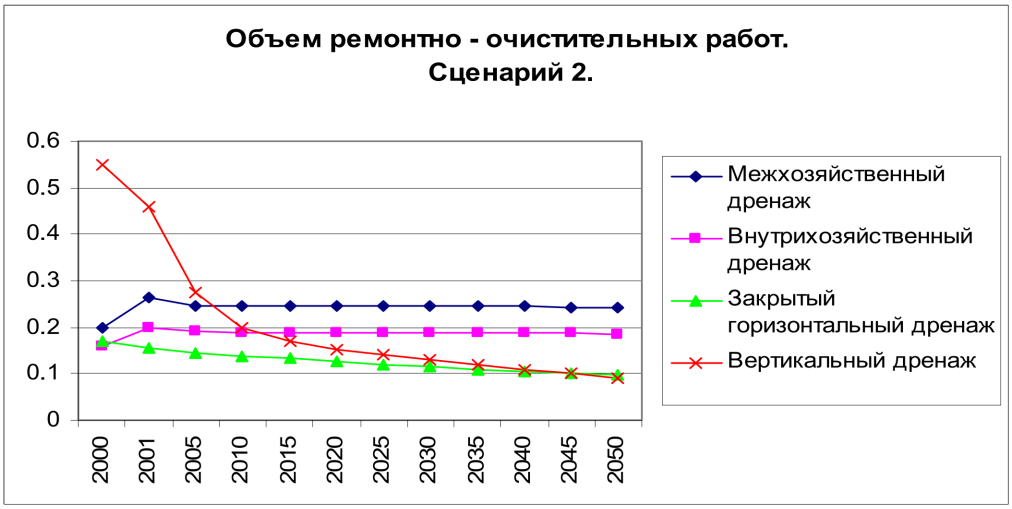

Доля функционирующей дренажной сети.
Сценарий 1.
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0
2000
2001
2005
2010
2015
2020
2025
2030
2035
2040
2045
2050
Межхозяйственный дренаж
Внутрихозяйственный дренаж
Закрытый горизонтальный дренаж
Вертикальный дренаж

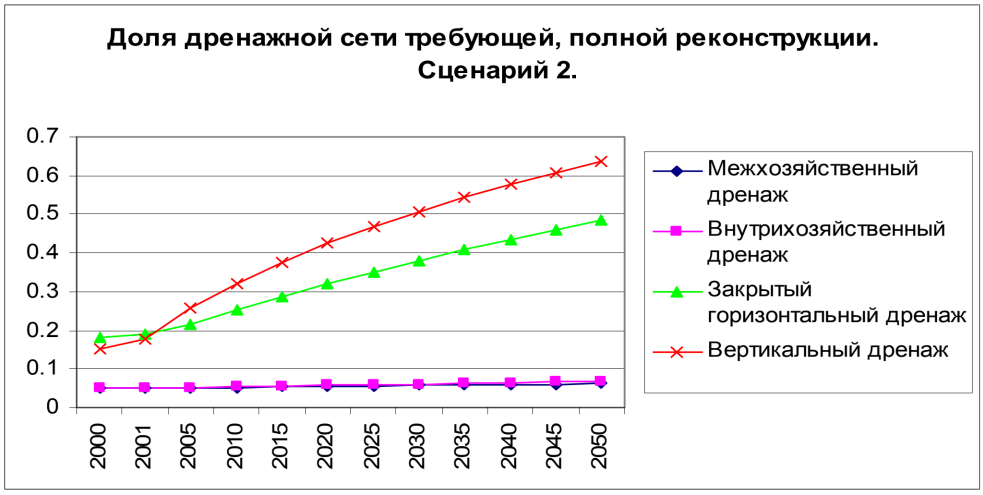

Объем ремонтно - очистительных работ.
Сценарий 1.
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0
2000
2001
2005
2010
2015
2020
2025
2030
2035
2040
2045
2050
Межхозяйственный дренаж
Внутрихозяйственный дренаж
Закрытый горизонтальный дренаж
Вертикальный дренаж


Доля дренажной сети требующей, полной реконструкции.
Сценарий 1.
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0
2000
2001
2005
2010
2015
2020
2025
2030
2035
2040
2045
2050
Межхозяйственный дренаж
Внутрихозяйственный дренаж
Закрытый горизонтальный дренаж
Вертикальный дренаж

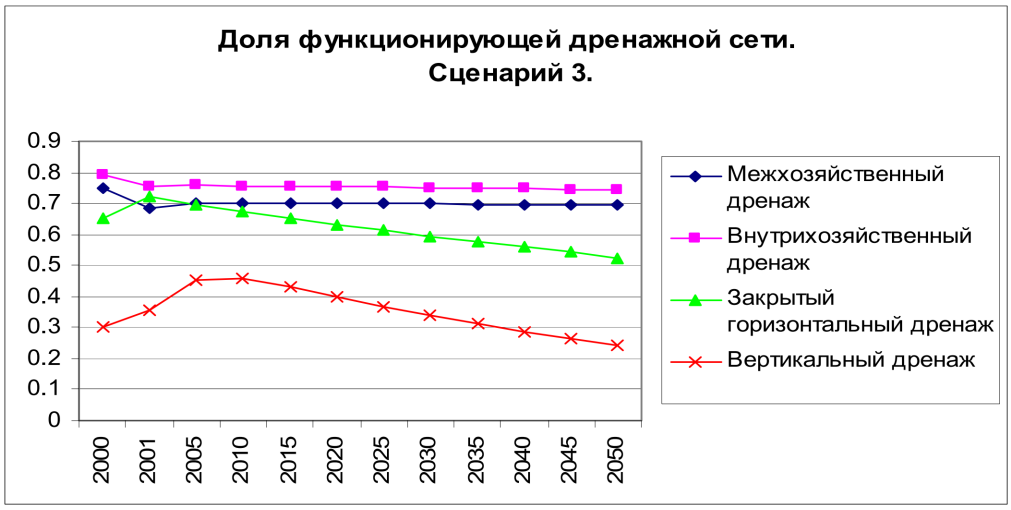
## Сценарий 2

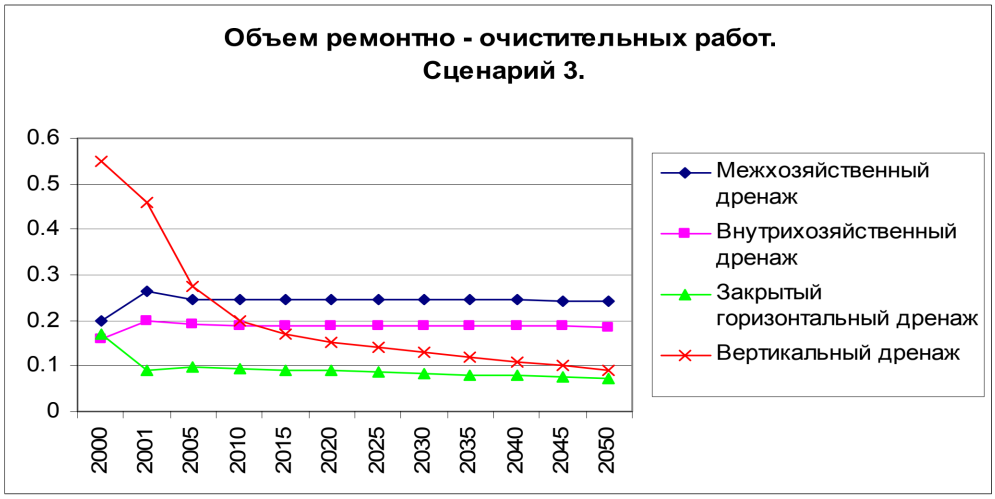

Доля функционирующей дренажной сети.
Сценарий 2.
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0
2000
2001
2005
2010
2015
2020
2025
2030
2035
2040
2045
2050
Межхозяйственный дренаж
Внутрихозяйственный дренаж
Закрытый горизонтальный дренаж
Вертикальный дренаж

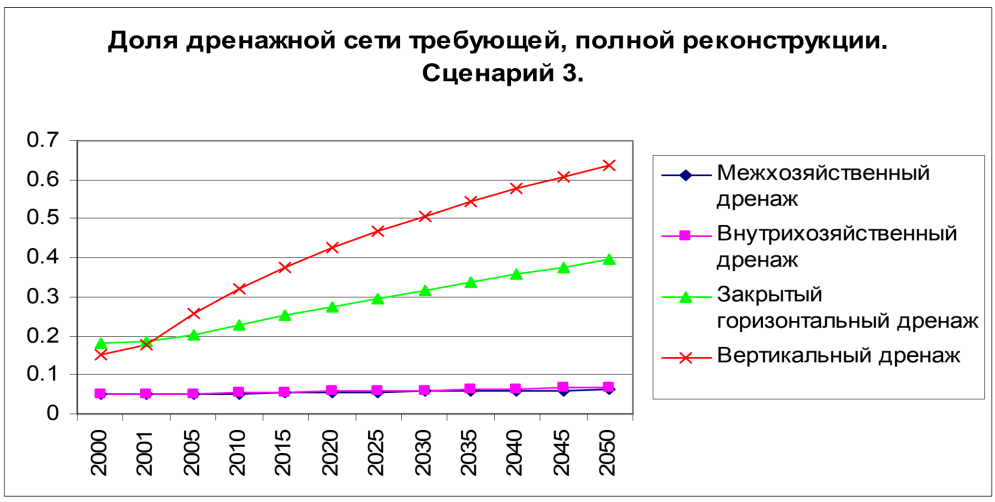

Объем ремонтно - очистительных работ.
Сценарий 2.
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0
2000
2001
2005
2010
2015
2020
2025
2030
2035
2040
2045
2050
Межхозяйственный дренаж
Внутрихозяйственный дренаж
Закрытый горизонтальный дренаж
Вертикальный дренаж


Доля дренажной сети требующей, полной реконструкции.
Сценарий 2.
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0
2000
2001
2005
2010
2015
2020
2025
2030
2035
2040
2045
2050
Межхозяйственный дренаж
Внутрихозяйственный дренаж
Закрытый горизонтальный дренаж
Вертикальный дренаж

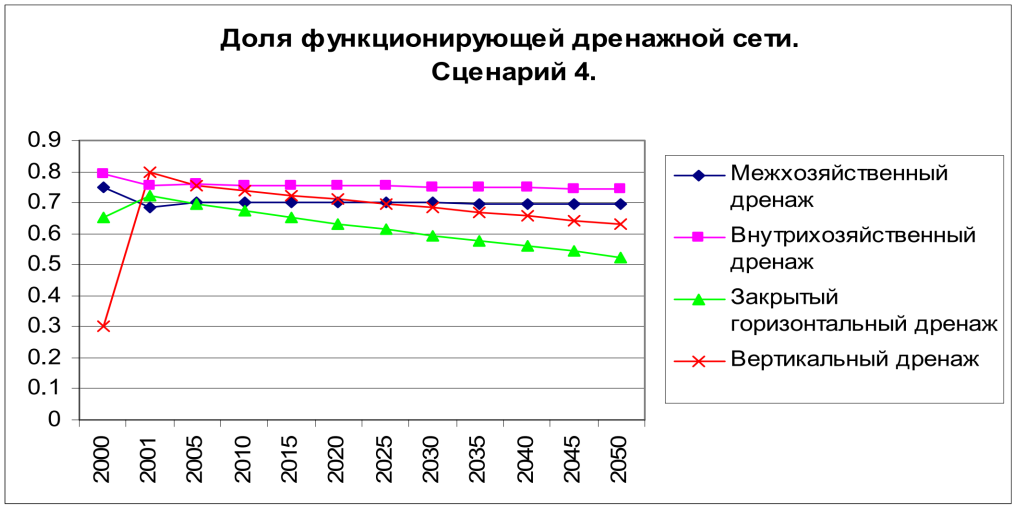
## Сценарий 3

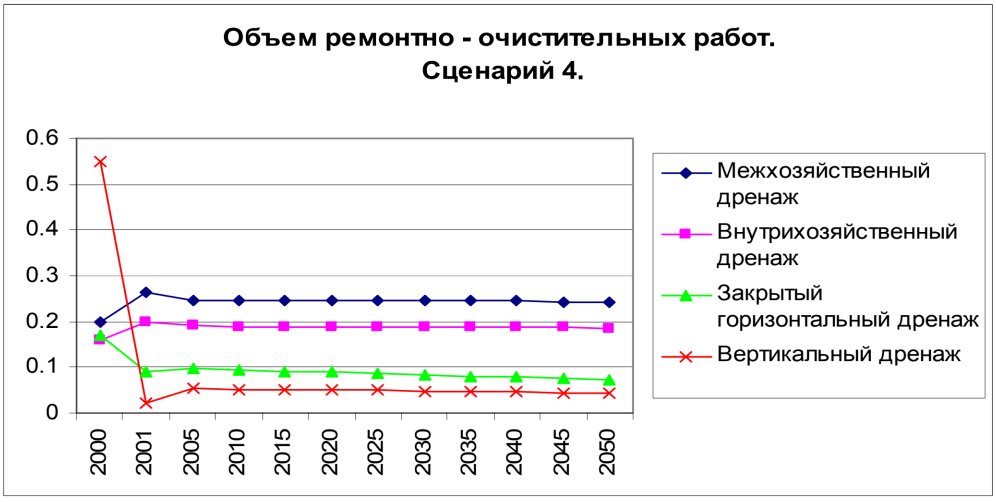

Доля функционирующей дренажной сети.
Сценарий 3.
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0
2000
2001
2005
2010
2015
2020
2025
2030
2035
2040
2045
2050
Межхозяйственный дренаж
Внутрихозяйственный дренаж
Закрытый горизонтальный дренаж
Вертикальный дренаж

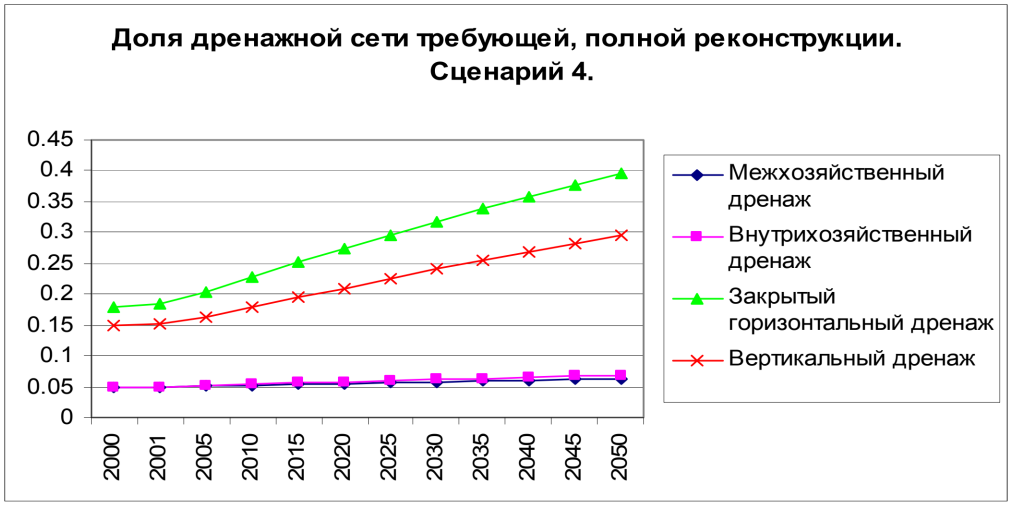

Объем ремонтно - очистительных работ.
Сценарий 3.
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0
2000
2001
2005
2010
2015
2020
2025
2030
2035
2040
2045
2050
Межхозяйственный дренаж
Внутрихозяйственный дренаж
Закрытый горизонтальный дренаж
Вертикальный дренаж


Доля дренажной сети требующей, полной реконструкции.
Сценарий 3.
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0
2000
2001
2005
2010
2015
2020
2025
2030
2035
2040
2045
2050
Межхозяйственный дренаж
Внутрихозяйственный дренаж
Закрытый горизонтальный дренаж
Вертикальный дренаж

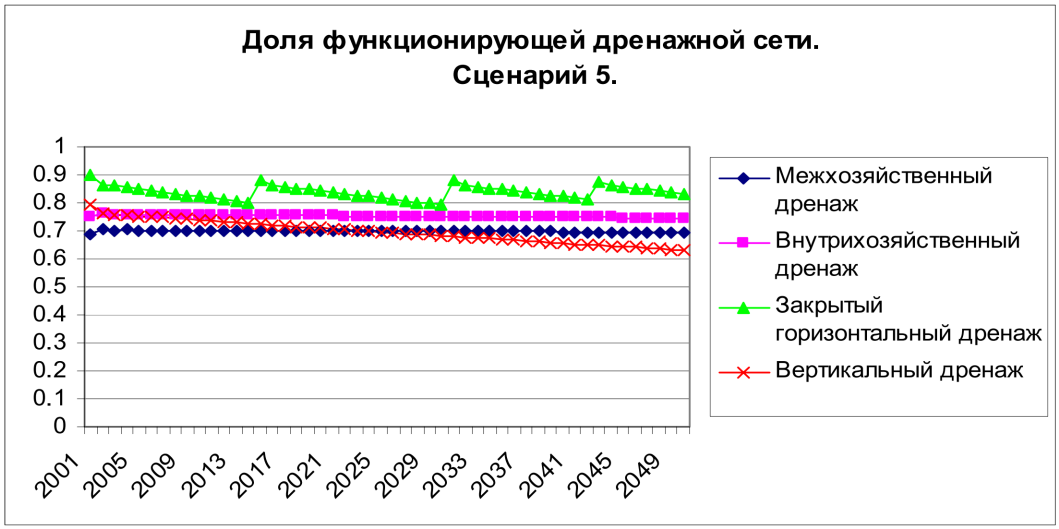
## Сценарий 4

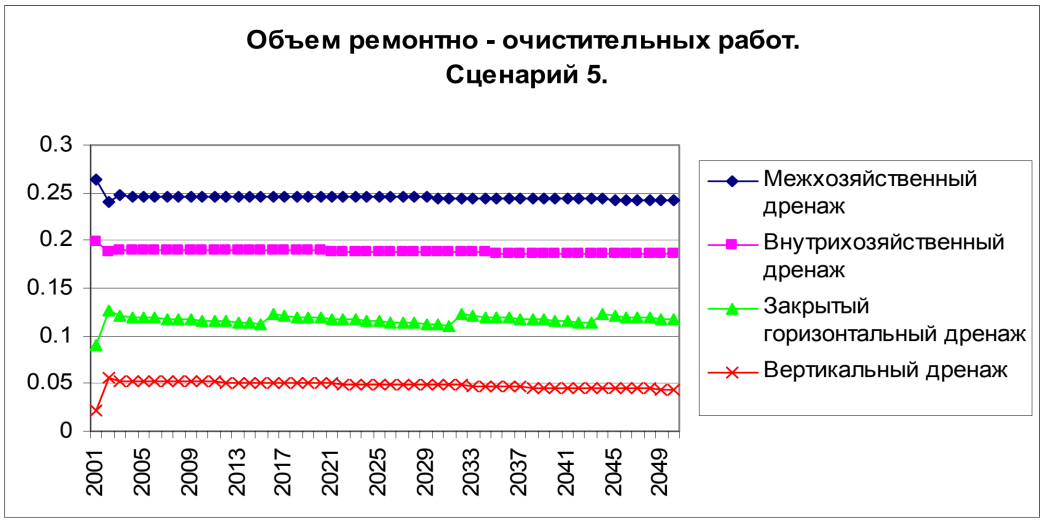

Доля функционирующей дренажной сети.
Сценарий 4.
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0
2000
2001
2005
2010
2015
2020
2025
2030
2035
2040
2045
2050
Межхозяйственный дренаж
Внутрихозяйственный дренаж
Закрытый горизонтальный дренаж
Вертикальный дренаж

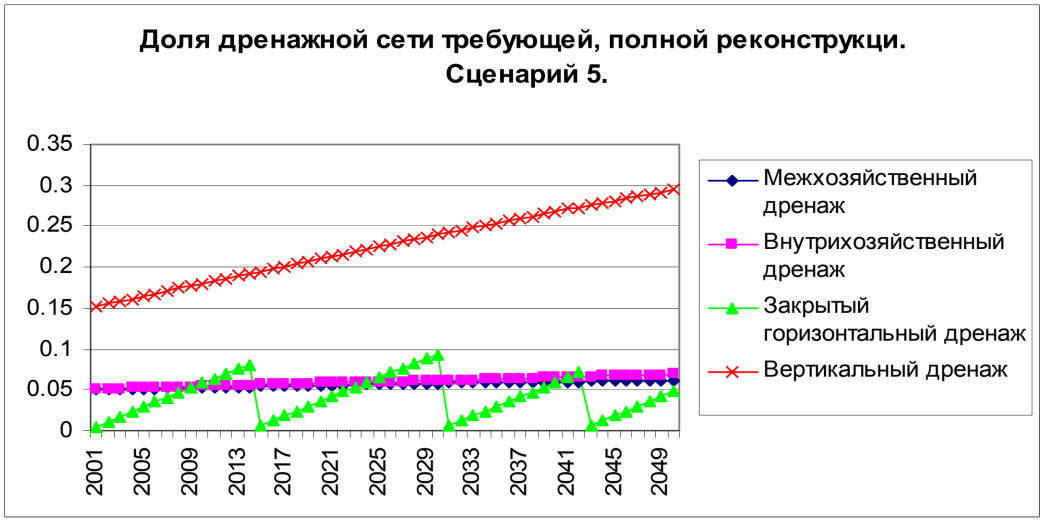

Объем ремонтно - очистительных работ.
Сценарий 4.
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0
2000
2001
2005
2010
2015
2020
2025
2030
2035
2040
2045
2050
Межхозяйственный дренаж
Внутрихозяйственный дренаж
Закрытый горизонтальный дренаж
Вертикальный дренаж

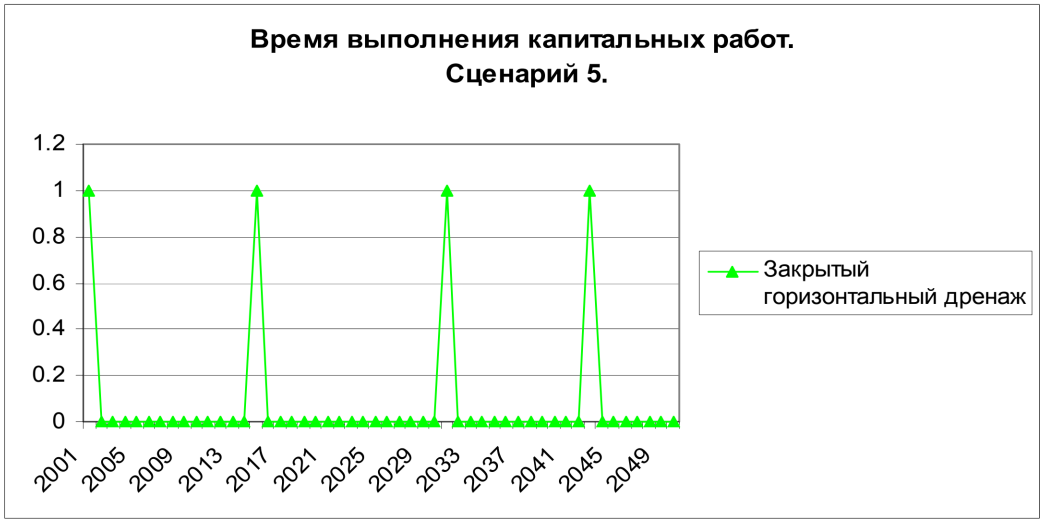

Доля дренажной сети требующей, полной реконструкции.
Сценарий 4.
0.45
0.4
0.35
0.3
0.25
0.2
0.15
0.1
0.05
0
2000
2001
2005
2010
2015
2020
2025
2030
2035
2040
2045
2050
Межхозяйственный дренаж
Внутрихозяйственный дренаж
Закрытый горизонтальный дренаж
Вертикальный дренаж

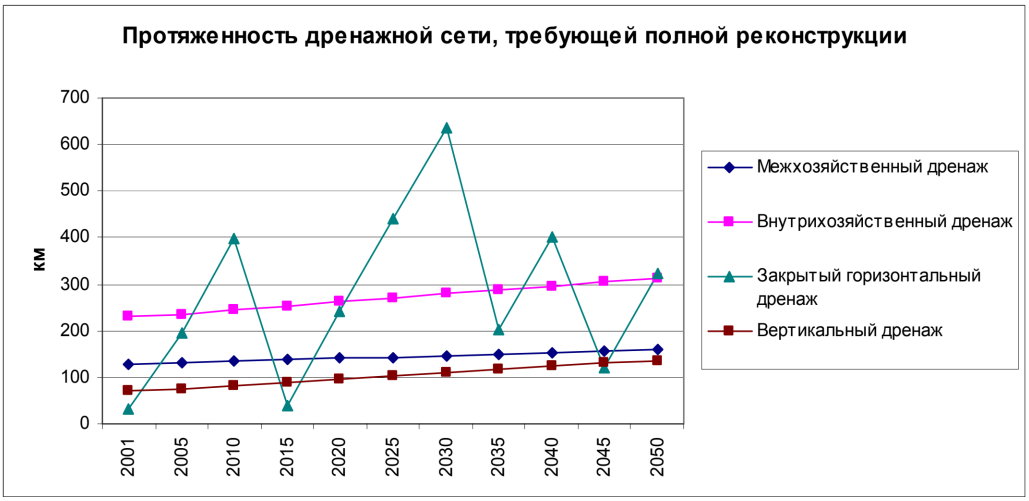
## Сценарий 5


Доля функционирующей дренажной сети.
Сценарий 5.
1
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0
2001
2005
2009
2013
2017
2021
2025
2029
2033
2037
2041
2045
2049
Межхозяйственный дренаж
Внутрихозяйственный дренаж
Закрытый горизонтальный дренаж
Вертикальный дренаж

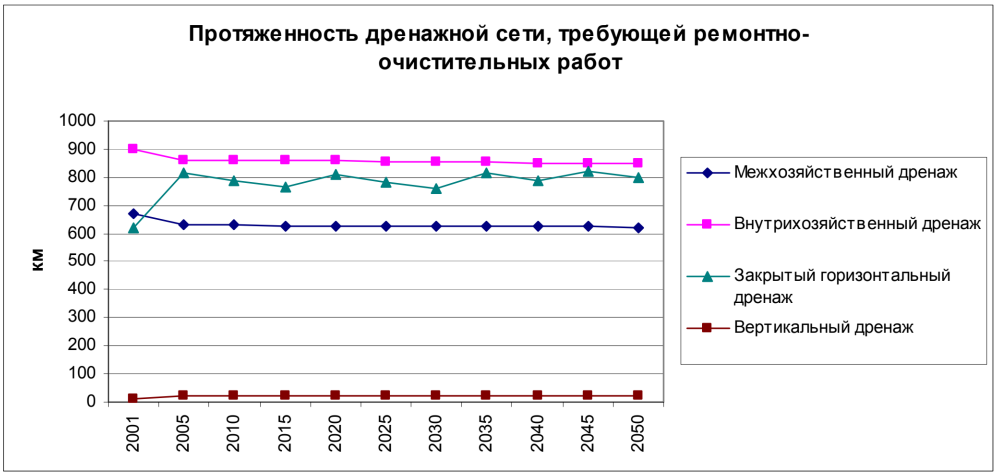

Объем ремонтно - очистительных работ.
Сценарий 5.
0.3
0.25
0.2
0.15
0.1
0.05
0
2001
2005
2009
2013
2017
2021
2025
2029
2033
2037
2041
2045
2049
Межхозяйственный дренаж
Внутрихозяйственный дренаж
Закрытый горизонтальный дренаж
Вертикальный дренаж

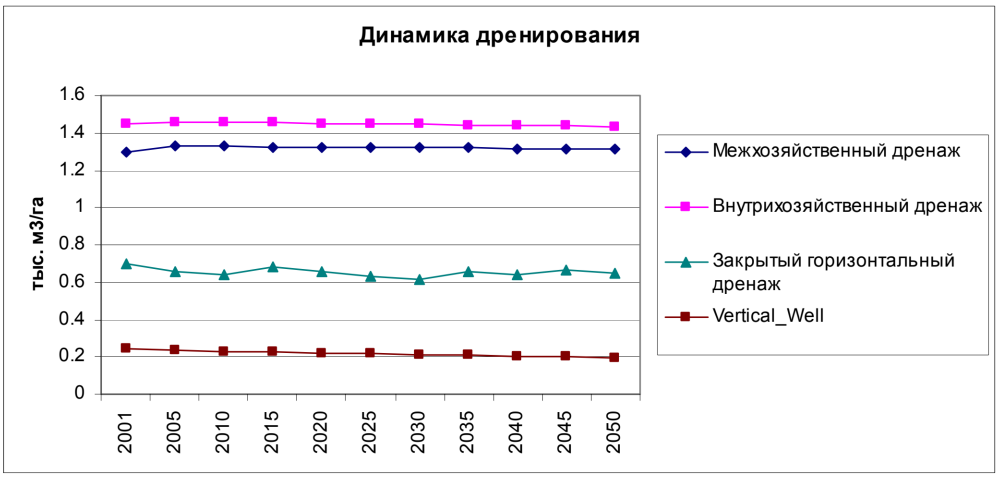

Доля дренажной сети требующей, полной реконструкци.
Сценарий 5.
0.35
0.3
0.25
0.2
0.15
0.1
0.05
0
2001
2005
2009
2013
2017
2021
2025
2029
2033
2037
2041
2045
2049
Межхозяйственный дренаж
Внутрихозяйственный дренаж
Закрытый горизонтальный дренаж
Вертикальный дренаж


Время выполнения капитальных работ.
Сценарий 5.
1.2
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
2001
2005
2009
2013
2017
2021
2025
2029
2033
2037
2041
2045
2049
Закрытый горизонтальный дренаж


Протяженность дренажной сети, требующей полной реконструкции
км
700
600
500
400
300
200
100
0
2001
2005
2010
2015
2020
2025
2030
2035
2040
2045
2050
Межхозяйственный дренаж
Внутрихозяйственный дренаж
Закрытый горизонтальный дренаж
Вертикальный дренаж


Протяженность реконструируемой дренажной сети
км
45
40
35
30
25
20
15
10
5
0
2001
2003
2005
2007
2009
2011
2013
2015
2017
2019
2021
2023
2025
2027
2029
2031
2033
2035
2037
2039
2041
2043
2045
2047
2049
Закрытый горизонтальный




## 6.7. Выводы и рекомендации

6.7.2. По результатам модельных прогнозных расчетов по Бухарской области можно сделать следующие выводы.

6.7.2.1. В Бухарской области, при существующих объемах ремонтно-восстановительных работ, ежегодно выходят из оборота из-за недостаточного дренирования примерно 600 га/год пахотных земель (площади переходящие из среднезасоленных в сильнозасоленные).

6.7.2.2. Темпы роста минерализации оросительной воды за последние 20 лет (с 0,7 г/л до 1,15 г/л) привели к ежегодному дополнительному притоку солей на орошаемую территорию, порядка 4.5 тн/га, что, в свою очередь, требует пересмотра промывных норм

6.7.2.3 Снижение минерализации коллекторно-дренажного стока в Бухарской области обусловлено преимущественно снижением К.П.Д. управления, опускающегося в годы высокой водности до значений 0.8.

6.7.2.4. Темпы старения существующих коллекторно-дренажных систем, показывают, что даже при 100%- выполнении ремонтно-очистных работ площади, не обеспеченные дренированностью на территории, имеющей дренажные системы, достигнут значений ~ 60 000 га.

6.7.2.5. При существующих объемах ремонтно-очистных работ площади, не обеспеченные дренированностью, достигнут величины ~ 130 000 га.

6.7.2.6. Вариант наихудшего развития — прекращение ремонтно-очистных работ на территориях, дренируемых закрытым горизонтальным и вертикальным дренажом, а также сни-

жение объемов ремонтно-очистных работ на территориях, дренируемых открытым горизонтальным дренажом до 30 % — приводит к засолению всех пахотных земель к 2025 году (вариант полного прекращения всех видов ремонтно-очистных работ на дренажных системах приводит к катастрофе в течение 7-9 лет, именно поэтому был рассмотрен вариант с ограниченным выполнением этих работ).

6.7.2.7. Вариант отказа от работы скважин вертикального дренажа приводит к накоплению солей на территории ~ 46 000 га и требует какой-либо альтернативы.

6.7.3.1 Как и большая часть территории Республики Узбекистан, Ферганская область характеризуется наличием напорных подземных вод, влияющих на грунтовые воды, поэтому для создания благоприятного водно-солевого режима почв работа горизонтального дренажа должна сочетаться с работой системы скважин вертикального дренажа.

6.7.3.1 Несмотря на сравнительно благополучное состояние дренажа в области, следует тем не менее уделять ему больше внимания. Для этого необходимо пополнить парк мелиоративной техники.

6.7.4.1 Территория Сырдарьинской области характеризуется наличием подземных напорных вод в подстилающих водоносных горизонтах, имеющих влияние на уровень грунтовых вод. В связи с этим для создания благоприятного режима грунтовых вод, и следовательно, мелиоративной обстановки в данном регионе целесообразна совместная работа горизонтального и вертикального дренажа.

6.7.4.2 По причине возрастания площадей со средней и сильной степенью засоления после 1995 г. на фоне дренажа необходимо регулярно проводить промывные поливы в осенне-зимний период нормами 2,5-4,0 тыс. $м^3$/га.

6.7.4.3 Для выполнения мелиоративных мероприятий предполагается обновить или пополнить парк мелиоративной строительно-эксплуатационной техники.

6.7.5.1 На протяжении последнего десятилетия горизонтальный дренаж в Республике Каракалпакстан постепенно снижал свою работоспособность из-за низкого технического уровня обслуживания. В результате стало невозможным управление вводно-солевым режимом орошаемых земель и, как следствие, снижение продуктивности сельского хозяйства. Поэтому есть основания провести мероприятия по реконструкции и восстановлению существующей открытой дренажной сети.

6.7.5.2 Доля закрытого дренажа составляет не более 2,5 % от общей протяженности КДС. Использование этого типа дренажа имеет ряд преимуществ при квалифицированном его устройстве и правильной эксплуатации, поскольку наличие субнапорных вод обуславливает оплывание откосов открытых коллекторов и дрен.

6.7.5.3 Наличие субнапорных грунтовых вод предполагает возможность строительства комбинированного дренажа со скважинами-усилитеми для снижения пьезометрического напора этих вод.

6.7.5.4 Несмотря на дороговизну и сложность строительства и эксплуатации вертикального дренажа, следует рассмотреть такую возможность, поскольку только вертикальный дренаж позволит в наибольшей степени управлять режимом грунтовых вод.

6.7.5.5 Территориальное расположение Каракалпакстана – низовья Амударьи - предполагают наиболее тяжелые условия по водности и минерализации оросительных вод. Отсутствие промывного режима для этой республики может повлечь катастрофические последствия из-за накопления солей в корнеобитаемом слое и наибольшей вероятности потерь площадей орошаемого земледелия. В связи с этим актуально внедрение плана водопользования по всей территории Узбекистана для наиболее справедливого распределения водных ресурсов и особенно в Каракалпакстане, занимающем более трети площади в стране.

# VII. КОЛЛЕКТОРНО-ДРЕНАЖНЫЙ СТОК (КДС) В РЕГИОНЕ, РАЗМЕЩЕНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НА ОРОШЕНИЕ

## 7.1. Формирование КДС и современный уровень его использования

Развитие дренажных систем и его влияние на формирование коллекторно-дренажного водно-солевого стока сыграло не только положительную роль, создав на орошаемых землях благоприятные условия для повышения продуктивности почв, но и проблемы управления поступающими возвратными водами и сброса их в ствол реки, озера и ветланды, так как КДС явился главным источником поступления солей и загрязнений в реки.

Удельный объем дренажного стока, формируемого в зонах планирования бассейнов рек, варьирует в довольно широком диапазоне:

- по зонам бассейна Сырдарьи от 1,7 тыс. $м^3$/га (Кыргызстан) до 8,3 тыс. $м^3$/га (Ферганская область); (табл.7.1).
- по зонам бассейна Амударьи от 3,4 тыс. $м^3$/га до 12,7 тыс. $м^3$/га. (табл.7.1).

При этом в бассейне Сырдарьи 60 % стока сбрасывается в ствол реки (21 %) в понижения, 19 % используется на орошение (табл.7.1)•. Высокая доля сброса дренажного стока в ствол реки объясняется отсутствием естественного водоприемника в верхнем и большей части среднем течении бассейна Сырдарьи, т.е. водоприемником в бассейне является сама река.

Несколько по-другому складывается распределение сброса коллекторно-дренажных вод по бассейну Амударьи. Здесь сбрасывается в ствол реки 37 %, в озера – 60 %, и только 3 % используется на орошение. В соответствии с объемом возвратного стока КДВ, поступающих в ствол рек и озера, изменяется минерализация.

Общий объем выносимых солей по бассейну Сырдарья за 1999 год составлял 45.2 млн.тонн, из которых 23.9 млн.тонн или 53 % поступало в ствол реки, а 13,8 млн. тонн или 30,5 % в понижения (табл.7.2).

Объем выносимых солей из зон планирования бассейна Амударьи несколько больше чем по бассейну Сырдарьи. Здесь общий объем выносимых солей составил за 1999 год 80,9 млн. тонн, в том числе 31,0 (38,3 %) возвращается в реку и 59.4 (48,1 млн.тонн) в понижения (табл.7.3).

При этом основными поставщиками солей в ствол обеих рек являются зоны планирования, расположенные в верхнем и среднем их течениях. Масса поступления солей во времени определяет пределы изменения минерализации, тренд которых представлен на рис.7.1.

Изменение минерализации стока свидетельствует о тенденции увеличений минерализации во времени и по длине рек, которые по реке Сырдарья начались с 1950-60 гг., а по реке Амударья - в семидесятые годы, за исключением верхних створов наблюдений.

Одной из причин усиления соленакопления на мелиорируемых землях, наблюдаемое за последнее десятилетие, является использование для полива речной воды с повышенной минерализацией, при отсутствии промывного режима орошения.

Отсюда возникает проблема необходимости управления коллекторно-дренажными, водно-солевыми стоками в пределах зон планирования, путем использования возвратных вод в местах их формирования на легких и средних почвах с поддержанием на орошаемых землях промывного режима орошения и хорошей дренированности мелиорируемой территории.

---

• Эти данные характеризуют среднемноголетние показатели, близкие к среднему году (1999 год), но они изменяются в зависимости от водности года.

**Таблица 7.1 Дренажный сток по бассейну Аральского моря за 1999 год**

| Наименование зон планирования | Дрени-руемая площадь (тыс.га) | Средняя минера-лизация (г/л) | Объем дренажного стока (миллион м$^3$) | | | | Удельный объем (тыс. м3/га) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | сброс в реки | в понижения | повт. использование в ирриге-ции | всего | |
| ***Верхнее течение р.Сырдарьи*** | | | | | | | |
| Кыргызстан | 460 | 1,2 | 800 | - | - | 800 | 1,7 |
| Узбекистан | | | | | | | |
| Андижан | 280 | 1,7 | 1200 | - | 100 | 1300 | 4,6 |
| Наманган | 280 | 2,8 | 1100 | - | 1,200 | 2300 | 8.2 |
| Фергана | 360 | 2,8 | 2000 | - | 1,000 | 3000 | 8,3 |
| Таджикистан | 300*** | 2,1 | 1800 | - | 400 | 2200 | 7,3 |
| ***Среднее течение*** | | | | | | | |
| Узбекистан | | | | | | | |
| Ташкент | 390 | 2,1 | 2200 | - | 300 | 2500 | 6,4 |
| Сырдарья | 280 | 3,6 | 400 | 1400 | 100 | 1900 | 6,8 |
| Джизак | 300 | 4,4 | | 1100 | 100 | 1200 | 4,0 |
| Казахстан | | | | | | | |
| Чимкент* | 480 | 2,0 | 400 | 600 | - | 1000 | 2,1 |
| Кызылорда* | 290 | 3,4 | 600 | 600 | - | 1200 | 4.1 |
| **Всего** | **3420** | | **10500** | **3700** | **3200** | **17400** | **5,1** |
| % _ | | | 60 | 21 | 19 | 100 | |
| ***Бассейн р. Амударья*** | | | | | | | |
| ***Верхнее течение*** | | | | | | | |
| Таджикистан, | 530 | 1,3 | 4000 | - | - | 4000 | 6,8 |
| Узбекистан | | | | | | | |
| Сурхандарья | 320 | 2,2 | 600 | - | 500 | 1100 | 3,4 |
| ***Среднее течение*** | | | | | | | |
| Узбекистан | 490 | 7,1 | 800 | 1500 | | | |
| Кашкадарья | 340* | 4,2 | 800 | 2000 | - | 2300 | 4,7 |
| Бухара | - | - | - | - | - | 2800 | 8,2 |
| Туркменистан | 460 | 3,5 | - | 2300 | | | |
| Дашогуз | 320 | 2,3 | 1500 | -300 | - | 2300 | 5,0 |
| Лебап | - | - | - | - | - | 1800 | 5,6 |
| ***Нижнее течение*** | | | | | | | |
| Узбекистан | | | | | | | |
| Хорезм | 260 | 3,7 | - | 3100 | - | - | - |
| Каракалпакстан | 500 | 4,2 | 300 | 1900 | 200 | 3300 | 12,7 |
| Туркменистан | - | - | - | - | - | 2200 | 4,4 |
| Ахалский | 480 | 9,2 | - | 500 | - | - | - |
| Мары | 470 | 5,0 | - | 1400 | - | - | - |
| **Всего по бассейну** | **4170** | **-** | **8000** | **13000** | 700 | 2170 | **-** |
| % | | | 37 | 60 | 3 | 100 | 5,2 |

**Таблица 7.2 Вынос солей дренажными водами по бассейну Сырдарьи за 1999 год**

| Наименование зон планирования | Площадь дренирования (тыс. га) | Средняя минерализация (г/л) | Объем дренажного стока (тыс.тон) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | сброс в реки | в понижения | повт. использование в ирригации | Всего |
| ***Верхнее течение р. Сырдарья*** | | | | | | |
| Кыргызстан | 460 | 1,2 | 1000 | - | | 1000 |
| Узбекистан | | | | | | |
| Андижан | 280 | 1,7 | 2000 | - | 100 | 2100 |
| Наманган | 280 | 2,8 | 3000 | - | 3200 | 6200 |
| Фергана | 360 | 2,8 | 5700 | - | 2600 | 8300 |
| Таджикистан | 300*** | 2,1 | 3400 | - | 300 | 3700 |
| ***Среднее течение*** | | | | | | |
| Узбекистан | | | | | | |
| Ташкент | 390 | 2,1 | 4600 | | 600 | 5200 |
| Сырдарья | 280 | 3,6 | 1400 | 5200 | 400 | 7000 |
| Джизак | 300 | 4,4 | | 4800 | 300 | 5100 |
| Казахстан | - | | | | | |
| Чимкент* | 480 | 2,6 | 900 | 1600 | - | 2500 |
| Кызылорда* | 290 | 3,4 | 1900 | 2200 | - | 4100 |
| **Всего** | **3420** | | **23900** | **13800** | **7500** | **42500** |

**Таблица 7.3 Вынос солей дренажными водами по бассейну Амударьи за 1999 год**

| Верхнее течение | Площадь дренирования (тыс.га) | Средняя минерализация (г/л) | Объем дренажного стока (тыс.тонн) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | сброс в реки | в понижения | повт. использование в ирригации | всего |
| Таджикистан | 530 | 1,3 | 5100 | | | 5100 |
| Узбекистан | | | | | | |
| Сурхандарья | 320 | 2,2 | 1300 | - | 1100 | 2400 |
| ***Среднее течение*** | | | | | | |
| Узбекистан | | | | | | |
| Кашкадарья | 490 | 7,1 | 5700 | 10900** | - | 16600 |
| Бухара | 340* | 4,2 | 3400 | 8300** | - | 11700 |
| Туркменистан | | | | | | |
| Дашогуз | 460 | 3,5 | - | 7900 | - | 7900 |
| Лебап | 320 | 2,3 | 4200 | - | - | 4200 |
| ***Нижнее течение*** | | | | | | |
| Узбекистан | | | | | | |
| Хорезм | 260 | 3,7 | - | 11500 | 700 | 12200 |
| Каракалпакстан | 500 | 4,2 | 1300 | 7900 | | 9200 |
| Туркменистан | | | | | | |
| Ахалск | 480 | 9,2 | - | 4600 | | 4600 |
| Мары | 470 | 5,0 | | 7000 | | 7000 |
| **Всего по бассейну** | **4170** | | **21000** | **58100** | **1800** | **80900** |

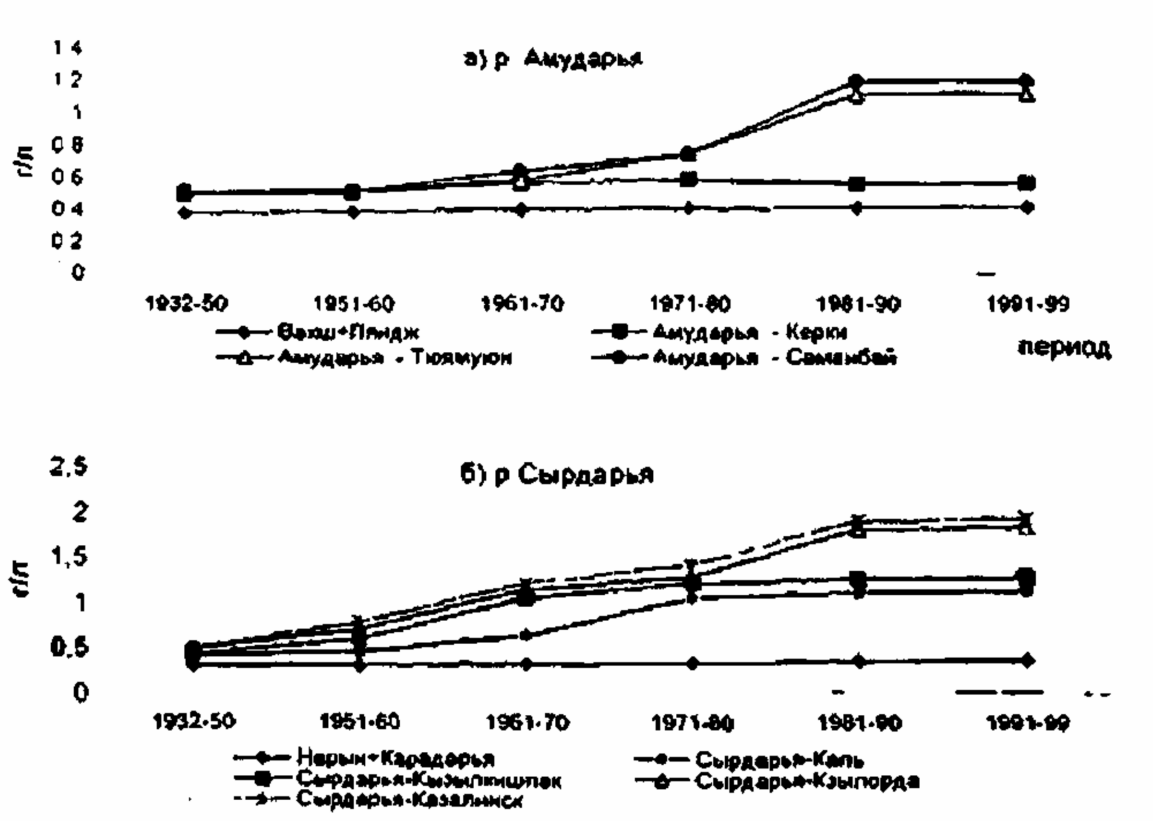



**Рис. 7.1 Многолетний тренд минерализации речного стока по створам рек**

## 7.2. Принципы размещения и использования КДВ в Центральной Азии

Характерной особенностью ведения орошаемого земледелия Центральноазиатского региона является появление огромного количества ирригационных возвратных вод, формирующихся в пролеске орошения земель.

За прошлые этапы развития орошения из общего объема поверхностных водных ресурсов 110-115 км$^3$ формируется до 39-40 км$^3$, а при средней водности - 36-38 км$^3$ возвратных вод. За последние годы наблюдается снижение дренажного стока до 32-34 км$^3$, что связано с одной стороны, с частым повторением маловодных лет, с другой – жестким внедрением нормированного водораспределения по республикам Центральноазиатского региона.

Из этого объема КДС около 51 % (18-20 км ) возвращается в ствол реки, внося в них более 110-120 млн.тонн солей, из которых на долю р.Сырдарьи приходится 46-47 млн.тонн. Большой объем коллекторно-дренажных вод (КДВ) (более 36 %, т.е. 16-17 км$^3$) сбрасывается в естественные понижения и испаряется, лишь незначительная доля (13 % или 4-5 км$^3$) повторно используется для орошения по всему бассейну. Повторно «прокатное» использование водных ресурсов с возвратом КДВ в ствол реки, предусмотренное в прежних «схемах» и проектах комплексного использования водных ресурсов обосновывалось необходимостью увеличения оросительной способности речных стоков (располагаемых водных ресурсов). При этом в схемах комплексного использования водных ресурсов бассейна Аральского моря, составленных проектными институтами, прогнозировалась возможность повышения оросительной способности речных стоков до 15-20 %.

Однако развитие орошаемого земледелия в Центральной Азии за последние десятилетия показало, что «повторно-прокатное» использование располагаемых водных ресурсов через ствол рек «полезно» только до определенного предела возврата КДВ, за чертой которого оно наносит большой ущерб не только питьевому водоснабжению, но и другим отраслям народного хозяйства и, особенно, развитию агропромышленного комплекса, приводя к ухудшению качества речных стоков рек. В верхних течениях минерализация воды увеличилась на 0.2-0.3 г/л, в средних течениях - на 0.5-0.7 г/л, а в нижних - на 1.0-1.5 г/л. Ущербы от этого явления, оцененные через стоимость валовой продукции растениеводства показывают, что из-за роста минерализации воды на каждые 0.1 г/л, по сравнению с исходным значением, наносится ущерб продуктивности от 134 до 147 долларов США на один га в среднем и нижнем течении бассейна Амударьи, а в среднем течении бассейна Сырдарьи этот ущерб составляет от 70 до 150 долларов США на 1 га.

Отмеченное положение заставляет искать другие подходы решения проблем управления и размещения коллекторно-дренажных вод, обеспечивающих, с одной стороны, резкое уменьшение водо- и солеобмена между орошаемой территорией и рекой, а с другой - эффективного развития орошаемого земледелия.

В настоящее время существует несколько вариантов для решения этой проблемы:

- первый - «повторное» использование водных ресурсов с возвратом КДВ в ствол реки;
- второй - опреснение КДВ с применением различных способов и технологий;
- третий - использование КДВ в местах их формирования на полив сельскохозяйственных культур и промывку засоленных земель, соответственно, уменьшая долю их сброса в реки;
- четвертый - использование КДВ вне реки, отведя за пределы орошаемых территорий на пустынных массивах для выращивания солеустойчивых культур и древесных насаждений в зонах возможного опустынивания;
- пятый - размещение, использование Кд±3 и утилизация в естественных и искусственных водоемах с учетом рыбохозяйственных требований, т.е. для развития «ветландов».

Первый вариант, который имеет место быть стихийным, впредь необходимо жестко ограничить.

Второй вариант с применением опреснительных установок на современном этапе экономически непосилен ввиду высокой стоимости опресняемой воды - 20-50 центов/$м^3$ при малой производительности установок, измеряемых в литрах на секунду, что делает их несомасштабными с огромными объемами стока (в $км^3$). В будущем, очевидно, можно будет вернуться к данному варианту по мере удешевления стоимости.

На современном этапе можно рассматривать только третий, четвертый и пятый варианты решения проблемы размещения, использования и утилизации КДВ. Проблема утилизации КДВ в перспективе путем выбора 3, 4 и 5 варианта решается путем прогнозных расчетов эколого-мелиоративных процессов, возникающих при их использовании. При этом возможность выбора вариантов для бассейнов рек Сырдарьи и Амударьи будет резко различаться, что обусловлено природно-хозяйственными условиями. Если по природным условиям в бассейне Амударьи, в пределах которой имеются многочисленные понижения, возможно использование всех 3 вариантов технологии утилизации, то в бассейне р.Сырдарьи остается в основном третий вариант - использование КДВ в местах их формирования, так как в пределах верхнего и среднего течения отсутствуют водоприемники, за исключением Арнасайского понижения, куда поступает сток от Джизакской области и до 40 % КДС от Сырдарьинской области. В низовьях реки Сырдарьи до 40 % КДС также отводится в ствол.

Для решения проблем рационального размещения КДВ, без ущерба оросительной способности речных стоков, необходимо установить долю их возможного использования на орошение и промывку, сброса в речной ствол и отвод в естественные понижения для развития ветландов.

Доля ресурсов КДВ для использования в сельскохозяйственном производстве должен осуществляться путем оценки их качества, а также качества земель, чтобы минимизировать ущербы при орошении.

При этом объем используемых КДВ на промывки, орошение и другие нужды должны исходить из выработанных наукой и практикой подходов, ориентированных на критерии солеустойчивости растений, роста потребности в промывках и дренаже, в зависимости от минера-

лизации используемых вод, а также экономической целесообразности. Наработанные в Центральной Азии рекомендации и примеры использования приведены в Приложении № 6. Следует отметить, что особое значение для использования КДВ имеет механический состав почв, а также технология возможности их использования.

## 7.3. Количество и качество дренажного стока и последующие альтернативы его размещения

Как показано выше, общий объем возвратных вод, формируемых по бассейну Аральского моря, в годы средней водности составляет 36-38 км$^3$ в год, из которых 32-35 км$^3$ приходится на коллекторно-дренажные воды, а 3,3 км$^3$ на сток промышленности и хозяйственно-бытовых потребителей. Из общего объема КДВ около 51 % (от 16-18 км$^3$ отводится в естественные понижения и теряется на испарение.

Превалирующее место по объему отводимых КДВ занимает Узбекистан, где формируется до 28-24 км$^3$/год КДВ в маловодные годы. Из этого объема непосредственно в местах формирования используется всего 1,4-2,1 км КДВ в зависимости от водообеспеченности. В целом анализ водно-солевых балансов поверхностных вод и водно-солевых балансов зоны аэрации позволяет отметить следующие особенности по бассейнам рек.

**Бассейн р.Сырдарьи**. Геологические, геоморфологические, климатические и гидрографические условия верховьев р.Сырдарьи обуславливают здесь ее функцию как региональной дрены. В этом субрегионе практически отсутствуют бессточные впадины и понижения, которые можно было бы использовать как местные водо- и солеприемники для возвратных (отработанных) вод. Поэтому основной объем коллекторно-дренажных вод поступает в ствол большой реки. Ежегодный вынос с ними солей в отдельные годы составляет до 15 млн.тн, в результате чего повышается минерализация речной воды уже на выходе из верховьев до 0,9-1-2 г/л. Для верховьев бассейна реки Сырдарьи первоочередной задачей в решении проблемы регулирования качества воды в реке наряду с сокращением удельных затрат воды на орошение, является разработка крупномасштабных мероприятий по сокращению стока дренажных вод через повторное использование КДВ в местах их формирования.

В среднем течении реки Сырдарьи проблему можно решить путем отвода части формируемых КДВ в Арнасайское понижение (до 60 %).

В низовьях Сырдарьи проблема отвода и утилизации КДВ решается путем использования их в искусственных озерах и поддержания программ увеличения биоразнообразия, объем которых составляет около 1,2-1,3 км$^3$ (60 %). При этом до 40 % объема КДС отводится в ствол реки.

**Бассейн р.Амударьи**. В бассейне р.Амударьи, как показано выше в разделе 4, и анализ сложившегося водно-солевого баланса в данном разделе, основной объем КДВ и солей в реку поступает в ее среднее течение и низовьях как с территории Туркменистана, так и с Узбекистана. Как нам представляется, в бассейне р.Амударьи складывающийся ущерб, наносимый продуктивности орошаемого земледелия, можно будет избежать путем ускорения и осуществления проектных разработок по сбору и отводу КДВ среднего и нижнего течения по Главному водоотводящему тракту в Аральское море, минуя реку Амударья. Исключение объема отвода КДВ в реку несомненно приведет к уменьшению водности реки. Если сопоставить ущерб, наносимый сельскому хозяйству и мелиоративному состоянию земель из-за использования некачественной воды, то эффект от улучшения качества воды в реке и ожидаемое улучшение мелиоративного состояния земель, повышение урожайности сельхозкультур, а также избежание необходимости ежегодных промывок земель и значительное улучшение экологического состояния низовьев, то общая выгода от кардинального решения этой проблемы будет значительна.

Таким образом, анализ водно-мелиоративных и водно-экономических показателей орошаемого земледелия во взаимосвязи с водно-солевым режимом реки и водно-солевым балансом орошаемой территории показывает, что существует очень тесная зависимость ущербов сельскому хозяйству, обусловленная главным дестабилизирующим фактором -сбросом в стволы рек отработанных высокоминерализованных КДВ.

Одним из направлений решения этих проблем, наряду с вышеуказанными, является использование минерализованных возвратных вод в местах их формирования, принципы которых изложены в Приложении 6.

## 7.4. Состояние водоприемников коллекторно-дренажных вод (КДВ) Центральной Азии и управление КДС

До широкого развития дренажных систем в Центральной Азии решение вопроса выбора водоприемников отработанных на полях орошения дренажного стока не стоял так остро. До пятидесятых годов незначительные КДС отводились в местные небольшие понижения и там расходовались на испарение.

Так в годы Советской власти возвратный КД сток, поступающий в реки, и коллекторно-дренажные воды, использовались непосредственно на орошаемой территории водохозяйственных районов (ВХР). Зачастую они квалифицировались как дополнительные водные ресурсы, а их применение на орошаемом земледелии оценивалось как эффект. Это положение до последнего времени бытовало в водохозяйственно-мелиоративной практике и при составлении Генеральных схем основных документов развития водного хозяйства. При этом повторное использование КДВ в местах их формирования оценивалось как экономия водных ресурсов, что, соответственно, сокращает параметры водохозяйственных систем (ВХС), а, следовательно, и капвложения, и эксплуатационные затраты. Возврат же в ствол реки обосновывался как увеличение оросительной способности речных стоков (располагаемых водных ресурсов). При этом в схемах комплексного использования водных ресурсов бассейна Аральского моря составленных проектными институтами, прогнозировалась возможность повышения оросительной способности речных стоков до 15-20 %.

Начиная с восьмидесятых годов, когда минерализация воды обеих рек в среднем течении повысилась до 0,9-1,3 г/л (в маловодные годы доходила до 1,5 г/л) против 0,5-0,7 в 1960-1965 гг. по реке Сырдарье и 0,6-1,0 г/л против 0,35-0,6 г/л по Амударье, на проблему водоприемников КДВ стали обращать определенное внимание. Учитывая, что выбор водоприемников во многом зависит от географического расположения зон планирования, рек и их геоморфологических (рельефных) характеристик, бассейны Амударьи и Сырдарьи получили различные решения.

### 7.4.1. Бассейн Сырдарьи

Река Сырдарья, начиная от истока практически до устья проходит по низким отметкам поверхности земли и является водоприемником отработанных на орошаемых полях КДС и фильтрационных вод. Кроме того, в бассейне Сырдарьи в верхнем течении отсутствует естественное понижение для отвода КДВ, а в среднем течении имеется единственная крупная впадина – Арнасайское понижение, которое соединяется с Чардаринским водохранилищем через плотины. Это понижение является водоприемником КДВ, формируемых в районе Южно-Казахстанской области. До 1969 года Арнасайское озеро состояло из системы озера «Тузкан», расположенного в юго-западной части Арнасая. Арнасай, расположенный в его северо-западной части, имеющий тесную связь с рекой и Айдаром, который находится между указанными выше озерами.

В 1969 г. в результате высочайшего весенне-летнего паводка реки с расходом более 4500 $м^3$/сек и сброса около 20 $км^3$ из Чардаринского водохранилища в Арнасайскую озерную систему, уровень, объем и площади сильно возросли. Это приводятся в таблице 7.3. Арнасайское озеро является замкнутой впадиной, в которую поступает огромный объем КДВ, атмосферных осадков и сбросных вод из реки, из которой сбросы, а накопительный ресурс расходуется только на испарение. Поэтому здесь формируется изменчивый вводно-солевой баланс: в

маловодные годы и в годы без сброса из Чардаринского понижения объемы, площади водной поверхности сокращаются, а минерализация резко повышается.

Так, в 1969-1972 годы средняя минерализация Арнасайского озера составляла 4-5 г/л, изменяясь в районе Тузкан до 6-7 г/л, а Арнасай – 3,0-4,0 г/л, а к 1975-77 годам она повысилась до 14,0 г/л. На современном уровне средняя минерализация по озеру Арнасай варьирует от 4,5 до 6,0 г/л, что соответствует требованиям развития в нем флоры и фауны.

Далее, ниже Чардаринского водохранилища до границы Кзыл-ординской области также отсутствует естественное понижение, за исключением озера Чочка-куль, расположенным в зоне командования Арысь-Туркестанского канала, которое является водоприемником КДВ Бугунского и Шаулдырского районов Южно-Казахстанской области. Озеро образовалось в естественной впадине и является замкнутой системой, работающей в испарительном режиме. В пределах Кзыл-ординской области расположены более 100 мелких и крупных озер, определенная часть которых служит водоприемником КДС.

Таким образом, в бассейне Сырдарьи в верхнем, среднем и в части нижнего течения реки из-за природных условий (отсутствие естественного понижения), за исключением Арнасайского понижения, основным водоприемником КДВ является сама река, трасса которой проходит по низким отметкам. В связи с этим, река Сырдарья как водоприемник принимает до 70 % объема КДВ, формируемого в бассейне р.Сырдарьи, который на 1990 г. составил 11,05 км$^3$, а в 1999 г. – 9,9 км$^3$ (табл.7.4). По солям объем поступления в ствол реки составляет в 1990 и 1999 гг. 55,5 % и 29 % от общего объема солей, т.е. 22,06 млн.тн и 21,4 млн.тн. Объем КДВ, поступающий в естественное понижение в 1990 и 1999 гг. составляет соответственно – 2853 млн.м$^3$/год и 2550 млн.м$^3$/год, а солей 11545,4 тн/год и 10060 тыс.тн в год.

Самым высоким поставщиком КДС и солевого потока в ствол реки является Республика Узбекистан, больше всего возвращает их Ферганская долина и Ташкентская область. По этим зонам планирования все ресурсы водно-солевых стоков возвращаются в ствол реки, а по Сырдарьинской области около 40 % КДВ поступают в реку и 60 % в Арнасайское понижение.

Согдийская зона планирования Республики Таджикистан в ствол реки возвращает от 77 до 83 % КДВ и солей.

В южных районах Республики Казахстан формируется от 2,0 до 2,2 км$^3$ КДС с минерализацией 2,0-2,5 г/л, объем солевого стока составляет 4,5-5,5 млн.тн в год, из которых 60 % возвращается в ствол реки, остальные местные понижения используются как водоприемники. При этом все водоприемники – понижения являются замкнутыми, где их водные ресурсы расходуются на испарение, т.е. в них складывается положительный солевой баланс

В бассейне р.Сырдарьи только на территории зон планирования Республики Узбекистан имеется более 15 крупных коллекторов, расходы которых изменяются от 10 до 50 м$^3$/с и более, впадающих в реку с минерализацией до 2,0-2,5 г/л (табл.7.5). При этом минерализация КДС, формируемых в зонах планирования республик Таджикистан и Казахстан, также не превышает 2-2,5 г/л. В связи с этим в бассейне р.Сырдарьи основным мероприятием по управлению дренажным стоком и качеством речного стока, является использование возвратных вод на орошение и промывки, с внедрением приемов водосбережения и интенсивной агротехники. На современных уровнях объем использования ресурсов КДВ не превышает 15-17 % от общего объема на нужды народного хозяйства.

**Таблица 7.3 Уровни, объемы и площади Арнасайской озерной системы и сбросы из Чардаринского водохранилища в Арнасайское понижение за период 1969 – 2001гг.**

| Годы | оз.Тузкане | | | оз.Айдар | | | Арнасайская озерная систе- | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | уро-вень, м | объ-ем,км3 | пло-щадь, км2 | уро-вень, м | объ-ем,км3 | пло-щадь, км2 | уро-вень, м | объ-ем,км 3 | пло-щадь, км2 | сбо-рос из вдхр., |
| 1969 | | | | | | | | | | 20,105 |
| 1970 | | | | | | | 238,57 | 18,664 | 2175 | 2,214 |
| 1971 | | | | | | | 238,50 | 18,502 | 2165 | 0,382 |
| 1972 | | | | | | | 237,84 | 17,778 | 2067 | 0,615 |
| 1973 | | | | | | | 237,62 | 16,579 | 2039 | 0 |
| 1974 | | | | | | | 237,15 | 15,657 | 1974 | 0 |
| 1975 | | | | | | | 236,48 | 14,089 | 1860 | 0 |
| 1976 | | | | | | | 235,73 | 12,721 | 1744 | 0 |
| 1977 | | | | | | | 235,24 | 11,827 | 1667 | 0 |
| 1978 | | | | | | | 235,10 | 11,590 | 1398 | 0 |
| 1979 | 235,87 | 1,412 | 302 | 234,94 | 10,419 | 1390 | | | | 0 |
| 1980 | 237,21 | 1,868 | 330 | 235,14 | 10,420 | 1400 | | | | 0 |
| 1981 | 237,80 | 2,073 | 343 | 234,98 | 10,431 | 1391 | | | | 0 |
| 1982 | 238,96 | 2,476 | 367 | 235,15 | 10,742 | 1415 | | | | 0 |
| .983 | 236,99 | 1,795 | 325 | 235,85 | 11,120 | 1466 | | | | 0 |
| 1984 | 237,60 | 2,004 | 338 | 235,68 | 7,593 | 1475 | | | | 0 |
| 1985 | 237,61 | 2,007 | 339 | 235,80 | 7,699 | 1489 | | | | 0 |
| 1986 | 237,32 | 1,906 | 332 | 235,80 | 7,699 | 1489 | | | | 0 |
| 1987 | 237,52 | 1,976 | 337 | 235,88 | 7,769 | 1498 | | | | 0 |
| 1988 | 237,67 | 2,028 | 340 | 235,81 | 7,707 | 1490 | | | | 0 |
| 1989 | 237,73 | 2,049 | 341. | 236,14 | 7,999 | 1528 | | | | 0 |
| 1990 | 237,72 | 2,045 | 341 | 236,17 | 8,025 | 1532 | | | | 0 |
| 1991 | 237,20 | 1,865 | 330 | 236,30 | 8,140 | 1547 | | | | 0 |
| 1992 | 237,64 | 2,018 | 339 | 237,50 | 9,200 | 1685 | | | | 0 |
| 1993 | | | | | | | 237,58 | 16,700 | 2045 | 2,650 |
| 1994 | | | | | | | 238,70 | 18,620 | 2216 | 9,286 |
| 1995 | | | | | | | 241,60 | 25,720 | 2682 | 4,003 |
| 1996 | | | | | | | 242,48 | 27,980 | 2821 | 1,208 |
| 1997 | | | | | | | 242,50 | 28,080 | 2824 | 1,244 |
| 1998 | | | | | | | 242,63 | 28,480 | 2848 | 3,135 |
| 1999 | | | | | | | 243,69 | 31,734 | 3038 | 3,098 |
| 2000 | | | | | | | 244,26 | 33,482 | 3140 | 2,793 |
| 2001 | | | | | | | 244,45 | 34,067 | 3173 | 0,351 |
| **1.01.0** | | | | | | | **244.11** | **33.022** | **3113** | **0** |

**Примечание**: Данные уровней, объемов и площадей приведены на начало года, по морфометрии данные САНИГМИ

**Таблица 7.4 Объемы возвратных вод и солевого стока бассейна р.Сырдарьи**

| Области формирования | Годы наблюдения | Площадь формирования | Основные источники формирования стока | Средняя минерализация, г/л | Объем возвратных вод и солевого стока, млн.м³ тыс.тн | В том числе | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | в реку, млн.м³ тыс.тн | в понижения, млн.м³ тыс.тн | на орошение, млн.м³ тыс.тн |
| ***Верхнее течение*** | | | | | | | | |
| Республика Кыргызстан | 1990 | 410,24 | коллектора Нарынской, Ошской, Джалалабадской областей | 1,0 | 680<br>680 | 680<br>680 | - | - |
| | 1999 | 460 | -«- | 1,2 | 800<br>960 | 800<br>960 | - | - |
| Республика Узбекистан | 1990 | 277 | Замбаркуль | 1,21 | 2523 | 2269 | - | 254 |
| | | | Карагукан | | 3103,3 | 2790,9 | | 307,3 |
| | 1999 | 280 | | 1,65 | 1264 | 1200 | - | 64 |
| | | | | | 2085,6 | 1980 | | 105,6 |
| Наманганская область | 1990 | 268 | Аччикуль | 2,21 | 2060 | 1010 | - | 1050 |
| | | | Каракалпак | | 4552,6 | 2232 | | 2320,5 |
| | 1999 | 280 | | 2,75 | 2250 | 1090 | - | 1160 |
| | | | | | 6187,5 | 2997,5 | | 3190,0 |
| Ферганская область | 1990 | 349 | Аччикуль | 2,21 | 3050 | 2180 | - | 870 |
| | | | Сарыджуга | | 6740,5 | 4817,8 | | 1922,7 |
| | 1999 | 360 | Северный | 2,8 | 2970 | 2020 | - | 950 |
| | | | | | 8316 | 5656 | | 2660 |
| Республика Таджикистан | 1990 | | коллектора области | 2,4 | 1189 | 922 | - | 267 |
| | | | | | 2853,6 | 2212,8 | | 640,8 |
| | | | | | | 77,5 % | | (22,5 %) |
| | | | | | | 77,5 % | | (22,5 %) |
| | 1999 | | | 2,1 | 2155 | 1800 | - | 355 |
| | | | | | 4525,5 | 3780 | | 745,5 |
| | | | | | | 83,5 | | (16,5) |
| | | | | | | 83,5 | | (16,5) |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

| Области формирования | Годы наблюдения | Площадь формирования | Основные источники формирования стока | Средняя минерализация, г/л | Объем возвратных вод и солевого стока, млн.м$^3$ тыс.тн | В том числе | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | в реку, млн.м$^3$ тыс.тн | в понижения, млн.м$^3$ тыс.тн | на орошение, млн.м$^3$ тыс.тн |
| ***Среднее течение*** | | | | | | | | |
| Республика Узбекистан | | | | | | | | |
| Ташкентская область | 1990 | 379 | Ортакли | 1,45 | 2569 | 2329 | - | 240 |
| | | | Карасув | | 3725 | 3377 | | 348 |
| | 1999 | 390 | Чилисай | 2,1 | 2480 | 2200 | - | 280 |
| | | | | | 5280 | 4620 | | 588 |
| Сырдарьинская область | 1990 | 298 | Системы ЦГК, Шурузяк, | 4,19 | 1712 | 743 | 876 | 93 |
| | | | Пойменный и др. | | 7173,9 | 3113,2 | 3670,4 | 389,7 |
| | 1999 | 280 | | 3,6 | 1940 | 390 | 1450 | 100 |
| | | | | | 6984 | 1404 | 5220 | 360 |
| Джизакская область | 1990 | 285 | ДГК, Ак-Булак, Клы | 5,6 | 778 | - | 736 | 42 |
| | | | | | 4356,8 | | 4121,6 | 235,2 |
| | 1999 | 300 | | 4,4 | 1165 | - | 1100 | 65 |
| | | | | | 5126 | | 4840 | 286 |
| Республика Казахстан | 1990 | 482,7 | Системы коллекторов | 2,6 | 968,7 | 367 | 601,7 | - |
| | | | «Достик» | | 2507 | 954,2 | 1564,4 | |
| | 1999 | | «Кзылкумский» | | нет информ. | нет инф. | нет инф. | нет инф. |
| | | | «Шаулдерский» | | | | | |
| Кзыл-ординская область | 1990 | 286 | Системы коллекторов: | | нет информ. | нет инф. | нет инф. | нет инф. |
| | | | Тогускенский | | | | | |
| | | | Шиелинский | | | | | |
| | | | Кзылорда-Казалинский | | | | | |
| **Всего по бассейну** | **1990** | **-** | **-** | **-** | **16759,2** | **11050** | **2853,7** | **2816** |
| | | | | | **39768,5** | **22059,3** | **11545,4** | **6164,2** |
| | | | | | **(100 %)** | **(66 %)** | **(17 %)** | **(17 %)** |
| | | | | | **(100 %)** | **(55,5 %)** | **(29 %)** | **(15,5 %)** |
| | **1999 (без низовья)** | **-** | **-** | **-** | **14776,0** | **9890** | **2550** | **2979** |
| | | | | | **37173,8** | **21397,5** | **10060** | **7935,1** |
| | | | | | **(100 %)** | **(67 %)** | **(17,2 %)** | **(15,8 %)** |
| | | | | | **(100 %)** | **(57,5 %)** | **(27 %)** | **(15,6 %)** |

**Таблица 7.5 Расход и минерализация крупных коллекторов по бассейну р.Сырдарьи за 2002 г.**

| №№ п/п | Наименование коллекторов | Расход, $м^3/с$ | Минерализация, г/л | Водоприемник | Области |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Замбаркул | 21,13 | 0,99 | Сырдарья | Андижан |
| 2 | Карагунан | 27,51 | 0,63 | Сырдарья | Андижан |
| 3 | Найнова | 10,10 | 2,27 | Сырдарья | Фергана |
| 4 | Пограничный | 12,5 | 1,7 | Сырдарья | Фергана |
| 5 | Пап (в целом по району) | 10,00 | 0,86 | Сырдарья | Наманган |
| 6 | Наманган (в целом по району) | 9,86 | 0,80 | Сырдарья | Наманган |
| 7 | Система «Аччик-куль» | 51,73 | 2,81 | Сырдарья | Фергана |
| 8 | Сары Джуга (Фергана) | 4,28 | 2,35 | Сырдарья | Фергана |
| 9 | Северо-Багдадский | 18,5 | 2,1 | Сырдарья | Фергана |
| 10 | К-4 | 7,00 | 2,89 | Сырдарья | Фергана |
| 11 | Сох-Исфаринский | 9,31 | 2,69 | Сырдарья | Фергана |
| 12 | Шурузякский | 18,41 | 2,55 | Сырдарья | Сырдарья |
| 13 | ГПК-С | 2,09 | 2,11 | Сырдарья | Сырдарья |
| 14 | ЦГК | 44,32 | 3,62 | Арнасай | Сырдарья |
| 15 | Калыб 1996 г. | 14,7 | 4,17 | Тузкан | Джизак |
| 16 | ДГК 1996 г. | 11,5 | 3,59 | Клы | Джизак |
| 17 | Акбулак 1996 г. | 6,92 | 4,91 | Тузкан | Джизак |

## 7.4.2. Бассейн Амударьи

Река Амударья, в отличие от реки Сырдарьи местами проходит по низким и местами высоким отметкам по отношению к орошаемой территории. Поэтому она работает на отдельных участках (например, от истока до створа Керки) как водоприемник дренажного стока и фильтрационных потоков, а на других участках (от Дарганаты до Тюямуюна) питает орошаемые земли фильтрационными токами. Кроме того, в пределах бассейна реки в ее среднем и нижнем течениях расположены многочисленные пустынные понижения, которые используются в качестве водоприемника КДС. Пустынные понижения наиболее развиты на правобережной части бассейна, параметры которых приведены в таблице 7.6.

В современных условиях из всех приведенных в таблице 7.6 пустынных озер, как водоприемник используется Медами и Тухкуй, а остальные используются в качестве отвода КДС. При этом Султандагское и Соленое озера выполняют не только роль водоприемника, но и регулятора стока Южного коллектора с Каршинской степи и части КДВ из Бухарской зоны планирования.

Озера Сичанкуль, Султандаг, Соленое и Каратерень являются водоприемниками открытого типа со сбросом р.Амударьи через Парсанкульский коллектор, где солевой баланс складывается отрицательного типа с уменьшением минерализации по времени, а остальные озера – замкнутого типа с положительным солевым балансом (с ростом минерализации во времени).

**Таблица 7.6 Некоторые характеристики естественных условий озер (Гидромет, 1997 г.)**

| Озеро | Высота (абс. отмет-ка) | Средняя (макс.) глубина (м) | Береговая линия (км) | Минерализация (г/л) | Прозрачность (м) | Покрытие тростником (%) | Проточность |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Атчинское | 276 | - | - | 15 | 0,6-0,8 | 8 | отсутствует |
| Сичанкуль | - | > 20 | 50-60 | 7-8 | 1,8 | < | имеется |
| Султандаг | 198 | 9,7 (16,5) | 40-50 | 70 | | 2 | имеется |
| Даухана | | | | | | | отсутствует |
| Денгизкуль | 183 | 22 | 100 | | | 4 | отсутствует |
| Тудакуль | 222 | 3,9 (12,9) | 18,5 | 1,8 | | | отсутствует |
| Соленое | 183 | 1,85 (3,5) | 30-32 | 6 | | 13 | имеется |
| Каракир | 179 | 1,8 (5,5) | 15-20 | 9,5 | 0,6-1,8 | 16 | отсутствует |
| Аякагитма | 138 | 2 (5) | 18 | 63 (1983 г. 7 (1996 г.) | | при притоке | отсутствует |
| Каратерень | | 3 (8) | | 2,5-6 | 2-6 | 1 | имеется |

**Таблица 7.7 Водоприемники (естественные понижения), расположенные на правобережье реки Амударьи и их параметры**

| Зона планирования (область) | Понижение | Отметка уровня воды | Объем, млн.м$^3$ | Площадь зеркала, км$^2$ | Объем испарения, млн. м$^3$/год | Название коллекторов | | Примечание |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | впадающих | отводящих | |
| Кашкадарьинская | Атчинское | 276 | 20 | 6 | 15 | К-3, К-4 | нет | действующий |
| | оз.Сичанкуль | 247,5 | 1210 | 68 | 90-110 | Южный | нет | действующий |
| | оз.Султандаг | 205 | 520 | 70 | 120 | Южный | Южный | действующий |
| | Деухана | 250 | 200 | 23 | 35 | р.Кашкадарья | | действующий |
| Бухарская и Навоийская | оз.Денгизкуль | 184 | 3500 | 310 | 500 | Денгизкульский | Денгизкульский | действующий |
| | Хадича | 226 | 65 | 17,5 | 28 | Караулбазарский | нет | намечаемый |
| | Кумсултан | 202 | 205 | 92 | 140-150 | Караулбазарский | Караулбазарский | действующий |
| | Тудакуль | 223,5 | 1200 | 210 | 330-340 | Главный Каракульский | ПК и Амударья | действующий |
| | оз.Соленое | 183,4 | 120 | 62 | 93 | Центрально-Бухарский | Парсанкульский | действующий |
| | Каракир | - | - | - | - | Северный | | действующий |
| | Аякагитма | 187 | 7300 | 220 | 400 | Агитминский | | действующий |
| | Медами | 171 | 350 | 90 | 140 | нет | нет | намечаемый |
| | Тухкуй | 170 | 550 | 110 | 150-160 | нет | нет | намечаемый |
| Республика Каракалпакстан | Аязкала | 93 | 300 | 48 | 72-75 | Кзылкумский | Аязкалинский | действующий |
| | Каратерень | - | - | - | - | Джильванский | К-5 | действующий |

Характеристики основных коллекторов, сток которых формируется в пределах Бухарской, Кашкадарьинской областях и р.Каракалпакстан приводятся ниже.

**Таблица 7.8 - Характеристики основных коллекторов (1995 г.)**

| Область | Коллектор | Сток (млн. и3) | Минерализация (г/л) | Сброс в |
|---|---|---|---|---|
| Сурхандарьинская область | - | 649 | 7 | Амударья |
| Кашкадарьинская область | река Кашкадарья | 550-600 | 1.0-4.0 | Даухана, Сичанкуль, повторное использование |
| | КЗ.К4 | 20-25 | 5-7 | Атчи |
| | Южный, Сичанкуль | 1200-1300 | 5-7 | Султандаг, Сичанкуль |
| Бухарская область | Денгшкуль | 429.8 | 5.3 | ПК (существующий) |
| | Южный | 26.4 - | 8.0 | Денгизкуль |
| | Главный Каракульский | 75.5 | 7.1 | ПК (существующий), Амударья __ |
| | Центральный Бухарский | 286.1 | 3.5 | Озеро Соленое, Амударья |
| | Западный Ромитанский | 80.2 | 3.9 | озеро Соленое, Амударья |
| | Северный | 343.5 | 3.4 | озеро Каракир |
| | Аягитма | 120.8 | 2.5 | депрессия Аягитма |
| | Караулбазарский | 109.4 | 9.01 | депрессия Хадича |
| Каракалпакстан (юг) | Берунийский | 268.9 | 4.75 | Амударья |
| | Кзылкумский | 263.0 | 3.21 | озеро и коллектор Аязкуль |
| | Восточный 1, 2 | 16.1 | 2.34 | коллектор Аязкала |
| Каракалпакстан (север) | КС-1 | 276.1 | 3.23 | Джилтербас, Аральское море |
| | КС-3 | 141.9 | 3.95 | Аральское юре |
| | КС-4 | 75.1 | 2.85 | Аральское море |
| | Коксу | 11.8 | 3.28 | озеро Каратерень |
| | Джихван | 45.7 | 3.34 | Аральское море |

В настоящее время многие существующие понижения практически заполнены до допустимого уровня за исключением нескольких проточных емкостей (оз.Султандаг, оз.Соленое), являющихся преимущественно испарителями. Некоторая часть их объема теряется на фильтрацию.

Повышение эффективности использования этих емкостей возможно при функционировании их в качестве регулятора стока:

- Для озер Сичанкуль и Денгизкуль это может быть достигнуто устройством связывающего их канала и канала от оз.Денгизкуль до Денгизкульского сброса, что позволит осуществить проточный режим. Создающийся на соединительном канале перепад между озерами около 60м при достаточно постоянном стоке даст возможность организовать получение электро-

энергии. При необходимости объем озера Сичанкуль может .быть увеличен за счет наращивания дамбы, ограждающей озеро с юга, на протяжении около 2,6 км.

- Создание регулирующих объемов озер Сичанкуль и Денгизкуль с продолжением тракта в сторону Денгизкульского сброса позволит повысить гибкость регулирования стока Южного коллектора и решить задачу сокращения сбросов КДВ в оз. Султандаг на территорию Туркменистана.
- Понижение Деухана используется для аккумулирования части стока р. Кашкадарьи на концевом участке, насыщенного КДВ Очевидно, следует проработать вопрос о строительстве перехватывающих коллекторов вдоль р.Кашкадарьи с отводом их в Сичанкульский коллектор и обеспечения подачи в понижение только пресной речной воды.
- По понижению Хадича одним из важных вопросов является переключение коллектора ГД на понижение Кумсултан и далее на Денгизкульский сброс. Это позволит исключить из работы депрессию Хадича, так как в ней сложилась весьма неблагополучная ситуация с засолением и водной эрозией прилегающих земель.
- Использование понижений Медами и Тузкуй позволит, дополнительно к существующим емкостям на территории региона, создать полезный объем для аккумуляции и испарения стока КДВ около 900 млн.м$^3$ и обеспечить годовой объем испарения около 300 млн.м$^3$/год, что составляет около 15 % от испарительной способности всех существующих понижений. Для их наполнения потребуется завершить строительство участка правобережного отводящего тракта от озера Соленого до Медами.
- В качестве испарительной емкости может быть рассмотрено использование для этой цели понижения Маханкуль, к западу от оз.Соленое. В настоящее время оно дренировано Парсанкульским коллектором и осушено. В результате устройства дамбы вдоль Парсанкульского сброса, это понижение, при площади около 120 км$^2$, может дать испарительный эффект около 200 млн.м$^3$/год. Для таких же целей могут быть использованы межбарханные понижения вдоль перспективной трассы правобережного тракта ниже Медами.

Все эти мероприятия позволяют сократить объем сбрасываемых в реку дренажных вод, регулирование стока будет способствовать снижению загрязнения реки Амударьи.

В настоящее время недостаточно имеющихся данных для выполнения конкретного проектирования. Поэтому, необходимо организовать проведение соответствующих работ по уточнению параметров понижений путем топографической съемки, установления режима испарения и величины фильтрационных потерь из водохранилищ, расположенных в разных зонах.

В бассейне Амударьи кроме указанных пустынных понижений, расположенных на правом берегу р.Амударьи имеется ряд естественных понижений на левом берегу. Из них наиболее крупным является Сарыкамышское озеро, работающее с 1960-65 гг. как водоприемник КДС, формируемого по Хорезмской (Республика Узбекистан) и Дашхаузской (Республика Туркменистан) зонам планирования. Оно расположено на территории Республика Туркменистан, морфологические характеристики которого представлены в таблице 8.7.

По мере развития водоема, увеличения его площади и объема происходит сглаживание морфометрических характеристик озера. В настоящее время основные изменения в конфигурации водоема прилегают к южному побережью, где наиболее размываемые песчаные берега подвержены интенсивному переформированию.

Уровенный режим озера отражает характер и направленность изменения компонентов водного баланса водоема. За последние 35 лет Сарыкамыш превратился из небольших солончаков в крупнейшее ирригационно-сбросовое озеро бассейна Аральского моря. Уровень воды при этом поднялся более чем на 35 м. Расчеты на имитационной модели показали, что наиболее интенсивный подъем уровня был характерен для первых 10-15 лет, когда возрастающий приток коллекторно-дренажных вод не полностью компенсировался потерями на испарение.

**Таблица 7.9 Динамика морфометрических характеристик оз.Сарыкамыш по материалам космических снимков**

| Характеристика | 1971 г. | 1975 г. | 1976 г. | 1980 г. | 1985 г. |
|---|---|---|---|---|---|
| Отметка уровня воды, м | -9,2 | -7,60 | -6,97 | -4,30 | -2,0 |
| Площадь зеркала, км$^2$ | 1020 | 1600 | 1790 | 2800 | 2900 |
| Длина, км | 43,1 | 73,7 | 76,3 | 81,4 | 84,0 |
| Ширина, км: | | | | | |
| наибольшая | 36,1 | 47,3 | 51,7 | 65,3 | 65,4 |
| средняя | 23,7 | 21,7 | 23,5 | 34,4 | 34,5 |
| Глубина, м: | | | | | |
| наибольшая | 30,0 | 32,0 | 35,0 | 38,0 | 42,0 |
| средняя | 11,2 | 8,5 | 8,1 | 7,3 | 9,3 |
| Объем воды, км$^3$ | 11,44 | 13,54 | 14,55 | 20,56 | 27,08 |
| Длина береговой линии, км | 262 | 486 | 561 | 585 | 520 |
| Показатель: | | | | | |
| удлиненности | 1,82 | 3,40 | 3,25 | 2,37 | 2,43 |
| компонентности | 0,66 | 0,46 | 0,45 | 0,45 | 0,53 |
| развития акватории | 2,32 | 3,45 | 3,74 | 3,12 | 2,72 |
| относительной глубины | 1,05 | 0,73 | 0,67 | 0,51 | 0,65 |
| формы озерной чаши | 0,37 | 0,27 | 0,23 | 0,19 | 0,22 |
| открытости озера | 91,5 | 188,2 | 220,9 | 383,5 | 408,6 |
| условного динамического воздействия берегов и водной массы | 3,89 | 3,29 | 3,08 | 4,79 | 5,57 |

Средняя интенсивность подъема уровня за 1962-1965 гг. достигала 3,1 м/год, за 1965-1974 гг. – 1,8 м/год, за 1976-1981 гг. – 0,5 м/год, в 1982-1986 гг. она сократилась до 0,2 м/год.

Анализ многолетних изменений уровня, восстановленных методом водного баланса, позволяет выделить в режиме озера четыре периода:

начальный период образования ирригационно-сбросового озера (1962-1974 гг.), характеризующийся постоянным наиболее интенсивным подъемом уровня за счет интенсивного поступления КДВ по Дарьялыкскому коллектору – до 4-5 км$^3$;

период замедления роста уровня (1975-1981 гг.), сопровождавшийся затоплением равнинной части котловины;

период приближения водного баланса к равновесным условиям (1982-1966 гг.);

период стабилизации водного баланса с расходованием приходной части на испарение и фильтрации из ложи озеро за счет увеличения его площади.

В приходной части баланса основным ресурсо-формирующим элементом является приток воды в озеро по Дарьялыкскому коллектору, значение которого составляет от 91,4 до 96,4%, остальная часть приходится на долю осадков, а расходной части – испарение.

При этом до 1982-1983 годов водный баланс складывается по типу интенсивного накопления запасов воды, подъема уровня озера и увеличения испарения за счет роста площади. Начиная с 1982 годов сумма приходных статей стабилизировалась в объеме 4,3-5,0 км$^3$, а испарение 3,9-4,0 км$^3$. Иначе говоря, структура водного баланса за исследуемый период практически не изменилась. Около 80 % поступающей воды в озеро расходовалось на испарение, а 20 % - на увеличение его объема, который достиг к 1985 г. 27 км$^3$. В дальнейшем глубина, площадь и объем воды в озере практически стабилизировались на этом уровне, изменяясь от 25-27 км$^3$ до 30 км$^3$.

Дельтовая часть бассейна Амударьи (Республика Каракалпакстан) представлена наиболее развитой сетью естественных понижений – озер, которые служат водоприемниками КДС.

Начиная с 1960 годов для отвода дренажного стока с орошаемых земель в республике строились также крупные коллектора: Аязкалинский, Берунийский, ККС, Главный левобережный (ГЛК), ПВККС, Устюрт, КС-1, КС-3 и КС-4, параметры устьевых частей которых приведены в таблице 8.9. Суммарная протяженность этих межхозяйственных коллекторов составляет

2200 км. По проектам их суммарный расход равен 300 $м^3$/сек или 9,0 $млрдм^3$. На современном уровне общий расход всех этих коллекторов не превышает 40-45 $м^3$/сек или 13-15 % от их проектной величины. Кроме того, фактические параметры эксплуатируемых коллекторов и по другим показателям технических характеристик, таких как отметки дна и горизонтов также не соответствует проектным данным. По этим показателям все коллектора заилены на 2,0-2,5 м. В связи с этим горизонт воды в них на эту величину стоит выше проектных и они подпирают внутрихозяйственные коллектора и дрены, снижая их работоспособность.

В зоне обслуживания этих коллекторов ежегодно формируется от 1193,8 $млн.м^3$ (1970 г.) до 3554,3 $млн.м^3$ в год КДС (1993 г.). Формируемые на орошаемых землях коллекторно-дренажные воды по указанным коллекторам отводятся в реку Амударью, пески и озера – Жылтырбас, Судочье, Мишанкуль, Каратерень и Сарыкамыш. Доля отводимых в реку КДС изменяется в пределах 8,3 % (1970 г.) до 15,8 % (2000 г.), а в пески от 12,6 до 19,1 % от общего объема КДВ. Минерализация вод изменяется в широких пределах от 3,5-4,0 г/л до 5-7 г/л (табл.7.10). Объем КДВ, поступающие в озера составляет 65-70 % от общего объема КДВ.

До 1990-1997 гг. практически все озера, за исключением Судочье, были бессточными, а в современных условиях они являются проточными за счет их реконструкции. В расположенных на территории Республика Каракалпакстан складываются отрицательные солевые балансы с медленным опреснением воды. В этих озерах идет процесс восстановления биоразнообразия. В тоже время КДС формируемый по Республике Каракалпакстан по уровню солености относятся к категории слабоминерализованной и он вполне доступен к использованию на орошение и промывку земель, представленных легкими и средними почвогрунтами. Республика Каракалпакстан имеет в своем земельном фонде огромные свободные площади с почвами легкого сложения.

Только по Сурхандарьинской зоне 45-55 % КДС используется на орошение и промывку земель. В принципе бассейн Амударьи располагает достаточно большим количеством пустынных понижений для приема КДС в полном объеме, который формируется в его пределах, за исключением Лебабской зоны планирования. В этом случае резко снизится оросительная способность реки, а также усложнится управление водоприемниками из-за их переполнения и отвода КДВ в другие понижения. В связи с этим в бассейне Амударьи должны рассматриваться варианты распределения КДВ в реку, водоемы на орошение, установив их оптимальные ресурсы, без ущерба народному хозяйству.

**Таблица 7.10 Технические характеристики устьевых частей крупных коллекторов РК (данные ОГМЭ)**

| №№ пп | Наименование коллекторов | Место нахожде-ния гидропостов (пикеты проект /полевой) | Проектные отметки | | Существующие отметки | | Стадия проекти-рования | Обоснование | Расход, м3/сек | | Дрен. модуль стока, л /се к/га | | Минерализация, г/л |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | дно | горизонт воды | дно | горизонт воды | | | проект | факт | проект | факт | |
| 1 | Аязкалинский | 5/- | 87,65 | 90,75 (мах) | 89,65 | 92,69 | рек/ция | УЗ ГВХ-87 | 33,6 | 7,5 | 0,95 | 0,21 | 4,00 |
| 2 | Беруний | 264 | 86,98 | 88,98 | 87,53 | 89,53 | рек/ция | УЗ ГВХ-87 | 28,0 | 6,6 | 0,69 | 0,16 | 4,00 |
| 3 | ККС | 550 | 49,29 | 52,03 | 51,79 | 51,53 | рек/ция | Узгипроводхоз-1985г. | 42,2 | 11,7 | 0,38 | 0,10 | 3,96 |
| 4 | ГЛК | 30+40 | 53,40 | 54,90 | 55,75 | 57,25 | рек/ция | Узгипроводхоз-1985г. | 21,0 | 3,3 | 0,35 | 0,05 | 3,74 |
| 5 | ПВ ККС | 12 | 51,94 | 53,44 | 54,05 | 55,5 | мехочистка | Уздавмелиосув-2000г. | 15,0 | 2,1 | 0,50 | 0,07 | 2,41 |
| 6 | Устьюрт | 493 | 58,94 | 60,64 | 60,14 | 61,84 | мехочистка | ККРХПО-1993г. | 31,0 | 2,2 | 1,04 | 0,07 | 2,03 |
| 7 | КС-3 | 900 | 48,09 | 50,09 | 50,36 | 52,34 | рек/ция | САГВХ-86 | 32,0 | 1,3 | 0,61 | 0,02 | 2,39 |
| 8 | КС-4 | 272 | 50,17 | 52,16 | 52,16 | 54,15 | рек/ция | САГВХ-86 | 29,0 | 1,6 | 1,10 | 0,06 | 1,79 |
| 9 | КС-1 | 1186 | 48,77 | 52,17 | 50,54, | 52,64 | рек/ция | УЗ ГВХ-87 | 51,0 | 4,8 | 0,57 | 0,05 | 2,41 |

## 7.5. Современный уровень и перспективы управления трансграничными возвратными водами (ТГВВ) и коллекторно-дренажным стоком

Под трансграничными возвратными водами (ТГВВ) понимаются стоки системы коллекторов, ресурсы которых формируются с участием грунтовых (подземных), поверхностных и коммунально-бытовых вод и они отводятся в водоприемники через территории двух или более государств.

К категориям ТГВВ следует отнести стоки, формируемые на территории одного государства, но отводящие водные ресурсы в межгосударственные водоприемники в виде рек и озер и загрязняющие их.

Критерием определения перечня коллекторов, стоки которых формируются на территории одного государства, на наш взгляд, следует принимать их расходы и минерализацию воды.

В условиях ухудшения эколого-мелиоративного состояния бассейна в целом, странами региона вырабатываются национальные и региональные стратегии по управлению трансграничными возвратными водами (ТГВВ).

Региональные и национальные стратегии управления бассейна нацелены на устойчивое развитие и использование трансграничных возвратных вод, которые требуют постоянного мониторинга и управления по ряду критериев, обеспечивающих их экологическую стабильность и безопасность, а также долговременную биопроизводительность и биоразнообразие поддерживаемых ими экосистем.

Система управления ТГВВ включает ряд принципиальных положений:

- определение возможных лимитов сброса ТГВВ в реки с учетом ограничения загрязнения для различных участков рек с тем, чтобы колебания вредных компонентов по содержанию не превышало согласованных концентраций, установлению на этой основе лимитов для стран;
- определение расчетных параметров санитарных и экологических попусков свежей воды по контрольным створам с учетом предполагаемых режимов сбросов ТГВВ в реки;
- разработка принципа выбора и обоснования состава сельхозкультур и зональных мероприятий для различных почвенных условий, в которых рекомендуется использование возвратных вод для орошения земель;
- подготовка рекомендаций по технико-экономическому обоснованию размеров и масштабов привлечения коллекторно-дренажного стока для орошения, промывок и других нужд;
- разработка методики прогнозирования режима водоемов и ветландов для обеспечения их экологической устойчивости и определение необходимых режимов улучшения;
- определение комплекса организационно-технических мероприятий по предотвращению ухудшения мелиоративно-экологического состояния объектов использования ТГВВ.

**Таблица 7.11 Распределение дренажного стока Республики Каракалпакстан по водоприемникам за 1965-2002 гг. (данные ОГМЭ)**

| №№ пп | Годы | Всего отведено | В том числе по водоприемникам | | | | | | | Примечание |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | озеро Жылтыр-бас | озеро Судочье | озеро Машан-куль | озеро Кара-терень | в пески | река Аму-дарья | озеро Сарыкамыш | |
| 1 | 1970 | 1193,80 | 467,60 | 250,50 | | | 164,7 (13,8%) | 120,0 (8,3%) | 191,00 | Орошаемая площадь обслуживается открытой горизонтальной дренажной сетью |
| 2 | 1975 | 2014,10 | 418,10 | 193,10 | | | 146,50 | 130,10 | 172,60 | |
| 3 | 1980 | 2978,30 | 856,27 | 583,05 | 210,05 | 119,60 | 401,96 | 271,00 | 362,00 | |
| 4 | 1985 | 2943,35 | 865,91 | 643,76 | 231,01 | 244,17 | 340,44 | 387,60 | 230,46 | |
| 5 | 1990 | 2331,53 | 603,64 | 568,80 | 106,59 | 115,49 | 293,10 (12,6%) | 356.30 (15,3%) | 287,61 | |
| б | 1991 | 2881,24 | 772,92 | 596,76 | 129,01 | 109,17 | 463,40 | 507,86 | 302,12 | |
| 7 | 1992 | 3554,27 | 1068,46 | 734,98 | 197,55 | 179,16 | 586,40 | 423,84 | 363,88 | |
| 8 | 1993 | 3295,53 | 928,09 | 748,71 | 248,77 | 169,24 | 522,80 | 378,30 | 242,04 | |
| 9 | 1994 | 2897,20 | 835,62 | 655,91 | 249,57 | 176,20 | 351,22 | 346,36 | 182,31 | |
| 10 | 1995 | 1876,09 | 453,56 | 515,88 | 85,96 | 74,50 | 327,76 (17,5%) | 268,89 (14,3%) | 149,54 | |
| 11 | 1996 | 2503,77 | 685,85 | 583,71 | 204,84 | 113,38 | 368,52 | 354,30 | 193,16 | |
| 12 | 1997 | 1846,63 | 435,52 | 469,11 | 85,69 | 49,19 | 358,48 | 305,62 | 143,02 | |
| 13 | 1998 | 2813,50 | 845,00 | 629,10 | 291,90 | 144,30 | 422,40 | 303,50 | 177,30 | |
| 14 | 1999 | 2737,00 | 709,80 | 595,60 | 211,90 | 125,10 | 488,15 | 325,30 | 281,15 | |
| 15 | 2000 | 1572,20 | 344,00 | 350,90 | 67,80 | 45,50 | 300,78 (19,1%) | 248,00 (15,8%) | 215,22 | |

**Таблица 7.12 – Объемы возвратных дренажных вод и солевого стока бассейна р.Амударьи**

| Области формирования | Годы наблюдения | Площадь формирования | Основные источники формирования стока | Средняя минерализация, г/л | Объем возвратных вод и солевого стока, млн.м$^3$ тыс.тн | В том числе | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | в реку, млн.м$^3$ тыс.тн | в понижения, млн.м$^3$ тыс.тн | на орошение, млн.м$^3$ тыс.тн |
| ***Верхнее течение*** | | | | | | | | |
| Республика Таджикистан | 1990 | 500 | дренажные системы р.Вахш, Пяндж и Кафирниган | 1,2 | 4500<br>5400 | 4500 (100%)<br>5400 (100%) | - | - |
| | 1999 | 530 | -«- | 1,27 | 400 | 4000 (100%) | - | - |
| | | | | | 5080 | 5080 (100%) | | |
| Республика Узбекистан | 1990 | 311 | р.Карасу | 2,35 | 1138 | 510 (44,8%) | - | 628 (55,2%) |
| | | | к-р Ангорский | | 2674,3 | 1198,5 (44,8) | | 1475,8 (55,2%) |
| | 1999 | 320 | ВСТ, К-1, К-2… К-5 | 2,2 | 1100 | 600 (54,5%) | - | 500 (45,5%) |
| | | | | | 2420 | 1320 (54,5%) | | 1100 (45,5%) |
| ***Среднее течение*** Республика Узбекистан Кашкадарьинская | 1990 | 485 | К.Южный | 6,76 | 1722 | 654 (38,7%) | 1068 (61,3%) | - |
| | | | Каракалпак | | 11640,7 | 4366,1 (38,7%) | 7219,7 (61,3%) | |
| | 1999 | 490 | | 7,1 | 2340 | 800 (34,2%) | 1540 (63,8%) | - |
| | | | | | 16614 | 5680 (34,2%) | 10934 (63,8%) | |
| Бухарская | 1990 | 343 | Парсанкуль, ЦБК | 3,7 | 2273 | 650 (28,6%) | 1623 (71,4%) | - |
| | | | к-р Северный | | 8410 | 2405 (28,6%) | 6005 (71,4%) | |
| | 1999 | 360 | Денгизкуль | 4,2 | 2790 | 810 (29 %) | 1980 (71 %) | - |
| | | | | | 11718 | 3402 (29 %) | 8316 (71 %) | |
| Республика Туркменистан Дашогузская | 1990 | 325 | Система озерно-уровневая и Дарьялыкский коллектор | 4,4 | 1157,7 | - | 1157,7 (100%) | - |
| | | | | | 5209,6 | | 5209,6 (100%) | |
| | 1999 | 460,7 | | 3,5 | 2263,2 | - | 2263,2 (100%) | - |
| | | | | | 7921,2 | | 7921,2 (100%) | |
| Лебабская | 1990 | 263,4 | Система коллекторов | 2,67 | 2565 | 2565 (100%) | - | - |
| | | | левобережной территории | | 6848,5 | 6848,5 (100%) | | |
| | 1999 | 322,2 | р.Амударьи | 2,3 | 1814 | 1814 | - | - |
| | | | | | 4172,2 | 4172,2 (100%) | | |
| ***Нижнее течение*** | | | | | | | | |

| Области формирования | Годы наблюдения | Площадь формирования | Основные источники формирования стока | Средняя минерализация, г/л | Объем возвратных вод и солевого стока, млн.м$^3$ тыс.тн | В том числе | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | в реку, млн.м$^3$ тыс.тн | в понижения, млн.м$^3$ тыс.тн | на орошение, млн.м$^3$ тыс.тн |
| Республика Узбекистан | | | | | | | | |
| Хорезмская | 1990 | 258 | к-р «Озерный» | 2,98 | 2740 | - | 2561 (93,5%) | 179 (6,5%) |
| | | | | | 8165,2 | | 7631,8 (93,5%) | 533,4 (6,5%) |
| | 1999 | 256 | «Дарьялык» | 3,7 | 3290 | - | 3110 (94,5%) | 180 (5,5%) |
| | | | | | 12173 | | 11507 (94,5%) | 666 (5,5%) |
| Республика Каракалпакстан | 1990 | 495 | Системы коллекторов КС, к-р Берунийский | 4,2 | 2332 | 388 (16,6%) | 1944 (83,4%) | - |
| | | | | | 9794,4 | 1629,6 (16,6%) | 8164,8 | |
| | 1999 | 500 | к-р Аязкалинский | 4,2 | 2200 | 320 (85,5%) | 1880 (100%) | - |
| | | | | | 9240 | 1344 (85,5%) | 7896 (100%) | |
| Республика Туркменистан Ахалская | 1990 | 332,2 | Системы коллекторов | 13,6 | 479,4 | - | 479,4 (100%) | - |
| | | | области | | 6519,8 | | 6519,8 (100%) | |
| | 1999 | 479,04 | | 9,20 | 498,2 | - | 498,2 (100%) | - |
| | | | | | 4583,4 | | 4583,4 (100%) | |
| Марыйская | 1990 | 373,1 | Системы коллекторов: | 12,2 | 1657 | - | 1657 (100%) | - |
| | | | области | | 20215 | | 20215 (100%) | |
| | 1999 | 472,04 | | 5,0 | 1395 | - | 1395 (100%) | - |
| | | | | | 6960 | | 6960 (100%) | |
| **Всего по бассейну** | **1990** | - | - | - | **20559,1** | **9267 (45%)** | **10490,1 (51%)** | **807 (4%)** |
| | | | | | **84877,5** | **21847,7 (23,7%)** | **60965 (69%)** | **2009,2 (5,3%)** |
| | **1999** | - | - | - | **21690,4** | **8344 (40%)** | **12666,4 (58,8)** | **680 (1,6%)** |
| | | | | | **80881,8** | **20998,2 (26,2%)** | **58104,8 (71,8)** | **1766 (2,0%)** |

Региональная стратегия управления ТГВВ, включает:

- установление лимитами сброса возвратных вод по объемам воды и по количеству сбрасываемых загрязнителей странам и отдельным их зонам;
- порядок назначения санкций при нарушении согласованных лимитов;
- установление границ ответственности за управление ТГВВ между региональными, национальными и местными органами;
- баланс распределения солей, вовлекаемых возвратными водами, между зонами их накопления.

Национальная стратегия управления ТГВВ включает:

- установление перечня и состава охраняемых и управляемых водоемов на возвратных водах, порядок их передачи под управление соответствующим местным и областным органам водного хозяйства (или) и охраны природы;
- разработка правил и порядка работы национальных организаций по управлению возвратными водами;
- подготовка порядка распределения лимитов сбросов ТГВВ между областями и местными зонами;
- разработка системы управления ТГВВ на национальном уровне, включая выдачу разрешений на использование их для орошения и другие нужды;
- подготовка и утверждение регламента работы охраняемых национальных водоемов на возвратных водах, включая прогнозирование их режимов с позиций устойчивого развития, а так же предложения по соответствующим инженерным и экологическим мероприятиям;
- составление перечня основных зональных организационно-технических мероприятий по предотвращению или минимизации ущерба при использовании ТГВВ на поддержание ветландов и других видов водопользования.

Создание новых (или расширение существующих) региональных и национальных организаций для усиления "организационного потенциала" водо-экологических организаций, ответственных за управление ТГВВ.

В суверенных странах Центральной Азии, в зависимости от географического, природно-хозяйственного и экономического положения, а также характера проявления (направленности) экологических процессов реализуются различные организационно-технические решения по управлению (использование и размещение) коллекторно-дренажными стоками. При этом общим для всех государств Центральной Азии является использование части стока вод на местах их формирования на орошение, а различие - в решении проблем отвода и утилизации.

В Республике Узбекистан в бассейне р.Амударьи 50-65 % КДС Бухарской, Навоийской областей и Республики Каракалпакистан отводятся местные понижения, такие как Соленое озеро - Денгизкуль, Аят-Агитма, Акчакуль и др., а Хорезмская область полностью сбрасывает в озеро Сарыкамыш емкостью более 20 км$^3$. В бассейне р.Сырдарьи 70 % дренажного стока, формируемого в ее средней части, отводится в естественное понижение Арнасай. Однако, частичной отсечкой КДС от сброса в ствол реки экологическая проблема улучшения качества речного стока не решается. Поэтому по поручению правительства Республики Узбекистан в 1980 г. проектным институтом "Средазгипроводхлопок" разрабатывалось технико-экономическое обоснование Большого правобрежного коллектора по сбору и отвода возвратных дренажных вод с орошаемых земель, расположенных в верхнем, среднем и частично нижнем течениях р.Амударьи, общей площадью около 1 млн.га. Трасса коллектора проходит по правому берегу реки Амударьи параллельно к ней по пескам и впадает в Аральское море. Общий объем сбора коллекторно-дренажных вод по проекту установлен в порядке 3,5 км$^3$. Протяженность коллектора составляет более 308 км, а стоимость оценена около 1 млр.долл.США. По прогнозу отсечка КДС с правобережной части Амударьи должна обеспечить снижение минерализации воды в нижнем течении реки ниже 1,0 г/л. Общим недостатком ТЭО является отсутствие технических альтернатив по снижению дренажного стока, и его очень большая стоимость.

Строительство Правобережного коллектора начато в 1987 г., оно велось медленно из-за недостатка финансирования. В связи с этим, Правительство Узбекистана обратилось за помощью в Всемирному Банку развития и реконструкции за помощью. К сожалению, семь лет Всемирный Банк, проводя исследования силами различных консалтинговых организаций, затратив несколько миллионов долларов США, до сего времени не выделил средств на эти цели.

Республика Казахстан.

В пределах Республики Казахстан в бассейне Сырдарьи ежегодно формируются возвратные воды в объеме от 2,1 до 2,5 млрд.м$^3$, из которых 40-45 % отводятся в местные понижения, водоемы и ветланды, а остальная часть - в русло реки.

Благодаря природно-климатическим условиям большинство водоемов Казахстана являются уникальными природными гидробиокомплексами. В водоемах обитает более 1000 видов водолюбивых растений, сотни видов беспозвоночных и рыб, 12 видов водолюбивых млекопитающих К числу наиболее важных компонентов относятся водоплавающие и околоводные птицы - около 130 видов.

Переход к экологически безопасному и устойчивому развитию является одним из приоритетных направлений развития Казахстана. В Стратегию долгосрочного развития страны до 2030 года включен раздел «Экология и природные ресурсы – 2030», где выделены 4 приоритетных направления:

1. Создание экологически безопасной окружающей среды
2. Сбалансированное использование природных ресурсов
3. Сохранение биологического разнообразия
4. Экологическое просвещение

Из этого следует, что сохранение биоразнообразия водных экосистем - приоритетная проблема государственной политики. Однако экономические трудности являются на данном этапе серьезной помехой по ее осуществлению.

Республика Туркменистан.

Правительством принято решение по созданию грандиозного озера-водохранилища "Озеро Золотого века Туркменистан", создаваемого за счет сбора и отвода коллекторно-дренажных вод (КДВ), формируемых на территориях Туркменистана и частично Узбекистана.

Коллекторно-дренажный сток, формируемый на орошаемых землях 5-вилоятов Республики Туркменистан - Ахал, Балкана, Мары, Лебаба, Дашховуза и Хорезмской области Республики Узбекистан, подается к озеру с помощью строительства двух магистральных коллекторов, протяженность которых составляет 1080 км. К магистральным коллекторам дренажный сток из вилоятов поступает через 9 межхозяйственных коллекторов, общей протяженностью 936 км.

Очевидно, что реализация этого грандиозного проекта затрагивает изменение эколого-мелиоративных процессов не только Республики Туркменистан, но и всего низовья Амударьи.

Положительной стороной этого проекта является то, что строительство объединительных коллекторов с их рукавами позволяет управлять отводом дренажного стока с орошаемой территории за его пределы, а также предотвращает поступление его в ствол Амударьи в пределах Лебабского вилоята в объеме 2-2,5 км3, тем самым снижает солевое давление в реку, хотя и на незначительную величину - 6-7 млн. тонн в год при общем поступлении солей порядка 60-80 млн.тонн в год.

В то же время возможность быстрого наполнения (до 2010 года) и, тем более, использование на расширение орошаемых площадей, развитие рыбопроизводства с очисткой вод, а также решение проблемы мелиорации земель вызывает определенное сомнение.

В Таджикистане и Кыргызстане расположены в головных (верхних) участках рек Амударьи и Сырдарьи весь коллекторно-дренажный возвратный сток, сформированный в этих странах, в виду их географического положения он обратно поступает в русло рек, загрязняя их солями и пестицидами.

**Таблица 7.13 Система управления ТГВВ, критерии и ограничения**

| Вид использования возвратных вод | Направление возможного использования | Критерий устойчивости | Ограничения | Контроль |
|---|---|---|---|---|
| Сброс в реки | Увеличение водного ресурса | Недопущение превышения допустимого лимита загрязнения воды в реке | Максимальная величина лимита загрязнения стока повременно | Качество воды в реке и аккумуляция солей в зонах планирования |
| Орошение и нужды других водопотребителей | - В местах формирования стока для орошения сельхозкультур<br>- На пустынных массивах для орошения солеустой-чивых древесных культур<br>- Для промывки засоленных земель<br>- Для подпитки корнеобитаемого слоя подпором воды в коллекторах<br>- Использование для технических нужд | - Недопущение засоления земель<br>- Экономическая и экологическая стабильность<br>- Эффект рассоления<br>- Недопущение заболачивания и засоления земель<br>- Недопущение коррозии металлических частей ма-шин и механизмов | - Наличие ресурса воды<br>- Солевой баланс земель в сезонном разрезе отрицателен<br>- Солевой баланс в сезон-ном разрезе отрицателен, экологическая целесообразность<br>- Расположение УГВ ниже допустимого уровня, сезонный отрицательный солевой баланс<br>- Наличие ресурса воды | - Солевой состав почв в целом и по ионам<br>- Солевой состав почв в целом и по анионам<br>-Ход рассоления<br>- Контроль за УГВ, солевой состав почв в целом и по ионам<br>- Солевой состав воды и ионный состав |
| Сброс в водоемы и ветланды | - Создание ветландов;<br>- Рыбопроизводство;<br>- Пушное звероводство;<br>- Корм скоту;<br>- Охота и туризм;<br>- Миграция птиц;<br>- Восстановление дельт рек; | - Требования соответствующих отраслей по изменению минерализации, расходов, проточности, кислородному обмену и т.д. | - Минерализация и объем сбросных вод;<br>- Возможность разбавле-ния пресными водами по объему; | - Застойные зоны;<br>- Скорость воды;<br>- Содержание солей;<br>- Содержание кислорода;<br>- БПК |

# VIII. МЕТОДЫ РАССОЛЕНИЯ ЗЕМЕЛЬ

На современном этапе ведения орошаемого земледелия в Центральной Азии из 7,950 млн.га более 70 % (5,4 млн.га) относятся к категории засоленных земель, из которых площади со средним и высоким содержанием солей составляет более 3,0 млн.га. Тогда как в 1990 году площади с этими категориями засоления составляли – 1844 тыс.га – увеличилось на 62 %. При этом незасоленные земли больше всего получили распространение в республиках Кыргызстан (91-94 %) и Таджикистан (80-85 %), орошаемые площади которых представлены автоморфными почвогрунтами с глубоким залеганием слабоминерализованных грунтовых вод. В Республике Узбекистан незасоленные земли составляют около 49 %, в Южном Казахстане (Чимкентская и Кзыл-ординская области) – 26 %, а в Туркменистане всего 4-5 %.

Мировой опыт борьбы с засолением показывает, что единственным методом их рассоления является промывка почв водой на фоне хорошо работающей дренажной системе. Все виды технологии рассоления почв с применением органических и химмелиорантов, а также рыхлителей сами по себе не обеспечивают опреснение земель без подачи воды и дренажа. Они являются ускорителями выщелачивания солей.

Практически орошаемые земли Центральной Азии, представленные засоленными или подверженными к засолению почвогрунтами обеспечены дренажем и на их фоне регулярно осуществляются мероприятия по их рассолению. В Центральной Азии имеется колоссальный опыт по рассолению земель путем проведения промывок. В республиках Узбекистан, Туркменистан и Южном Казахстане рассоление почв достигается путем проведения промывок. А в Кзыл-ординской области и в некоторых районах Южного Казахстана, Северного Каракалпакстана, через посевы риса. В связи с этим Центральной Азии разработаны теоретические и практические аспекты расчета промывок и параметров дренажа, основанное на изучении закономерностей формирования запасов и химического состава солей в естественных условиях и ведения орошения. А также разработаны теории физико-химической гидродинамики движения, потока в различных рельефно-почвенных и ирригационно-дренажных условиях; обработана техника и технология рассоления почв при капитальных и эксплуатационных промывках.

Капитальные промывки земель в ЦА проводились при рассолении сильнозасоленных почв и солончаков для единовременного опреснения корнеобитаемого слоя (до 0,7-1,0 м) до необходимого нижнего предела, при котором сельхозпроизводство велось без снижения урожайности сельхозкультур. Они больше всего применялись на вновь осваиваемых территориях и на староорошаемых массивах при освоении внутриконтурных переложных земель. Рассоление таких земель требует значительных объемов воды (более 10 тыс.м$^3$/га) и мощности дренажа, что увеличивает капиталовложение на их осуществление. В связи с этим, начиная с 1990 годов, эта технология рассоления земель практически нигде не применяется и в ЦА рассоление достигается, в основном, путем проведения эксплуатационных промывок и, частично, через посев риса.

Эксплуатационная, или так называемая ежегодная профилактическая промывка, раньше в бездренажных условиях проводилась (до 1965-1970 гг.) в осеннее-зимние периоды, когда уровень грунтовых вод залегал относительно глубоко, за счет сработки его на суммарное испарение. В последующем, после развития коллекторно-дренажной сети, эксплуатационная промывка стала проводиться в ранневесенние периоды как средство борьбы с сезонным накоплением солей в корнеобитаемой зоне, так и влагозарядки к весенним посевам.

В состав эксплуатационных промывок почв входит профилактическая промывка в виде влагозарядковых поливов. В целях предупреждения реставрации засоления почв она проводится, в основном в весенний период года на слабозасоленных землях. Эксплуатационными промывками и влагозарядковыми поливами при правильном назначении нормы и, особенно, сроков их проведения, достигается оптимальная влажность и концентрация почвенного раствора в корнеобитаемом слое, перед посевом сельхозкультур, что обеспечивает дружный всход семян.

Устойчивое рассоление корнеобитаемого слоя и зоны аэрации достигается при этом способе в течение ряда лет на фоне интенсивно работающего постоянного дренажа. Нормы

эксплуатационных промывок устанавливаются в зависимости от степени, типа засоления и вводно-физических свойств почвогрунтов. На слабо- и среднезасоленных почвах со средней и хорошей проницаемостью достаточными являются промывные нормы 2,5-3,5 тыс.м$^3$/га, а на сильнозасоленных с тяжелыми механическими составами почв – до 5-7,5 тыс.м$^3$/га (табл.8.1). Указанные нормы промывок установлены на основании многочисленных опытно-производственных исследований земель на фоне различных типов дренажа, проведенных в различных природно-хозяйственных условиях Республики Узбекистан и Южного Казахстана они утверждены министерствами сельского хозяйства республик в 1975 г. Обязательным условием промывного режима орошения мелиоративного периода является соблюдение условия В I (1,15-1,2) / (И+Т), где В – суммарное водопоступление на орошаемые поля; И+Т – суммарное испарение. При этом промывной режим орошения (рассолительный режим) может быть достигнут двумя способами, за счет подачи воды на поля в вегетационный период усиленными поливными нормами (оросительной нормой) и проведения осеннее-зимних и весенних эксплуатационных промывок. На практике в Центральной Азии был осуществлен второй способ проведения промывного режима орошения на фоне дренажа, который лучше всего сочетается с режимом бассейнового управления водными ресурсами. До 1985 года нормы эксплуатационных промывок увязывались с метеорологическими условиями и водными ресурсами рассматриваемого года, по которым устанавливались лимиты водоподачи в разрезе областей и районов согласно норматива (табл.8.1). В маловодные годы, из-за дефицита водных ресурсов, несколько снижались промывные нормы. В связи с этим, для повышения рассоляющего эффекта промывок (особенно в маловодные годы), предотвращения реставрации засоления почв к началу сева, промывка проводилась с соблюдением технологии проведения рассолительных мероприятий и агротехнических приемов, проводимых после ее завершения (разравнивание чеков и планировка, чизелевание и боронование и др.). Глубокая вспашка и рыхление с внесением органических удобрений и химмелиорантов (навоза, лигнина) резко повышают рассолительный эффект промывок.

Таким образом, в годы нормальной работы дренажных систем и проведения зимне-ранне-весенних промывок с нормой, близкой к нормативным значениям по большинству зон планирования протекало рассоление почв, темпы которого изменялись в зависимости от соотношения дренажного стока к водопоступлению на орошаемые земли, что видно по таблицам 8.2 и 8.3). Так, например, в старой зоне Голодной степи реализация комплексных мер по дренажу и эксплуатационным промывкам дала возможность за короткий период выравнивать мелиоративный фон орошаемых земель и повысить урожайность сельхозкультур

По данным почвенно-солевых съемок Узгипроводхоза, к 1977 г. на Шурузякском массиве площадь незасоленных и слабозасоленных земель увеличилась в 2,6 раза и достигла 59,2 тыс.га (87 %) против 21,6 тыс.га или 32 % в 1958 г. (табл.8.4). В то же время сократились площади солончаков, средне- и сильнозасоленных почв до 9 % против 66 % в 1958 г. и 33 % - в 1966 г. По результатам почвенно-солевого опробования 1977 г. площадь засоленных земель сохранилась на том же уровне, что в 1974 г.

На Сардобинском массиве площадь более 35 тыс.га, где водоподача на орошаемые поля были несколько ниже, чем на Шурузякском, процесс рассоления земель протекал медленнее. К 1976 г. здесь имелись довольно большие площади средне- и сильнозасоленных земель (23,7 %) и солончаков (19,0 %). Площади незасоленных и слабозасоленных почв к этому периоду увеличились в 1,7 раза и составили 14,317 (44 %) тыс.га против 9,1 тыс.га в 1966 г. (табл.8.5). При этом, если в предыдущие годы (с 1958 по 1966 гг.) на Шурузякском и Сардобинском массивах наблюдался рост площадей, выпавших из сельхозоборота, то в последние годы наблюдается резкое их снижение (табл.8.5).

**Таблица 8.1 Примерные нормы эксплуатационных промывок на орошаемых землях Узбекистана, подверженных засолению (при наличии дренажа)**

| Механический состав, характер строения и сложения почвогрунтов в зоне аэрации | Исходное содержание хлор-иона в слое 0-100 см, % | Общая промывная норма, тыс.м$^3$/га | Кратность промывок |
|---|---|---|---|
| ***Голодная степь*** | | | |
| Средне- и легкосуглинистые, однородные | 0,1-0,04 | 3,0-3,5 | 1 |
| | 0,04-0,10 | 3,5-5,0 | 2 |
| Слоистые, неоднородные | 0,1-0,04 | 4,0-5,0 | 2 |
| | 0,04-0,10 | 5,0-6,5 | 3 |
| ***Ферганская долина*** | | | |
| Легкие, слоистые | 0,01-0,04 | 2,0-2,5 | 1 |
| | 0,04-0,10 | 2,5-4,0 | 2 |
| Среднесуглинистые, слоистые, неоднородные | 0,1-0,04 | 3,0-3,5 | 1 |
| | 0,04-0,10 | 3,5-5,0 | 2 |
| Глинистые и тяжело-суглинистые, однородные и слоистые | 0,04-0,10 | 5,0-6,5 | 3 |
| ***Бухарская область*** | | | |
| Легкие | 0,01-0,04 | 2,0-2,5 | 1 |
| | 0,04-0,10 | 2,5-4,0 | 2 |
| Среднесуглинистые, слоистые, неоднородные | 0,1-0,04 | 3,0-3,5 | 1 |
| | 0,04-0,10 | 3,5-5,0 | 2 |
| Глинистые и тяжело-суглинистые, однородные и слоистые | 0,1-0,04 | 4,0-5,0 | 2 |
| | 0,04-0,10 | 5,0-6,5 | 3 |
| ***КАССР и Хорезмская область*** | | | |
| Легкие, слоистые | 0,01-0,04 | 3,0-3,5 | 2 |
| | 0,04-0,10 | 3,5-5,0 | 3 |
| Среднесуглинистые, слоистые, неоднородные | 0,1-0,04 | 4,0-5,0 | 3 |
| | 0,04-0,10 | 6,0-7,5 | 5 |
| ***Каршинская и Шерабадская степи*** | | | |
| Легкие, слоистые | 0,1-0,04 | 3,0-3,5 | 2 |
| | 0,04-0,10 | 3,5-5,0 | 2-3 |
| Среднесуглинистые, слоистые, неоднородные | 0,1-0,04 | 4,0-5,0 | 3 |
| | 0,04-0,10 | 5,0-6,5 | 4 |
| Глинистые и тяжелосуглинистые | 0,1-0,04 | 5,0-6,0 | 3 |
| | 0,04-0,10 | 6,0-7,5 | |

**Таблица 8.2 Изменения удельного водозабора за период 1970-2000 гг. по зонам планирования Республики Узбекистан**

| Зоны планирования | Годы и удельные водозаборы (нетто), $м^3$/га | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1970 | | 1975 | | 1980 | | 1985 | | 1990 | | 1995 | | 2000 | |
| | за год | невегетац. | за год | невегетац. | за год | невегетац. | за год | невегетац. | за год | невегетац. | за год | невегетац. | за год | невегетац. |
| Андижан | 11709 | 2340 | 12370 | 2250 | 10570 | 2562 | 9225 | 1738 | 8750 | 2100 | 7900 | 1400 | 9002 | 1500 |
| Бухара | 14300 | 4200 | 13270 | 3270 | 16200 | 4200 | 18600 | 4960 | 16740 | 5100 | 11100 | 3400 | 12060 | 3530 |
| Джизак | - | - | - | - | 8200 | 2200 | 8000 | 2790 | 7800 | 2200 | 6300 | 1100 | 7640 | 2220 |
| Кашкадарья | - | - | - | - | 11200 | 1850 | 12700 | 3000 | 11200 | 3700 | 8400 | 1400 | 9520 | 2440 |
| Навои | - | - | - | - | - | - | 15600 | 5500 | 14500 | 3900 | 7700 | 2100 | 14250 | 4500 |
| Наманган | 9426 | 1585 | 7882 | 2070 | 9540 | 2150 | 8322 | 1350 | - | 2200 | 7300 | 1300 | 9050 | 1860 |
| Самарканд | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 3400 | 6500 | 500 | 8100 | 1980 |
| Сырдарья | 12140 | 3400 | 12250 | 3600 | 12000 | 4200 | 9000 | 1850 | 8968 | 1700 | 7100 | 1500 | 10570 | 2940 |
| Сурхандарья | 15545 | 4750 | 10400 | 2850 | 17000 | 4200 | 15200 | 3700 | 12200 | 900 | 9500 | 1700 | 11830 | 2530 |
| Ташкент | - | - | - | - | 14400 | 3300 | - | 2600 | 8900 | 2200 | 8580 | 320 | 7790 | 650 |
| Фергана | 9082 | 2500 | 8783 | 2400 | 11536 | 3445 | 10507 | 3085 | 8748 | 1950 | 9200 | 3200 | 92700 | 2320 |
| Хорезм | 19118 | 4020 | 24102 | 5800 | 17200 | 4195 | 14640 | 2900 | 1100 | 2500 | 13100 | 4600 | 14980 | 4080 |
| Каракалпакстан | 14775 | 5250 | 18230 | 6000 | 19600 | 6380 | 13070 | 3570 | 8200 | 3260 | 10600 | 2600 | 13600 | 3160 |

**Таблица 8.3. Динамика засоления орошаемых земель и развития коллекторно-дренажной сети (КДС)**

| Области | Среднее и сильное засоление, % | | | Удельная протяженность КДС | | | | Количество вертикальных скважин | | | Урожай, т/га | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1970 | 1990 | 1999 | 1960 | 1970 | 1990 | 2000 | 1970 | 1990 | 2001 | 1970 | 1990 | 1996 | 2000 |
| Андижанская | 13,0 | 1 | 4,4 | 11,0 | 20,6 | 27,4 | 27,4 | - | 451 | 483 | 2,59 | 2,89 | 2,87 | 3,18 |
| Бухарская | 26,2 | 25,6 | 32,2 | 8,3 | 12,0 | 28,0 | 28,0 | - | 703 | 703 | 2,83 | 3,19 | 2,86 | 2,72 |
| Кашкадарьинская | 15,4 | 11,9 | 12,7 | 1,9 | 6,6 | 16,0 | 16,0 | - | 550 | 461 | 2,64 | 2,37 | 2,.18 | 1,61 |
| Наманганская | 7,4 | 1,8 | 4,8 | - | 16,0 | 23,.5 | 23,5 | - | 242 | 228 | 2,.53 | 3,11 | 2,50 | 2,58 |
| Самаркандская | 1,8 | 1,4 | 1,3 | 6,0 | 7,9 | 9,0 | 9,0 | - | 96 | 79 | 2,38 | 2,64 | 2,23 | 1,79 |
| Сурхандарьинская | 18,8 | 13,8 | 19,0 | 6,7 | 20,3 | 25,5 | 25,5 | - | 37 | 28 | 3,23 | 3,25 | 3,06 | 2,17 |
| Сырдарьинская | 25,7 | 25,5 | 35,7 | 8,6 | 40,6 | 46,7 | 46,7 | 207 | 1672 | 472 | 2,07 | 2,39 | 1,33 | 1,29 |
| Ташкентская | 4,8 | 0,4 | 0,4 | 14,2 | 16,8 | 1,6 | 14,6 | 21 | 129 | 121 | 2,62 | 2,81 | 2,38 | 2,38 |
| Ферганская | 22,1 | 11,9 | 27,4 | 23,6 | 29,3 | 32,5 | 32,5 | 100 | 1052 | 1264 | 2,37 | 2,99 | 2,36 | 2,99 |
| Хорезмская | 38,4 | 40 | 59,2 | 19,5 | 24,0 | 38,3 | 38,3 | - | - | | 3,90 | 3,15 | 2,87 | 2,07 |
| Каркакалпакстан | 38,5 | 36,6 | 43,4 | 1,9 | 14,5 | 33,0 | 33,0 | - | - | | 2,79 | 2,28 | 1,38 | 0,96 |
| **Узбекистан** | **19,6** | **16,5** | **22,7** | **9,2** | **18,9** | **26,8** | **26,8** | **328** | **4952** | **3839** | **2,73** | **2,82** | **2,36** | **2,08** |

**Таблица 8.4 Динамика земель по степени засоления на Шурузякском массиве, га/%**

| Год | Степень засоления | | | | Неудобие и населенные пункты | Всего |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | незасоленные и слабая | средняя | сильная | солончаки | | |
| 1952 | 31880 | 7100 | 13100 | 14700 | 1300 | 68000 |
| | 46,5 | 10,3 | 19,3 | 21,9 | 2,0 | 100 |
| 1958 | 21600 | 15200 | 15100 | 14400 | 2100 | 68400 |
| | 32 | 23,0 | 22,0 | 21,0 | 2,0 | 100 |
| 1966 | 44400 | 12300 | 7300 | 2600 | 2,2 | 68400 |
| | 65 | 18,0 | 110 | 4,0 | 3,0 | 100 |
| 1974 | 59200 | 2100 | 2200 | 2200 | 2700 | 68400 |
| | 87 | 3,0 | 3,1 | 3,1 | 4,0 | 100 |
| 1977 | 58945 | 2969 | 2152 | 1582 | 2756 | 68404 |
| | 86,2 | 4,5 | 3,1 | 2,3 | 4,0 | 100 |
| 1982 | 49725 | 11975 | 3875 | - | 2829 | 68404 |
| | 73 | 17 | 6 | | 4 | 100 |
| 1988 | 37827 | 25720 | 2121 | - | 2829 | 68404 |
| | 55,3 | 37,6 | 3,1 | | 4,0 | 100 |

**Таблица 8.5 Динамика земель по степени засоления на Сардобинском массиве (данные Узгипроводхоза), га/%**

| Год | Степень засоления | | | | Прочие | Всего |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | слабая | средняя | сильная | солончаки | | |
| 1958 | 8543 | 3714 | 9233 | 9366 | 1728 | 32504 |
| | 26,2 | 11,4 | 28,4 | 28,6 | 6,0 | 100 |
| 1966 | 9104 | 54106 | 3357 | 13300 | 1181 | 32352 |
| | 28,2 | 16,9 | 10,3 | 42,2 | 4,4 | 100 |
| 1974 | 11413 | 3357 | 4165 | 10737 | 2680 | 32352 |
| | 25,4 | 10,3 | 12,7 | 33,3 | 8,3 | 100 |
| 1978 | 14137 | 4596 | 4689 | 2617 | 3235 | 32352 |
| | 44,0 | 14,2 | 14,5 | 19,0 | 8,3 | 100 |
| 1982* | 22506 | 71736 | 3500 | 4252 | - | 37432 |
| | 60,1 | 19,2 | 9,3 | 11,4 | - | 100 |
| 1988 | 20138 | 17069 | 225 | - | - | 37432 |
| | 53,8 | 45,6 | 0,6 | | | 100 |

* Данные Средазгипроводхлопка

На землях Пахтааральского района, где покровный мелкозем сложен более легкими почвогрунтами (супесь, суглинки легкие и средние), обладающими относительно высокой водо- и солеотдачей, рассоление земель протекало быстрее. Здесь с 1952 по 1966 гг. наблюдался рост площадей среднезасоленных земель и солончаков за счет сокращения незасоленных и слабозасоленных почв. Массовый ввод в эксплуатацию скважин вертикального дренажа, начатый в 1966-1967 гг., обеспечил оптимальные условия для проведения осенне-зимних рассолительных мероприятий и к 1977 г. площади незасоленных и слабозасоленных земель составили 95,8 % от орошаемой территории (табл.6.6). При этом исчезли солончаки, а площади сильно- и среднезасоленных земель резко сократились. Начиная с 1981 г. на землях Пахтааральского района началась реставрация засоления, появились солончаки (1417 га, или 4 %) и резко увеличились площади сильнозасоленных земель (до 21-24 %). Аналогичный процесс реставрации идет

на Шурузякском и Сардобинском массивах с 1982-1983 гг., что связано с ухудшением как эксплуатации дренажных систем, так и нарушением требований промывного режима орошения.

Это обусловлено, с одной стороны, ухудшением эксплуатации СВД и снижением норм промывной воды, а с другой – ростом минерализации оросительной воды. КПР системы в этом районе за последние годы составлял 0,23-0,33. В то же время из года в год снижался дебит скважин, величина которого не превышала 30-35 % от начального расхода насосных колодцев.

Благоприятная направленность мелиоративных процессов и вводно-солевых режимов, начатых в 1970-1973 г., способствовала повышению урожайности хлопчатника на 5-11,5 ц/га и доведению ее в целом по старой зоне орошения Голодной степи Сырдарьинской области до 28-32 ц/га (рис.8.1), а по Казахской части ее до 35-37 ц/га.

(Шурузякский массив 68,4 тыс. га)

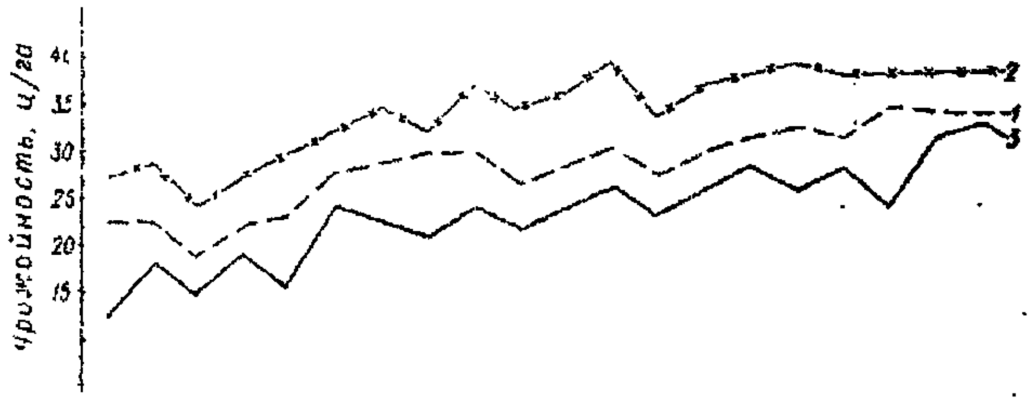



**Рис.8.1. Изменение урожайности хлопчатника в хозяйствах Сырдарьинской области**

1 — средняя урожайность хлопчатника по Шурузякскому массиву;
2 -х-х- средняя урожайность хлопчатника в лучших хозяйствах;
3 средняя урожайность хлопчатника в отсталых хозяйствах

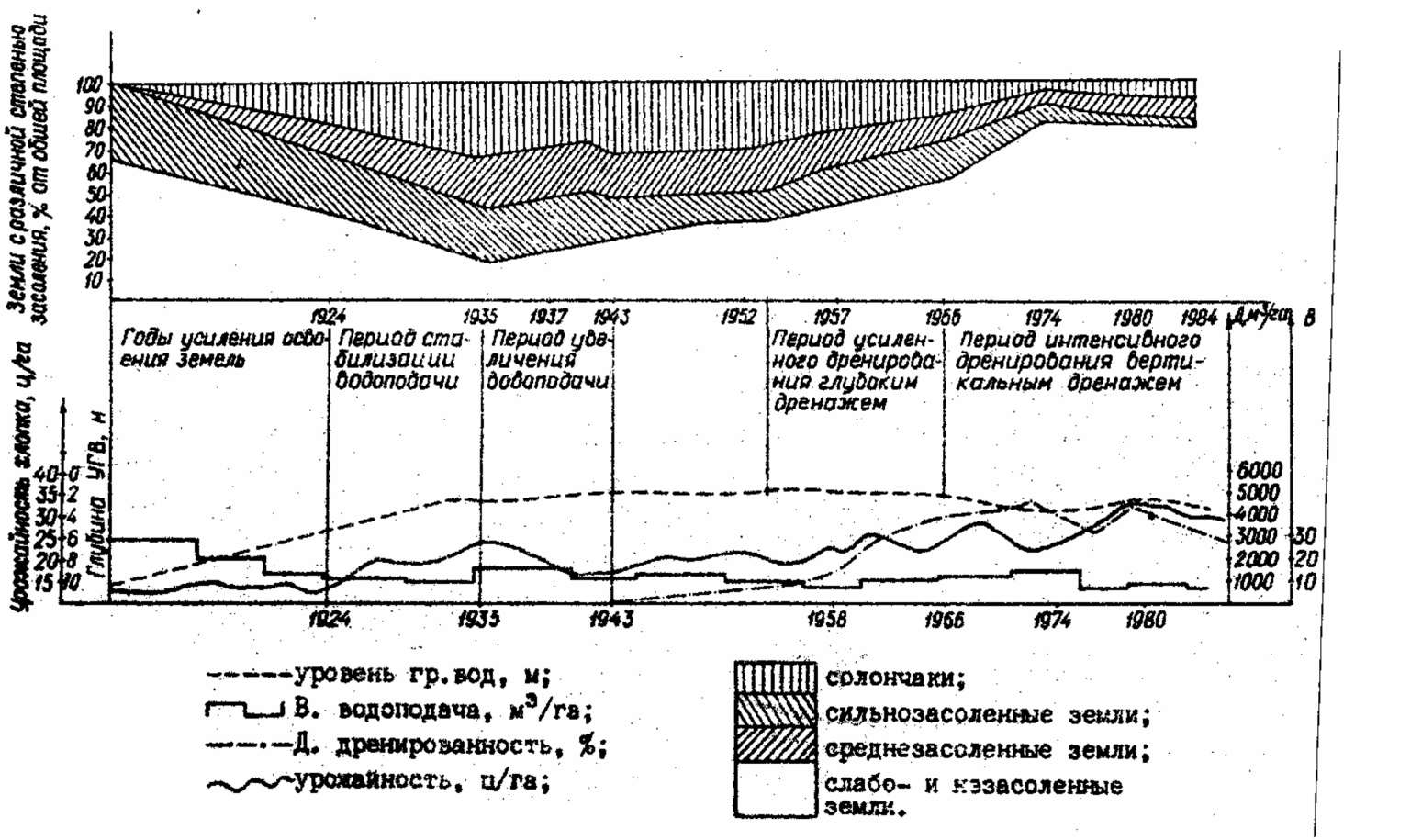



**Рис.8.2. Измерение показателей мелиоративного состояния земель в зоне старого орошения Голодной степи под влиянием водохозяйственных мероприятий (площадь 102000 га)**

**Таблица 8.6 Динамика земель по степени засоления на Пахтааральском массиве**

| Степень засоления | 1952-1956 гг. | | 1965-1967 гг. | | 1977 г. | | 1981 г. | | 1982 г. | | 1983 г. | | 1986 г. | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | га | % | га | % | га | % | га | % | га | % | га | % | га | % |
| Незасоленные и слабая | 41751 | 71,8 | 25277 | 43,4 | 55770 | 95,8 | 37717 | 89,0 | 23734 | 56 | 23054 | 55 | 25120 | 58,3 |
| Средняя | 7628 | 13,0 | 14145 | 24 | - | - | 4375 | 10,3 | 6898 | 16 | 7042 | 16 | 11070 | 25,7 |
| Сильная | 6871 | 11,8 | 5790 | 10 | 2460 | 4,2 | 313 | 0,7 | 10366 | 24 | 9007 | 21 | 6460 | 15,0 |
| Солончаки | 1580 | 2,8 | 12223 | 21 | - | - | - | - | 1417 | 4 | 3302 | 8 | 410 | 1,0 |
| Неудобья, озера и болота | 400 | 600 | 794 | 0,3 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| **Всего** | **5830** | **100** | **58230** | **100** | **58230** | **100** | **42400** | **100** | **42400** | **100** | **42405** | **100** | **43050** | **100** |

Тенденция изменения всех показателей мелиоративного состояния орошаемых земель, засоленности почв в период нормальной эксплуатации дренажных систем и проведения промывных режимов орошения, а также после их нарушения хорошо иллюстрируется выше (табл.8.6). В период удовлетворительной эксплуатации ирригационных систем (условно принятой до 1990 г.) и орошаемых земель, площади средней и выше средней засоленности по Центральной Азии постоянно снижались, хотя с 1970 годов в ЦА были освоены более 2,0 млн.га засоленных и подверженных к засолению почв.

После 1990 года повсеместно наблюдается рост засоленных земель. В 1990 г. площадь средне- и сильнозасоленных земель достигла более 3,0 млн.га. По последней информации министерств водного и сельского хозяйства республик Центральной Азии эта тенденция усиливается, что связано с ухудшением технического уровня ирригационно-дренажных систем, проведения агротехнических мероприятий, в том числе ослаблением внимания к проведению промывок земель. Такое положение ирригационно-дренажных систем и орошаемых земель наносит большой ущерб сельскохозяйственному производству за счет потерь продуктивности почв и оросительной воды.

# IX. АГРО-СОЦИО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ ДРЕНАЖА И ОРОШЕНИЯ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ (БАССЕЙН АРАЛЬСКОГО МОРЯ)

## 9.1. Общая характеристика роли аграрного сектора и его влияния на экономику и социальные показатели региона

### 9.1.1. Динамика численности населения по республикам, миграция населения

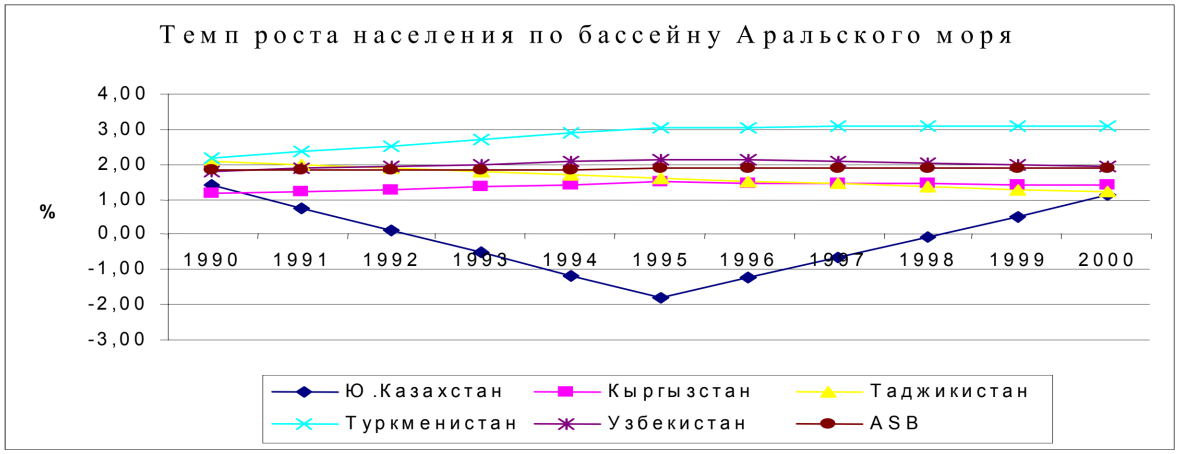
Общая численность населения, проживающего на территории бассейна Аральского моря (БАМ), в целом, имеет тенденцию к постоянному увеличению (таблица 9.1). Так, за период 1990-2000 гг. отмечается прирост населения в этом регионе на 6.93 млн.человек, из них по Узбекистану увеличение составило 4,93 млн.человек; по Туркменистану - 1,32 млн.человек; Таджикистану - 0,89 млн.человек и Киргизии - 0,30 млн.человек. В Южном Казахстане к 2000 г. численность населения незначительно сократилась (0,07 млн.человек) по сравнению с 1990 г.

**Таблица 9.1**
**Динамика численности населения по бассейну Аральского моря (млн. человек)**

| Год | Южный Казахстан | Кыргызстан | Таджикистан | Туркменистан | Узбекистан | БАМ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1990 | 2,52 | 2,04 | 5,23 | 4,00 | 20,30 | 34,09 |
| 1991 | 2,54 | 2,06 | 5,33 | 4,09 | 20,68 | 34,71 |
| 1992 | 2,54 | 2,09 | 5,44 | 4,20 | 21,08 | 35,35 |
| 1993 | 2,53 | 2,12 | 5,53 | 4,31 | 21,50 | 36,00 |
| 1994 | 2,50 | 2,15 | 5,63 | 4,44 | 21,95 | 36,67 |
| 1995 | 2,45 | 2,18 | 5,72 | 4,57 | 22,42 | 37,35 |
| 1996 | 2,42 | 2,21 | 5,80 | 4,71 | 22,90 | 38,05 |
| 1997 | 2,41 | 2,25 | 5,89 | 4,86 | 23,37 | 38,77 |
| 1998 | 2,41 | 2,28 | 5,97 | 5,01 | 23,85 | 39,51 |
| 1999 | 2,42 | 2,31 | 6,04 | 5,16 | 24,32 | 40,26 |
| 2000 | 2,45 | 2,34 | 6,12 | 5,32 | 24,79 | 41,02 |

С начала 90-х годов несколько изменилась структура прироста населения, что обуславливается значительным оттоком части населения из стран Центральной Азии (особенно из Казахстана) и нестабильной ситуацией в Таджикистане. Вследствие этого, средний прирост населения за десять лет по бассейну Аральского моря составил +1,86 % в год и с – 0,14 % для Южного Казахстана.

Рисунок 9.1




По структуре населения прослеживается тенденция к увеличению сельского населения в Южном Казахстане, Кыргызстане и Узбекистане, в Таджикистане и Туркменистане изменения в доле сельского населения незначительны (таблица 9.2). Наибольший процент сельских жителей отмечается в Таджикистане (72 %) и Кыргызстане (64-65 %), наименьший в Южном Казахстане (43-44 %).

**Таблица 9.2**
**Доля сельского населения (% от общей численности) по бассейну Аральского моря**

| Год | Южный Казахстан | Кыргызстан | Таджикистан | Туркменистан | Узбекистан |
|---|---|---|---|---|---|
| 1997 | 43,80 | 64,64 | 72,39 | 55,36 | 62,27 |
| 1998 | 43,92 | 64,97 | 72,39 | 55,31 | 62,61 |
| 1999 | 44,04 | 65,29 | 72,37 | 55,26 | 62,94 |
| 2000 | 44,16 | 65,62 | 72,39 | 55,21 | 63,26 |
| 2001 | 44,14 | 65,62 | 72,43 | 55,02 | 63,26 |

Средняя продолжительность жизни в регионе составляет 66,9 лет (таблица 9.3).

**Таблица 9.3**
**Продолжительность жизни в бассейне Аральского моря (лет)**

| Год | Южный Казахстан | Кыргызстан | Таджикистан | Туркменистан | Узбекистан |
|---|---|---|---|---|---|
| 1997 | 64,46 | 66,89 | 68,38 | 65,71 | 69,17 |
| 1998 | 64,56 | 67,05 | 68,35 | 65,90 | 69,40 |
| 1999 | 65,52 | 67,01 | 68,49 | 66,17 | 69,61 |
| 2000 | 65,47 | 67,30 | 68,77 | 66,34 | 69,74 |

В целом во всех государствах Центральной Азии происходит отток определенной части населения в "дальнее зарубежье" и другие регионы СНГ (главным образом, в Россию), что связано с рядом причин, доминирующей из которых является лучшая экономическая ситуация для проживания. Отмечается сезонная миграция части населения (в основном, из сельских районов) "на заработки" в более богатые регионы СНГ, а также внутренняя миграция из села в город.

Так, например, основной миграционный отток из Казахстана в 1998-1999 гг., направлен на страны СНГ (более 77 %), из них в Российскую Федерацию - 91 %. Со странами вне СНГ отрицательное сальдо миграции населения сохраняется с Германией, Израилем и США, а положительное сальдо - с Монголией, Китаем и Ираном. В этническом составе эмигрантов преобладают русские (свыше 55 %), немцы (около 20 %), украинцы (около 10 %), татары (2,4 %), белорусы (2,1 %).

**Таблица 9.4**
**Распределение международной миграции населения Казахстана за 1998-1999 гг. по национальностям, человек**

| | Сальдо миграции | | Иммигранты | | Эмигранты | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1999 год | 1998 год | 1999 год | 1998 год | 1999 год | 1998 год |
| Всего | -128355 | -203039 | 37102 | 40624 | 165457 | 243663 |
| в том числе: | | | | | | |
| Казахи | 1410 | 1685 | 9456 | 10955 | 8046 | 9270 |
| Русский | -73289 | -124494 | 18453 | 19875 | 91742 | 144369 |
| Украинцы | -12987 | -20243 | 2420 | 2545 | 15407 | 22788 |
| Белорусы | -3156 | -4855 | 384 | 427 | 3540 | 5282 |
| Немцы | -31551 | -38460 | 1386 | 1493 | 32937 | 39953 |
| Татары | -3007 | -5891 | 1004 | 1136 | 4011 | 7027 |

По данным Статкомитета СНГ за 1991-1998 гг., в Узбекистан иммигрировало ежегодно 140-330 тыс.человек, а эмигрировало - 190-350 тыс.чел.; в Кыргызстан, соответственно, 50-120 и 50-140 тыс.человек. В Казахстане, Таджикистане и Туркменистане также сложилась тенденция роста отрицательного сальдо миграции. Так, за последние 10 лет отрицательное сальдо миграции не только полностью поглотило естественный прирост населения ЦАР этого периода (естественный прирост в 90-х годах сократился почти в 2 раза, за счет резкого снижения числа родившихся и увеличения числа умерших по отношению к 80-м годам), но и превысило его более чем в 2 раза.

### 9.1.2. Динамика занятости населения

Сельское хозяйство является одной из главных отраслей материального производства в республиках Центральной Азии. С изменением политических условий, после распада СССР, в образовавшихся независимых государствах произошли существенные сдвиги в структуре производства и занятости населения региона (табл.9.5), изменились экономические отношения между производителем и государством.

**Таблица 9.5**
**Сдвиги в структуре занятости, %**

| Республика, структура производства | Занятость населения | | |
|---|---|---|---|
| | 1990 | 1995 | 2000 |
| Казахстан<br>Сельское хозяйство<br>Промышленность и строительство<br>Услуги | 23<br>32<br>45 | 22<br>22<br>56 | 22<br>18<br>60 |
| Кыргызстан<br>Сельское хозяйство<br>Промышленность и строительство<br>Услуги | 33<br>28<br>39 | 46<br>16<br>38 | 53<br>11<br>36 |
| Узбекистан<br>Сельское хозяйство<br>Промышленность и строительство<br>Услуги | 39<br>24<br>37 | 41<br>19<br>40 | 36<br>21<br>43 |
| Таджикистан<br>Сельское хозяйство<br>Промышленность и строительство<br>Услуги | 43<br>22<br>35 | 59<br>14<br>27 | 68<br>10<br>22 |
| Туркменистан<br>Сельское хозяйство<br>Промышленность и строительство<br>Услуги | 42<br>21<br>37 | 45<br>19<br>36 | 48<br>48<br>34 |

Доминирующая роль сельского хозяйства в регионе проявляется в структуре занятости. В 2000 г. аграрный сектор обеспечивал занятостью 68 % совокупной рабочей силы в Таджикистане, 53 % - в Кыргызстане, 48 % - Туркменистане (1998 г.), 36 % - Узбекистане и 22 % - в Казахстане. В Таджикистане, Кыргызстане и Туркменистане сельское хозяйство является основной сферой занятости.

Во всех пяти центрально-азиатских странах сельское хозяйство обеспечивает занятостью большее число рабочих рук в сравнении с промышленностью и строительством. В Таджикистане оно дает в 6,5 раза больше рабочих мест, чем промышленность, Кыргызстане - в 4,4 раза, Туркменистане - в 2,7 раза, Узбекистане - в 1,8 раза и даже в Казахстане - в 1,2 раза. Причем, если промышленность и строительство утрачивают свое значение в качестве генератора занятости, то роль сельского хозяйства, напротив, усиливается. Иначе говоря, все 90-е гг. XX века в Центральной Азии разворачивался процесс реаграризации. Этот феномен имеет сложную природу и находит отражение в росте удельного веса сельского населения.

### 9.1.3. Динамика валового национального продукта и его составляющих

Объемы валового национального продукта по отдельным республикам региона имеют существенные различия (таблица 9.6). наибольший показатель ВНП на 2000 год отмечается в Узбекистане (17,4 млрд.$), низкие показатели ВНП в Кыргызстане и Таджикистане (1,3 млрд.$). Как общую тенденцию следует отметить значительное снижение ВНП за период 1990-2000 гг. во всех республиках, в частности в Таджикистане объем ВНП снизился более, чем в 4 раза. В Кыргызстане в 3 раза, по всему бассейну Аральского моря в 1,8 раза, причем наибольший пик падения пришелся на 1995 г.

**Таблица 9.6**
**Динамика валового национального продукта (млрд.$) в регионе**

| Год | Южный Казахстан | Кыргызстан | Таджики-стан | Туркмени-стан | Узбекистан | БАМ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1990 | 6,2 | 4,0 | 5,5 | 6,2 | 27,4 | 49,4 |
| 1991 | 5,4 | 3,2 | 3,9 | 6,1 | 22,5 | 41,1 |
| 1992 | 4,4 | 2,3 | 2,2 | 5,8 | 17,0 | 31,6 |
| 1993 | 3,5 | 1,6 | 1,3 | 5,3 | 13,2 | 24,9 |
| 1994 | 3,0 | 1,3 | 0,9 | 4,7 | 11,3 | 21,2 |
| 1995 | 2,7 | 1,1 | 0,8 | 4,2 | 10,8 | 19,7 |
| 1996 | 2,6 | 1,1 | 0,9 | 3,8 | 11,6 | 20,0 |
| 1997 | 2,7 | 1,2 | 1,0 | 3,4 | 13,4 | 21,8 |
| 1998 | 2,9 | 1,4 | 1,4 | 3,2 | 15,9 | 24,8 |
| 1999 | 3,1 | 1,5 | 1,8 | 3,2 | 18,2 | 27,8 |
| 2000 | 3,2 | 1,3 | 1,3 | 4,4 | 17,3 | 27,6 |

**Таблица 9.7**
**Доля сельского хозяйства (%) в формировании ВНП**

| Год | Южный Казахстан | Кыргызстан | Таджики-стан | Туркмени-стан | Узбеки-стан | БАМ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1990 | 34 | 33 | 25 | 20 | 33 | 31 |
| 1991 | 30 | 35 | 23 | 19 | 32 | 29 |
| 1992 | 25 | 37 | 21 | 19 | 31 | 28 |
| 1993 | 21 | 39 | 19 | 18 | 30 | 26 |
| 1994 | 17 | 42 | 17 | 17 | 29 | 25 |
| 1995 | 12 | 44 | 15 | 16 | 28 | 24 |
| 1996 | 16 | 41 | 16 | 16 | 29 | 25 |
| 1997 | 19 | 37 | 17 | 16 | 29 | 26 |
| 1998 | 22 | 34 | 18 | 16 | 29 | 26 |
| 1999 | 26 | 30 | 18 | 16 | 30 | 27 |
| 2000 | 29 | 27 | 19 | 16 | 30 | 28 |

**Таблица 9.8**
**Доля промышленности (%) в формировании ВНП**

| Год | Южный Казахстан | Кыргызстан | Таджики-стан | Туркмени-стан | Узбеки-стан | БАМ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1990 | 21 | 26 | 34 | 41 | 23 | 26 |
| 1991 | 21 | 25 | 34 | 43 | 22 | 26 |
| 1992 | 22 | 24 | 33 | 46 | 21 | 26 |
| 1993 | 22 | 23 | 33 | 48 | 19 | 27 |
| 1994 | 23 | 22 | 32 | 50 | 18 | 27 |
| 1995 | 24 | 20 | 32 | 53 | 17 | 26 |
| 1996 | 23 | 19 | 33 | 49 | 16 | 24 |
| 1997 | 23 | 18 | 33 | 45 | 16 | 22 |
| 1998 | 23 | 17 | 34 | 41 | 15 | 21 |
| 1999 | 23 | 16 | 34 | 37 | 14 | 19 |
| 2000 | 23 | 15 | 35 | 33 | 14 | 19 |

Доля сельского хозяйства в формирование ВНП по бассейну на 2000 год составляет 28 % против доли вклада промышленности (19 %), что свидетельствует о высокой значимости этого сектора. Удельный вес сельского хозяйства в совокупности с занятостью подтверждают

вывод о реаграризации экономики в Узбекистане (где вклад в ВНП сельского хозяйства вдвое выше, чем промышленности), Южном Казахстане и Кыргызстане. В Таджикистане и Туркменистане доминирует вклад в ВНП промышленности, однако в этом случае следует отметить тенденцию нарастания доли сельского хозяйства в Таджикистане за период 1995-2000 гг. (мирный период после гражданской войны), а также учесть, что удельный вес промышленности в создании ВНП Туркменистана связан с динамикой производства в газовой и нефтяной отраслях.

ВВП на душу населения в среднем за 10 лет по региону составил 764 $ на человека с минимальными значениями: в Южном Казахстане - 1089 $/чел. в 1996 г.; в Кыргызстане - 500 $/чел. в 1996 г.; в Таджикистане - 139 $/чел. в 1995 г.; в Туркменистане - 514 $/чел. в 1999 г., и в Узбекистане - 483 $/чел. в 1995 г.

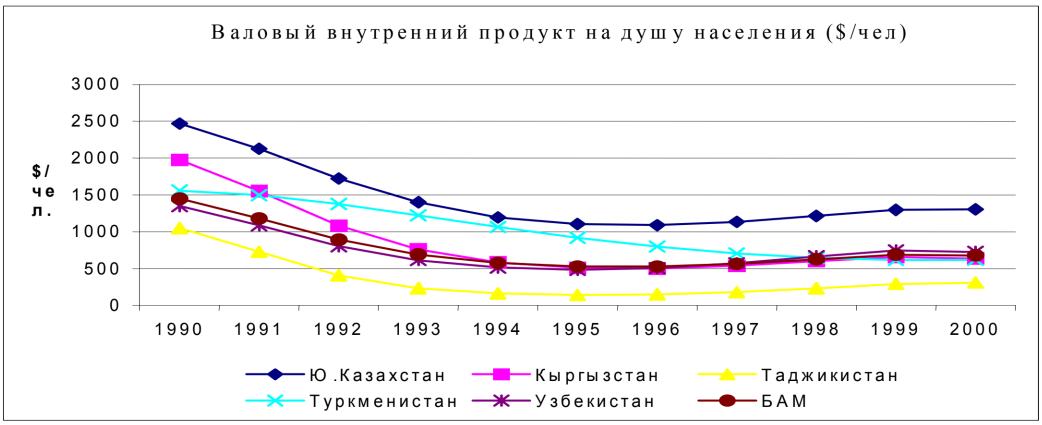



**Рис. 9.2**

### 9.1.4. Динамика капитальных вложений в сельское хозяйство

Инвестиции в сельскохозяйственный сектор региона по сравнению с 1990 г. в 2000 г. сократились примерно в два раза.

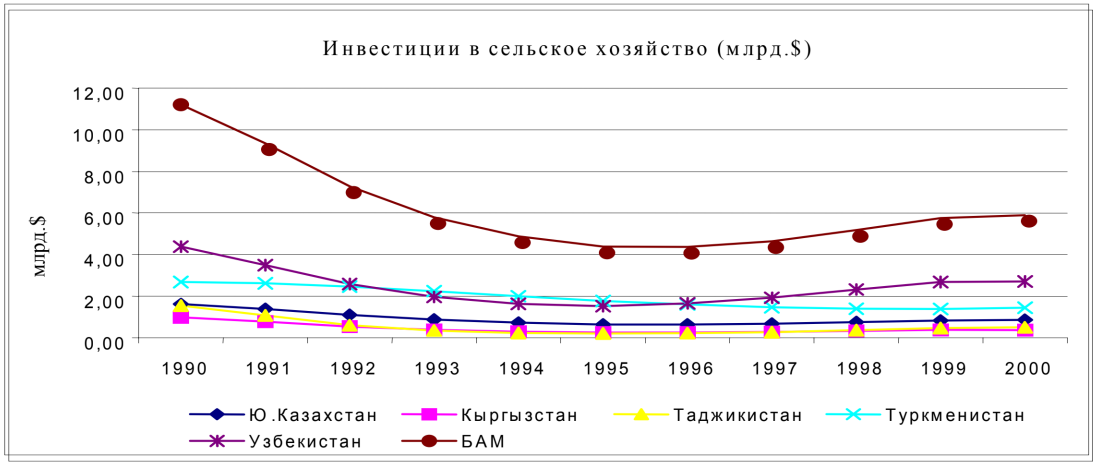



**Рис. 9.3**

Объемы капитальных вложений в аграрный сектор резко снизились в период 1990-1995 гг., после чего ситуация с инвестициями стабилизировалась на уровне 1996 г. Исключение составляет Узбекистан, где за период 1995-2000 гг. объем капвложений повысился с 1,6 млрд.$ до 2,9 млрд.$.

Нынешний уровень затрат на техническое обслуживание мелиоративной сети гораздо ниже уровня, требуемого для обеспечения их нормального состояния. Так, например:

- В Узбекистане, фактические затраты на ЭиС (эксплуатация и содержание) составляют 50 % от требуемых объемов;
- В Казахстане, затраты на ИиД (ирригационную и дренажную) сеть снизились с 25 миллионов долларов США в 1990 г. до 1,2 млн.долларов США в 2000 г.;
- В Кыргызстане, затраты на ЭиС составляют только 31 % от требуемых объемов;
- В Таджикистане, фактические затраты на эксплуатацию и восстановление составляют 50 % от запланированного уровня и 20 % от требуемого уровня.

Удельные затраты на ЭиС на гектар: в Казахстане этот показатель равен 17 долларов США/га; в Кыргызстане - 26 долларов США/га; в Таджикистане - 73 долларов США/га; в Туркменистане - 64 долларов США/га; и в Узбекистане - 153 долларов США/га.

Затраты на ЭиС внутрихозяйственных компонентов инфраструктуры составляют: в Кыргызстане - 10 долларов США/га; в Таджикистане - 22 долларов США/га; в Туркменистане - 16 долларов США/га; и в Узбекистане - 68 долларов США/га.

## 9.2. Тенденции в сельхозпроизводстве по основным сельхозкультурам и их управление

Приводимые в Центрально-азиатских республиках земельная реформа и реорганизация сельхозпредприятий вызвали существенные изменения в структуре посевных площадей. Основными тенденциями в производстве отдельных продуктов растениеводства в период 1990-2000 гг. являются:

- снижение объемов производства всех сельхозкультур за исключением зерноколосовых;
- значительное увеличение объемов производства пшеницы за счет расширения посевных площадей и повышения ее урожайности;
- существенное снижение объемов производства кормовых культур ввиду низкого спроса на эту продукцию из-за сокращения поголовья скота;
- в республиках, где отсутствует система Госзаказа, отмечается сдвиг в сторону выращивания более рентабельных сельхозкультур.

Основными сдерживающими факторами на пути подлинной реорганизации хозяйств и повышения продуктивности земли являются: а) ограниченный доступ производителя к производственным ресурсам или кредитам, необходимым для их приобретения; б) отсутствие справедливой системы сбыта сельхозпродукции; в) высокий индивидуальный риск предпринимательства; г) наследованный тип ирригационной (включая коллекторно-дренажную сеть), инфраструктуры, предназначенный для больших полей и территорий; д) внутренняя конкуренция за водные ресурсы; е) снижение почвенного плодородия из-за отсутствия полноценного севооборота; ё) утрата социальной инфраструктуры. Устранение перечисленных ограничивающих факторов позволит рационально сбалансировать структуру посевных площадей, существенно повысить урожайность выращиваемых культур и доходы сельхозпроизводителей.

### 9.2.1. Структура посевных площадей на орошаемых землях

Общая площадь освоенных под ирригацию земель составляла на 1999 г. около 8,1 миллиона гектаров, однако, площадь действительно орошаемых земель варьирует из года в год в зависимости от наличия водных ресурсов. Распределение орошаемых земель по территории бассейна Аральского моря представлено в табл.9.9. Данные таблицы свидетельствуют, что более 50 % орошаемых земель расположены на территории Узбекистана.

**Таблица 9.9**
**Земли бассейна Аральского моря, освоенные под ирригацию в 1999 году**

| Страна | Орошаемые земли (тыс.га) | Орошаемой земли на 1 человека (га) | % от общей орошаемой территории бассейна |
|---|---|---|---|
| Казахстан | 786 | 0,164 | 10 |
| Кыргызстан | 424 | 0,222 | 5 |
| Таджикистан | 719 | 0,119 | 11 |
| Туркменистан | 1744 | 0,375 | 22 |
| Узбекистан | 4277 | 0,176 | 52 |

Виды основных сельскохозяйственных культур, выращиваемых в пяти Центрально-азиатских республиках и структура посевных площадей на орошаемых землях представлены в табл.9.10.

В общих масштабах, в 1990 г. хлопок был основной сельскохозяйственной культурой, под которую отводилось 40 % орошаемых земель. В 2000 г. под хлопчатник отводилось 35 % площадей, в настоящее время он остается основной сельскохозяйственной культурой в большинстве Центрально-азиатских стран. В течение последних 10 лет отмечается значительное расширение площадей под пшеницу. Это, в первую очередь, касается Узбекистана и Туркменистана, на территории которых расположено более 70 % орошаемых земель.

Расширение площадей под пшеницу - это результат политики самообеспечения зерном, принятой правительствами большинства республик. В данных экономических условиях, пшеница гораздо менее прибыльная культура с экономической точки зрения, чем, например, хлопок. Поэтому политика самообеспеченности зерном привела к существенным экономическим потерям хозяйств и республик в целом. После приобретения независимости произошло ≈50 % сокращения общего поголовья скота, которое сопровождалось таким же сокращением производства кормовых культур в Кыргызстане, Туркменистане и Узбекистане.

**Таблица 9.10**
**Структура посевов на орошаемых площадях за 1990 и 2000 гг. по государствам Центральной Азии**

| Государство | Год | Структура посевов (%) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | пшени-ца | рис | хлопок | кукуру-за на зерно | карто-фель | овощи | кормо-вые | фрукты | другие | всего |
| Казахстан | 1990 | 21 | 14 | 16 | 1 | 1 | 2 | 22 | 8 | 15 | 100 |
| | 2000 | 13 | 12 | 28 | 0 | 3 | 7 | 21 | 8 | 8 | 100 |
| Кыргызстан | 1990 | 15 | 6 | 30 | 8 | 2 | 10 | 18 | 11 | 0 | 100 |
| | 2000 | 40 | 2 | 11 | 4 | 6 | 7 | 9 | 8 | 13 | 100 |
| Таджикистан | 1990 | 4 | 2 | 40 | 7 | 2 | 7 | 9 | 8 | 20 | 100 |
| | 2000 | 10 | 3 | 37 | 2 | 0 | 2 | 9 | 9 | 29 | 100 |
| Туркменистан | 1990 | 5 | 1 | 47 | 4 | 0 | 5 | 17 | 4 | 17 | 100 |
| | 2000 | 43 | 7 | 36 | 5 | 1 | 1 | 4 | 3 | 5 | 100 |
| Узбекистан | 1990 | 5 | 4 | 44 | 5 | 1 | 6 | 20 | 13 | 4 | 100 |
| | 2000 | 29 | 3 | 37 | 1 | 1 | 4 | 10 | 10 | 4 | 100 |
| % от общего | 1990 | 7 | 4 | 40 | 5 | 1 | 6 | 18 | 10 | 9 | 100 |
| | 2000 | 30 | 5 | 35 | 1 | 1 | 4 | 9 | 8 | 7 | 100 |

Динамику изменения структуры посевных площадей в Узбекистане на период 1990-2000 гг. можно проследить на рис.9.4, из которого видно, что за последние 10 лет более чем в 5 раз увеличились площади под посевами зерноколосовых, вдвое сократились площади под кормовыми культурами и несколько снизились площади, занятые хлопчатником.

Рассматриваемые в данном отчете отдельные области ЦАР характеризуются на период 1990-2000 гг. следующим размещением сельхозкультур на пропашных орошаемых землях (табл.9.12-9.13). Следует помнить, что эти показатели не учитывают орошаемые площади под садами и виноградниками.

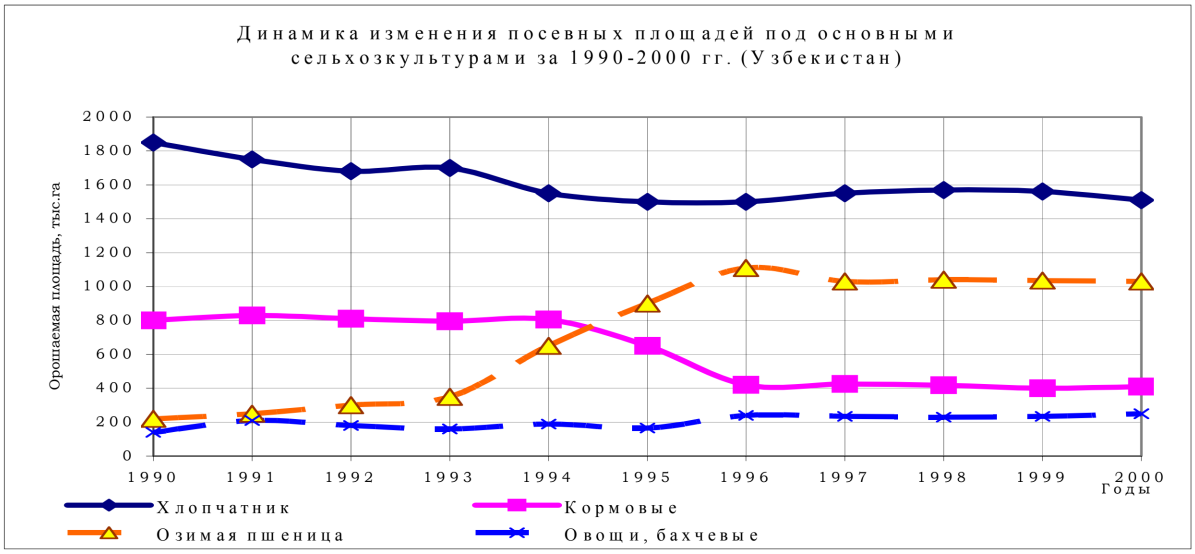



**Рис. 9.4**

**Таблица 9.11**
**Фактическая структура посевных площадей (тыс.га) на орошаемых пропашных землях (1990 год)**

| Область | Посевная площадь | Зерноколосовые | Кукуруза на зерно | Рис | Хлопок | Овощи1 | Картофель | Бахча | Кормовые |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Узбекистан | | | | | | | | |
| Андижанская | 236,2 | 8,6 | 12,3 | 3,4 | 153,6 | 13,4 | 2,0 | 3,2 | 38,8 |
| Бухарская | 277,1 | 8,3 | 5,1 | 0,2 | 163,7 | 22,8 | 0,8 | 4,7 | 70,4 |
| Джизакская | 235,8 | 18,6 | 8,6 | 0,1 | 144,7 | 8,2 | 1,5 | 10,7 | 43,2 |
| Кашкадарьинская | 369,6 | 70,2 | 4,0 | - | 220,3 | 12,4 | 2,2 | 8,8 | 57,5 |
| Навоийская2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Наманганская | 190,2 | 10,2 | 10,7 | 3,9 | 125,4 | 8,3 | 2,7 | 4,3 | 21,6 |
| Самаркандская | 285,2 | 30,1 | 8,1 | 0,5 | 155,3 | 22,2 | 9,7 | 5,9 | 49,3 |
| Сурхандарьинская | 242,7 | 20,6 | 7,0 | 8,5 | 149,5 | 9,3 | 3,0 | 3,8 | 40,1 |
| Сырдарьинская | 251,8 | 16,2 | 9,5 | 7,9 | 156,1 | 6,4 | 1,1 | 9,0 | 42,5 |
| Ташкентская | 283,2 | 19,9 | 14,2 | 10,2 | 132,7 | 25,3 | 9,4 | 3,8 | 62,9 |
| Ферганская | 269,3 | 16,2 | 16,7 | 1,4 | 165,0 | 16,6 | 3,3 | 4,7 | 52,3 |
| Хорезмская | 207,1 | 2,0 | 2,9 | 29,9 | 110,7 | 8,3 | 1,8 | 7,3 | 44,3 |
| Каракалпакия | 394,3 | 2,5 | 9,1 | 80,7 | 155,0 | 6,4 | 2,2 | 13,6 | 119,5 |
| | Таджикистан | | | | | | | | |
| Согдийская | 253,8 | 228,4 | 93,1 | 3,8 | 3,4 | 80,8 | 5,0 | 2,2 | 32,3 |
| | Казахстан | | | | | | | | |
| Южно-Казахстанская | 420,1 | 58,8 | 10,5 | 20,2 | 117,6 | 6,3 | 2,1 | 6,7 | 185,8 |
| | Кыргызстан | | | | | | | | |
| Ошская | 97,4 | 10,2 | 17,0 | - | 11,8 | 4,7 | 0,9 | - | 52,8 |
| | Туркменистан | | | | | | | | |
| Ташаузская | Данные отсутствуют | | | | | | | | |

[1] Данные по овощам приводятся без площадей под картофелем
[2] В 1990 году Навоинская область входила в состав Бухарской области Узбекистана

**Таблица 9.12**
**Фактическая структура посевных площадей (тыс.га) на орошаемых пропашных землях (1995 год)**

| Область | Посевная площадь | Зерноколосовые | Кукуруза на зерно | Рис | Хлопок | Овощи | Картофель | Бахча | Кормовые |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Узбекистан | | | | | | | | |
| Андижанская | 239,3 | 56,2 | 11,0 | 3,6 | 110,9 | 17,4 | 2,4 | 1,5 | 33,2 |
| Бухарская | 235,0 | 65,5 | 2,8 | 0,2 | 106,4 | 8,2 | 3,1 | 1,8 | 46,2 |
| Джизакская | 265,6 | 74,9 | 0,9 | 0,3 | 134 | 7,8 | 1,4 | 7,4 | 33,3 |
| Кашкадарьинская | 418,9 | 154,9 | 1,1 | 0,2 | 169,2 | 13,3 | 2,8 | 7,0 | 69,7 |
| Навоийская | 96,6 | 21,6 | 0,1 | 0,2 | 43,6 | 3,1 | 0,9 | 1,0 | 23,9 |
| Наманганская | 221,3 | 57,6 | 3,1 | 4,8 | 94,7 | 11,5 | 4,6 | 1,2 | 42,9 |
| Самаркандская | 300,4 | 102 | 2,4 | 0,5 | 93,4 | 16,6 | 8,3 | 3,7 | 64,8 |
| Сурхандарьинская | 272,6 | 96,3 | 1,0 | 7,1 | 117,8 | 9,5 | 2,6 | 2,7 | 34,1 |
| Сырдарьинская | 267,7 | 77,6 | 2,5 | 6,8 | 138,7 | 5,0 | 1,5 | 2,5 | 30,0 |
| Ташкентская | 314,2 | 79 | 5,6 | 10,5 | 107,9 | 25,6 | 7,7 | 2,3 | 69,0 |
| Ферганская | 304,0 | 72,3 | 6,6 | 1,5 | 128,6 | 14,9 | 5,5 | 1,7 | 71,1 |
| Хорезмская | 237,4 | 17 | 7,3 | 38,2 | 102,1 | 8,6 | 3,1 | 3,1 | 55,2 |
| Каракалпакия | 398,2 | 20 | 8,5 | 92 | 145,5 | 8,1 | 2 | 6,8 | 107,9 |
| | Таджикистан | | | | | | | | |
| Согдийская | 226,4 | 99,1 | 10,8 | 4,3 | 69,5 | 4,7 | 2,1 | 1,1 | 34,8 |
| | Казахстан | | | | | | | | |
| Южно-Казахстанская | 397,2 | 73,1 | 14,5 | 13,5 | 109,6 | 6,8 | 2,7 | 7,2 | 138,3 |
| | Кыргызстан | | | | | | | | |
| Ошская | 108,3 | 41,4 | 10,1 | - | 13,6 | 7,7 | 1,4 | - | 34,1 |
| | Туркменистан | | | | | | | | |
| Ташауз | Данные отсутствуют | | | | | | | | |

**Таблица 9.13**
**Фактическая структура посевных площадей (тыс.га) на орошаемых пропашных землях (2000 год)**

| Область | Посевная площадь | Пшеница | Кукуруза на зерно | Рис | Хлопок | Овощи | Картофель | Бахча | Кормовые |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Узбекистан | | | | | | | | |
| Андижанская | 231,3 | 80 | 4,1 | 1,7 | 106,2 | 11,9 | 2,5 | 0,6 | 20,7 |
| Бухарская | 238,4 | 77,2 | 0,9 | 0,1 | 128,8 | 7,3 | 3 | 1,9 | 15,9 |
| Джизакская | 265,9 | 113,2 | 4 | 0,4 | 105,3 | 5 | 1,8 | 4,7 | 25,2 |
| Кашкадарьинская | 394,1 | 145,7 | 1,3 | 0 | 165,6 | 11,3 | 2,9 | 3,7 | 50,7 |
| Навоийская | 95,8 | 36,7 | 1,2 | 0,2 | 41,2 | 2,7 | 1,1 | 1 | 10,8 |
| Наманганская | 220,7 | 83,6 | 3,8 | 4,5 | 94,3 | 9,9 | 4,5 | 1,2 | 15,9 |
| Самаркандская | 308,2 | 116 | 4,4 | 1,5 | 93,9 | 17,7 | 8,5 | 1,8 | 41,5 |
| Сурхандарьинская | 277,2 | 110,3 | 2,6 | 5,3 | 119,3 | 9,4 | 2,6 | 2,6 | 19,6 |
| Сырдарьинская | 260 | 92 | 2,5 | 9,7 | 135,1 | 4,6 | 1,4 | 3,3 | 10,1 |
| Ташкентская | 316,7 | 103,9 | 9,5 | 14,2 | 107,7 | 23,5 | 7,2 | 2,9 | 37,2 |
| Ферганская | 297,5 | 116,8 | 4,5 | 2,4 | 121,2 | 13,2 | 5,4 | 1,8 | 30 |
| Хорезмская | 223,7 | 30,7 | 1,5 | 31,7 | 95,9 | 6,1 | 2,8 | 2,1 | 37 |
| Каракалпакия | 337,4 | 38,8 | 8,9 | 60,1 | 129,9 | 7,3 | 1,9 | 7,2 | 72,7 |
| | Таджикистан | | | | | | | | |
| Согдийская | 221,6 | 94,7 | 11,6 | 5,7 | 60,3 | 2,7 | 1,9 | 1,5 | 43,2 |
| | Казахстан | | | | | | | | |
| Южно-Казахстанская | 395,8 | 110,4 | 13,2 | 2,4 | 99,7 | 14,3 | 2,9 | 8,3 | 132,5 |
| | Кыргызстан | | | | | | | | |
| Ошская | 110,3 | 23,1 | 12,7 | - | 23,5 | 8,9 | 2,4 | 0,5 | 39,2 |
| | Туркменистан | | | | | | | | |
| Ташауз | Данные отсутствуют | | | | | | | | |

### 9.2.2. Сельскохозяйственное производство и урожайность основных сельхозкультур

Фактически сложившиеся уровни валового производства за 1990-2000 гг., а также прогнозируемые объемы производства хлопчатника и пшеницы на 2010-2025 гг., приведены в табл.9.14 и 9.15.

**Таблица 9.14**
**Фактические и прогнозируемые объемы валового производства хлопчатника (тыс.тонн) в Центральной Азии**

| Год | Казахстан | Кыргызстан | Таджикистан | Туркменистан | Узбекистан |
|---|---|---|---|---|---|
| 1990 | 323 | 218 | 377 | 927 | 4900 |
| 1995 | 154 | 88 | 314 | 1035 | 3438 |
| 2000 | 296 | 91 | 330 | 1407 | 3280 |
| 2010 | 320 | 107 | 810 | 3000 | 4500 |
| 2025 | 330 | 140 | 1050 | 3600 | 7250 |

**Таблица 9.15**
**Фактические и прогнозируемые объемы валового производства пшеницы (тыс.тонн) в Центральной Азии**

| Год | Казахстан | Кыргызстан | Таджикистан | Туркменистан | Узбекистан |
|---|---|---|---|---|---|
| 1990 | 488 | 234 | 28 | 408 | 247 |
| 1995 | 56 | 643 | 295 | 453 | 2485 |
| 2000 | 85 | 274 | 620 | 1705 | 2805 |
| 2010 | 200 | 560 | 1110 | 3000 | 4700 |
| 2025 | 250 | 720 | 1580 | 4500 | 8200 |

Показатели средней урожайности основных сельхозкультур на период 1990-1995-2000 гг. по отдельным областям ЦАР представлены в таблицах 9.16 и 9.17.

Результаты экономических расчетов, проведенные проектом "WARMAP" в отношении отдачи основных сельхозкультур, представлены в табл.9.18, где приведены сведения о чистом доходе на гектар посевов культуры, и чистом доходе на тысячу кубических метров оросительной воды, забранной из реки-источника. Данные представлены для трех зон, являющихся показательными для большей части территории бассейна. Чистый доход вычислен как разница между годовой валовой выручкой и годовыми переменными и постоянными затратами на производство. Валовая выручка вычислена с использованием современной урожайности сельхозкультур и экономических цен на продукцию. Переменные и постоянные затраты также определены в экономических ценах.

**Таблица 9.16**
**Средняя урожайность на орошаемых землях. Все категории хозяйств, ц/га**

| | Рис | | | Пшеница озимая | | | Хлопок-сырец | | | Кукуруза на зерно | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1990 | 1995 | 2000 | 1990 | 1995 | 2000 | 1990 | 1995 | 2000 | 1990 | 1995 | 2000 |
| Республика Узбекистан | 34,3 | 19,5 | 24,3 | 26,2 | 27,1 | 30,7 | 27,6 | 26,4 | 21,8 | 36,7 | 34,7 | 31,5 |
| Республика Каракалпакстан | 34,6 | 13,7 | 17,9 | 17,3 | 14,7 | 23,1 | 22,8 | 19,8 | 13,1 | 21,1 | 8,2 | 14,4 |
| Области: | | | | | | | | | | | | |
| Андижанская | 20,7 | 30,9 | 31,5 | 37,4 | 43,0 | 63,1 | 28,9 | 30,8 | 31,8 | 52,8 | 56,1 | 49,2 |
| Бухарская | 15,0 | 8,7 | 14,1 | 24,1 | 17,4 | 40,2 | 33,1 | 33,4 | 27,3 | 38,8 | 26,9 | 44,9 |
| Джизакская | 7,6 | 7,5 | 12,2 | 26,5 | 26,3 | 24,6 | 23,7 | 17,5 | 14,8 | 40,2 | 20,1 | 14,6 |
| Кашкадарьинская | - | 12,9 | 5,1 | 18,0 | 22,6 | 18,3 | 23,7 | 24,8 | 17,7 | 23,4 | 20,5 | 15,1 |
| Навоийская | - | 9,1 | 16,9 | - | 27,6 | 31,2 | - | 28,3 | 25,7 | - | 21,1 | 25,9 |
| Наманганская | 11,1 | 24,4 | 20,1 | 32,8 | 34,4 | 33,4 | 31,1 | 31,3 | 26,2 | 49,9 | 47,5 | 35,0 |
| Самаркандская | 18,4 | 15,0 | 18,5 | 30,2 | 25,5 | 29,6 | 26,9 | 25,1 | 17,9 | 33,3 | 29,5 | 33,3 |
| Сурхандарьинская | 38,5 | 13,8 | 24,2 | 25,1 | 25,2 | 21,9 | 32,5 | 31,5 | 21,8 | 44,1 | 27,7 | 32,1 |
| Сырдарьинская | 41,8 | 15,9 | 15,7 | 25,5 | 26,8 | 19,9 | 24,1 | 20,9 | 13,6 | 41,7 | 29,6 | 31,4 |
| Ташкентская | 43,2 | 28,9 | 33,5 | 23,6 | 29,0 | 31,7 | 28,1 | 26,1 | 23,9 | 36,9 | 29,1 | 32,7 |
| Ферганская | 12,7 | 20,4 | 25,8 | 28,2 | 30,3 | 35,8 | 29,9 | 30,6 | 29,9 | 39,0 | 39,4 | 33,5 |
| Хорезмская | 32,4 | 31,3 | 25,1 | 16,4 | 26,2 | 50,2 | 31,5 | 29,8 | 22,6 | 35,5 | 39,0 | 24,8 |
| Таджикистан-Согдийская | 31,6 | 25,9 | 27,4 | 25,3 | 24,5 | 23,6 | 27,5 | 22,9 | 24,9 | 33,8 | 30,7 | 32,6 |
| Казахстан-Ю.Казахстанская | 49,2 | 13,0 | 28,0 | 13,6 | 24,7 | 12,4 | 27 | 20,3 | 18,7 | 34,1 | 31,9 | 37,2 |
| Кыргызстан-Ошская | 17,1 | 24,4 | 26,7 | 24,9 | 18,6 | 24,6 | 27,6 | 23,4 | 26 | 45,3 | 33,4 | 44,5 |

**Таблица 9.17**
**Средняя урожайность на орошаемых землях. Все категории хозяйств, ц/га**

| | Картофель | | | Бахча продовольственная | | | Овощи | | | Многолетние травы (люцерна (1,2,3-года) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1990 | 1995 | 2000 | 1990 | 1995 | 2000 | 1990 | 1995 | 2000 | 1990 | 1995 | 2000 |
| Республика Узбекистан | 71,1 | 92,0 | 129,4 | 104,5 | 110,2 | 133,8 | 216,5 | 176,0 | 183,8 | 81,3 | 245,7 | 205,9 |
| Республика Каракалпакстан | 15,3 | 23,6 | 56,8 | 71,1 | 61,5 | 74,9 | 136,8 | 82,0 | 91,3 | 37,1 | 112,0 | 110,0 |
| Области: | | | | | | | | | | | | |
| Андижанская | 73,9 | 100,4 | 114,2 | 114,8 | 115,0 | 136,9 | 211,4 | 201,3 | 219,2 | 122,8 | 345,7 | 340,3 |
| Бухарская | 58,0 | 64,3 | 136,9 | 104,1 | 118,7 | 150,2 | 163,1 | 174,2 | 174,0 | 98,7 | 227,0 | 309,5 |
| Джизакская | 77,3 | 76,2 | 89,1 | 121,9 | 150,0 | 112,1 | 149,6 | 175,2 | 117,5 | 46,8 | 156,1 | 82,3 |
| Кашкадарьинская | 51,0 | 69,9 | 103,3 | 75,1 | 95,2 | 85,4 | 205,2 | 142,3 | 135,8 | 61,6 | 198,9 | 162,4 |
| Навоийская | - | 74,7 | 144,5 | - | 76,8 | 142,2 | - | 119,8 | 139,3 | - | 196,4 | 249,8 |
| Наманганская | 101,9 | 141,7 | 156,8 | 130,3 | 133,8 | 178,9 | 284,3 | 232,5 | 228,3 | 114,8 | 347,1 | 314,4 |
| Самаркандская | 75,5 | 94,3 | 148,1 | 117,4 | 93,7 | 158,5 | 301,7 | 212,8 | 213,6 | 88,7 | 248,4 | 144,7 |
| Сурхандарьинская | 53,4 | 71,9 | 104,5 | 155,7 | 109,5 | 164,5 | 106,4 | 124,5 | 152,7 | 102,4 | 293,9 | 209,0 |
| Сырдарьинская | 33,9 | 75,1 | 102,2 | 104,9 | 99,9 | 181,3 | 113,5 | 109,7 | 129,3 | 82,6 | 252,0 | 213,8 |
| Ташкентская | 64,2 | 98,1 | 147,3 | 161,2 | 151,3 | 174,5 | 205,6 | 204,8 | 219,7 | 100,6 | 273,0 | 252,2 |
| Ферганская | 106,7 | 109,3 | 143,5 | 112,4 | 111,4 | 118,9 | 181,9 | 169,8 | 174,4 | 102,3 | 219,9 | 228,9 |
| Хорезмская | 53,4 | 89,2 | 99,6 | 88,8 | 138,2 | 138,4 | 145,1 | 161,6 | 150,5 | 100,0 | 359,6 | 210,1 |
| Таджикистан-Согдийская | 73,0 | 56,5 | 69,1 | 90,5 | 74,9 | 95,7 | 185,0 | 154,4 | 163,0 | 109,4 | 101,5 | 133,7 |
| Казахстан-Южно-Казахстанская | 91,3 | 93,8 | 97,5 | 117,7 | 60,6 | 124,1 | 178,4 | 108,3 | 134,1 | 103,0 | 98,6 | 120,4 |
| Кыргызстан-Ошская | 102,5 | 85,9 | 127,9 | 120,2 | 65,4 | 139,0 | 190,3 | 121,8 | 176,3 | 115,8 | 104,0 | 129,5 |

**Таблица 9.18**
**Современные экономические выгоды от основных культур в показательных зонах (1996 год)**

| Зоны | Хлопчатник | | | Озимая пшеница | | | Рис | | | Фрукты | | | Овощи | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Чистый доход | | | Чистый доход | | | Чистый доход | | | Чистый доход | | | Чистый доход | |
| | Урожай | $/га | $/тыс.м3 | Уро-жай | $/га | $/тыс.м3 | Урожай | $/га | $/тыс.м3 | Урожай | $/га | $/тыс.м3 | Урожай | $/га | $/тыс.м3 |
| Верховья Наманган/Узбекистан | 2,4 | 230 | 17 | 3,2 | -40 | -7 | 2,0 | -70 | -2 | 7 | 325 | 25 | 17 | 670 | 38 |
| Горно-Бадахшан/ Таджикистан | | | | 2,7 | 72 | 13 | | | | 6 | 280 | 21 | 17 | 630 | 37 |
| Старые/срединно-равнинные зоны | 2,2 | 160 | 14 | 2,0 | -160 | -34 | 3,0 | 140 | 4 | 7 | 320 | 28 | 14 | 480 | 32 |
| Чакир/Казахстан | 2,6 | 300 | 21 | 3,4 | -15 | -3 | 2,9 | 120 | 4 | 7 | 325 | 25 | 15 | 550 | 32 |
| Фергана/Узбекистан | 1,8 | 120 | 8 | 2,2 | -135 | -25 | 1,8 | -120 | -3 | 5 | 225 | 16 | 10 | 240 | 14 |
| Мары/Туркменистан | 2,6 | 310 | 22 | 3,3 | 82 | 16 | 2,7 | 77 | 2 | 9 | 450 | 34 | 10 | 440 | 25 |
| Ош/Кыргызстан | | | | | | | | | | | | | | | |
| Новые/срединно-равнинные зоны | 1,9 | 55 | 6 | 1,9 | -174 | -3,5 | 2,5 | 35 | 2 | | | | 10 | 265 | 21 |
| Гол.степь/Казахстан | 1,5 | | | 2,2 | -143 | -25 | 1,8 | -110 | -4 | | | | 11 | 320 | 25 |
| Сырдарья/Узбекистан | 1,6 | 50 | 5 | 2,0 | -155 | -30 | 1,4 | -205 | -7 | 3 | 95 | 10 | 10 | 235 | 17 |
| Балкан/Туркменистан | | | | | | | | | | | | | | | |
| Старые низовья | 2,5 | 370 | 25 | 3,8 | 40 | 7 | 3,5 | 240 | 6 | 6 | 260 | 20 | 15 | 525 | 33 |
| Хорезм/Узбекистан | 1,7 | 85 | 6 | 2,1 | -145 | -25 | 2,0 | -84 | -2 | 6 | 290 | 22 | 10 | 240 | 17 |
| Дашогуз/Туркменистан | | | | | | | | | | | | | | | |
| Новые низовья Каракалпакстан/Узбекистан | 1,3 | -80 | -7 | 2,0 | -120 | -30 | 1,8 | -165 | -5,5 | 3 | 75 | 6 | 9 | 180 | 12 |

Источник: ТАСИС "ВАРМАП"

## 9.3. Оценка воздействия факторов засоления, заболачивания почв, разрушения коллекторно-дренажной сети, уровня механизированного труда, применения удобрений и средств химзащиты растений на сельхозпроизводство

Основными причинами засоленности почв являются:

1. Вовлечение в сельскохозяйственное освоение природно-засоленных земель (например, Голодная степь, новая зона);

2. Возникновение вторично засоленных земель при подъеме минерализованных грунтовых вод за счет больших потерь ирригационной воды на глубинную фильтрацию при интенсивном орошении отдельных массивов, а также при неудовлетворительной работе дренажных и водоотводящих систем.

3. Возрастание минерализации оросительной воды за счет сбросов коллекторно-дренажных стоков в источники орошения.

Там, где уровень залегания грунтовых вод на орошаемых площадях поднимается до 2 метров и выше от поверхности земли, грунтовые воды поступают в корневую зону путем капиллярного подъема. Соли грунтовых вод при их сверх достаточном количестве могут вызвать потери урожая. Там, где уровни грунтовых вод поднимаются почти до одного метра от поверхности, возникают и дополнительные потери и затраты по другим причинам. Например, сверх избыточное увлажнение почвы ведет к сильному прорастанию влаголюбивых сорняков. При обработке посевов сельхозкультур, техника вязнет в грунте, из-за этого теряется время, уплотняется почва, и работы проводятся не качественно. Все это ведет к значительным потерям урожая сельхозкультур.

Уровень грунтовых вод значительно поднялся за последние годы. Так, в бассейне Аральского моря площадь орошаемых земель с уровнем грунтовых вод менее двух метров увеличилась на 35 %. Особенно острая ситуация, связанная с заболачиванием почв, сложилась в Южном Казахстане, в Нишанском и Элликалинском районах Узбекистана. Сельские жители в данных районах отмечали, что помимо вывода сельскохозяйственных земель из оборота, грунтовые воды просачиваются сквозь фундаменты зданий и размывают их, приводят к загрязнению источников питьевой воды.

Существуют также и другие затраты, сопутствующие длительному наличию условий близкого залегания грунтовых вод от поверхности. Одни из них возникают из-за необходимости проводить промывку земель до посадки культуры для того, чтобы предотвратить влияние высокого уровня засоления почвы на прорастание семян. Также возникает настоятельная необходимость в наличии дренажных систем, затраты на строительство и техническое обслуживание которых значительны. Близко залегающие от поверхности грунтовые воды могут нанести вред элементам инфраструктуры, таким, как дороги или бетонные сооружения.

Помимо потерь на самих орошаемых землях, соль, сбрасываемая в воды рек Сырдарьи и Амударьи, может оказывать влияние на качество оросительной воды ниже по течению, причем влияние на урожайность сельхозкультур имеет место в случае, если минерализация оросительной воды достаточно высокая (выше 2-3 г/л).

Низкая работоспособность коллекторно-дренажной сети, либо ее разрушение, способствует накоплению солей в корнеобитаемой зоне и снижению урожайности сельхозкультур. Ниже приводится оценка экономических потерь, связанных с высокими уровнями грунтовых вод и засолением почв, рассчитанных в подкомпоненте 1 проекта "Управление водными ресурсами и окружающей средой" (2001 г.).

**Таблица 9.19**
**Потери от общей потенциальной валовой продукции (млн.долларов/год)**

| Республика / Речной бассейн | Значение потерь урожая по причине | | | | Экономическая стоимость промывочной воды | Затраты на Э и То дренажной системы | Стоимость земли, выведенной из оборота по причине засоления | Общие потери (млн.долл/год) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | низкого количества растений или пустых участков на полях, вызванных засолением почв и плохой планировкой | конкуренции с влаголюбивыми сорняками | недостаточной обработки земель | уплотнения почвы | | | | |
| Казахстан | 26,3 | 2,9 | 0,7 | 1,8 | 1,7 | 0,0 | 0,5 | 34 |
| Кыргызстан | 25,3 | 0,2 | 0,7 | 0,2 | 3,4 | 0,0 | 0,1 | 29 |
| Таджикистан (С)* | 25,2 | 0,9 | 0,0 | 1,0 | 5,4 | 0,1 | 0,1 | 33 |
| Узбекистан (С) | 25,7 | 1,1 | 0,2 | 1,5 | 0,8 | 0,4 | 0,3 | 30 |
| Бассейн Сырдарьи (ср.) | 25,8 | 1,4 | 0,1 | 1,4 | 1,7 | 0,2 | 0,3 | 31 |
| Таджикистан (А)* | 25,2 | 0,9 | 0,3 | 0,7 | 2,4 | 0,1 | 0,1 | 30 |
| Туркменистан | 26,9 | 1,2 | 0,2 | 1,4 | 2,4 | 0,2 | 1,2 | 34 |
| Узбекистан (А) | 26,0 | 1,2 | 0,2 | 1,5 | 2,4 | 0,3 | 0,5 | 32 |
| Бассейн Амударьи (ср.) | 26,2 | 1,2 | 0,2 | 1,4 | 2,4 | 0,3 | 0,7 | 32 |

* С - Сырдарья, А - Амударья

Оценки потерь сельскохозяйственных культур по причине засоления были подготовлены как предварительные для цели определения направления будущих исследований. Предварительные оценки были просчитаны, исходя из сложившейся площади земель каждого класса засоления по FAO, к которым были применены коэффициенты потери урожайности по FAO. Экономическая оценка предполагаемых потерь потенциального урожая основывается на экономических ценах основных товарных сельскохозяйственных культур на границе хозяйства и на основании структуры посевов каждой республики. Второстепенные культуры были подсуммированы с основными культурами, к которым они относятся экономически. Самые большие потери имеют место в Узбекистане и в Туркменистане.

Снижение урожаев, возникающее по причине низкой густоты стояния растений или пустых участков на полях, что является результатом неравномерного полива, или угнетения посевов по причине засоления почвы, непрорастания семян, составляет основную часть потерь. Прямой причиной этих потерь является невыровненность поверхности полей, что приводит к возникновению засоленных участков. Экономические затраты на промывочную воду - следующие по величине удельные затраты, которые составляют около 2,1 % для всего бассейна и около 5,4 % в Таджикистане.

Таким образом, по всему бассейну общие потери национальных экономик от высоких УГВ и вторичного засоления оцениваются приблизительно в 1380 миллионов долларов США ежегодно, или около 32 % экономической стоимости потенциальной продукции сельскохозяйственных культур. Объем потерь в бассейне Амударьи выше, чем в бассейне Сырдарьи.

Различия в урожайности сельхозкультур в значительной мере обусловлены (помимо почвенно-климатических и агромелиоративных условий) складывающимися технологическими факторами сельхозпроизводства. Обеспеченность сельского хозяйства удобрениями, начиная с 1993 года резко сократилось. Так, например, в Узбекистане за период 1991-95 гг. поставки сельхозпроизводителю азотных удобрений уменьшились с 635 до 436 тыс.тонн, фосфорных - с 437 до 108 тыс.тонн, калийные удобрения с 1993 г. не завозились вообще. В 1995 г. обеспеченность сельского хозяйства по азоту составила 70 %, фосфору - 22,8 %, калию - 0 % от потребностей. В 2000 г. по азоту - 78 %, фосфору - 49 %, калию - 14 %.

Большим отрицательным фактором для сельского хозяйства является снижение уровня механизации производства, происходящее за счет старения и износа сельхозмашин и оборудования, замена которых из-за отсутствия средств не осуществляется своевременно. Заметна тенденция к снижению уровня применения средств химической защиты растений от сорняков, болезней, вредителей, а также увеличению затрат ручного труда при производстве основных видов сельхозпродукции. Повсеместно отмечается нарушение хлопково-люцернового севооборота, а также технологических нормативов при проведении агротехнических операций.

В ряде государств (Узбекистан, Таджикистан) следует отметить и слабую заинтересованность в результатах своего труда самих земледельцев из-за низкой оплаты их трудовой деятельности. Перечисленные препятствия являются основными факторами, определяющими низкие показатели урожайности сельскохозяйственных культур, возделываемых в ЦАР.

Давая экспертную оценку складывающихся потерь от технологических факторов, мы использовали материалы проектов ВАРМАП и ВУФМАС (1994-2000 гг.), вследствие чего сведения, представленные в табл.9.20 можно расценивать как средневзвешенные показатели для всех областей указанных республик.

**Таблица 9.20**
**Снижение урожайности хлопчатника и пшеницы (%) от технологических факторов**

| Республика | Обеспеченность сельскохозяйственной техникой | Обеспеченность удобрениями | Обеспеченность средствами хим.защиты растений | Обеспеченность людскими ресурсами | Всего потерь, % |
|---|---|---|---|---|---|
| Казахстан | 4/3* | 9/14 | 5/3 | 4/3 | 22/23 |
| Киргизстан | 5/4 | 12/15 | 7/6 | 4/4 | 28/29 |
| Узбекистан | 4/2 | 10/13 | 6/4 | 2/1 | 22/20 |
| Таджикистан | 5/4 | 13/17 | 7/5 | 5/4 | 30/30 |
| Туркменистан | 4/2 | 10/12 | 5/3 | 4/3 | 23/20 |

* в числителе - показатель для хлопчатника,
в знаменателе - показатель для пшеницы

## 9.4. Возможность вывода земель из сельхозоборота и его социальные и экономические последствия

Высокозасоленная и заболоченная почва является низкоурожайной, и ее вынужденно выводят из оборота. Примерно 600000 гектаров орошаемой пашни в Центральной Азии оказались брошенными в течение последнего десятилетия, хотя эта цифра включает и вывод земель из оборота в силу недостатка воды и недостатка средств производства. В Кыргызстане, где естественный дренаж лучше, чем в других частях Центральной Азии, около 80000 гектаров земли (более семи процентов от общего количества) выведены из производства в силу высокой засоленности почвы или заболачивания в 1990-2000 гг. Узбекистан теряет около 20000 гектаров в год по этим же причинам.

Сельские жители стараются адаптировать сельскохозяйственное производство в условиях деградации ирригационных и дренажных систем различными изобретательными способами (используют переносные насосы с целью подачи воды на свои участки, роют мелкие канавы (завуры) с целью понижения уровня грунтовых вод, используют питьевую воду для орошения небольших контуров, переходят на выращивание солеустойчивых низкоценных культур, меняют верхний засоленный слой на более плодородную почву из другой местности, заменяют борозды на "джояки", участки квадратной формы окруженные небольшими канавами, которые лучше проводят дренаж и др.). К сожалению, как правило, эти кустарные методы позволяют в

лучшем случае выжить, но не добиться существенного дохода. Еще один способ адаптации состоит в переходе к разведению скота, однако плохое состояние земель вынуждает разводить менее "деликатный" скот, такой как козы и верблюды. Альтернативой поиску приспособления к таким условиям является изменение сферы занятости и поиск другой работы. Основным и широко практикуемым вариантом является сезонная или постоянная миграция в районный или областной центр, где мужчины нанимаются в качестве "поденных работников" для выполнения разных физических работ, а женщины в качестве продавщиц на базарах, домработниц и др.

Экономические последствия вывода земель из сельхозоборота можно проследить на примере Республики Каракалпакии (Узбекистан). В этом регионе начало интенсивного вывода орошаемых земель приходится к 1991-1998 гг., которое характеризуется масштабным социально-экономическим кризисом на всем постсоветском пространстве.

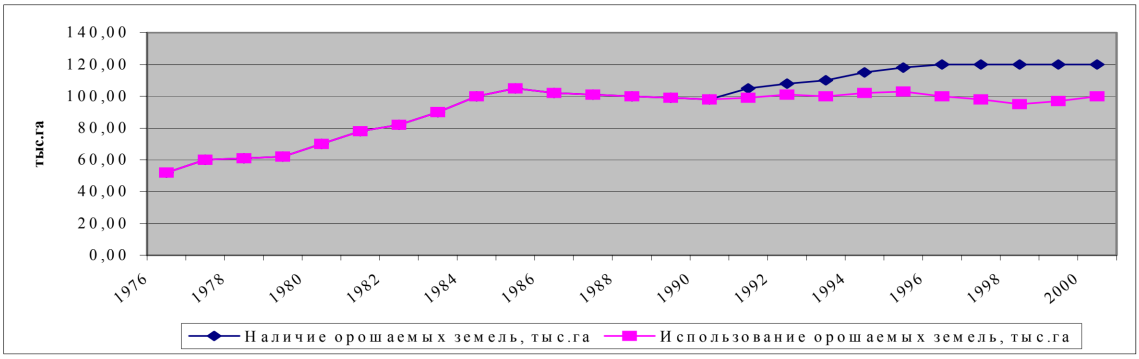



**Рисунок 9.5**
**Динамика использования орошаемых площадей в узбекской части Приаралья**

Расчет ущерба от вывода орошаемых земель основывается на следующих принципах.

- Начало интенсивного вывода земель приходится на 1991 год.
- Стоимость вывода 1 га приравнена к средней продуктивности земель орошения в Каракалпакстане и равняется 550 $/га.

Таким образом, прямые потери от вывода земель за рассматриваемый период близки к 95,2 млн.долларов США, а среднегодовая величина ущерба составляет 7,4 млн.долларов.

**Таблица 9.21**
**Расчет ущерба от вывода орошаемых земель из оборота в узбекской части Приаралья**

| Годы | Наличие орошаемых земель, тыс.га | Использование орошаемых земель, тыс.га | Разница, тыс.га | Ущерб, млн.$ | Коэффициент дисконтирования | Дисконтированный ущерб, млн.$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1991 | 100,5 | 97,8 | 2,8 | 1,5 | 1,344 | 2,1 |
| 1992 | 104,9 | 99,3 | 5,5 | 3,1 | 1,305 | 4,0 |
| 1993 | 109,2 | 100,9 | 8,3 | 4,6 | 1,267 | 5,8 |
| 1994 | 113,6 | 102,5 | 11,1 | 6,1 | 1,230 | 7,5 |
| 1995 | 117,9 | 104,0 | 13,9 | 7,6 | 1,194 | 9,1 |
| 1996 | 117,9 | 96,5 | 21,4 | 11,8 | 1,159 | 13,7 |
| 1997 | 117,9 | 88,9 | 29,0 | 15,9 | 1,126 | 18,0 |
| 1998 | 117,9 | 95,2 | 22,7 | 12,5 | 1,093 | 13,7 |
| 1999 | 118,0 | 101,5 | 16,5 | 9,1 | 1,061 | 9,6 |
| 2000 | 118,0 | 107,8 | 10,2 | 5,6 | 1,030 | 5,8 |
| 2001 | 118,1 | 107,0 | 11,2 | 6,1 | 1,000 | 6,1 |
| Итого интегральный ущерб за расчетный период | | | | | | 95,2 |
| Среднегодовой ущерб | | | | | | 7,4 |

## 9.5. Влияние засоления на урожайность сельхозкультур

Сельскохозяйственные культуры по-разному реагируют на засоление почвы, а их урожайность находится в прямой зависимости от степени и типа засоления земель. Для выявления соответствующих взаимоотношений между засоленностью и урожаем сельхозкультур необходимо определить понижающие (стрессовые) коэффициенты урожайности культуры для различных комбинаций природных факторов, на основании которых можно просчитать реальные потери от засоления по площадям.

Применяемые для этой цели классификации по засолению земель (Г.Егоров, Н.Минашина, Н.Базилевич, Е.Панкова, В.А.Ковда, ФАО и др.) мы объединили в сводную таблицу (табл.9.23), позволяющую определить соответствующие градации каждой отдельной степени в зависимости от метода оценки засоления (Cl, SO4, HCO3, ∑солей, ∑ токсичных солей, по электропроводимости).

**Таблица 9.22**
**Сводная классификация засоления почв, применяемая в ЦАР**

| Степень засоления почв | Незасоленные почвы | Слабозасоленные почвы | Среднезасоленные почвы | Сильнозасоленные почвы | Солончаки |
|---|---|---|---|---|---|
| По Cl-иону в % от МСП* | <0,01 | 0,01-0,035 | 0,035-0,07 | 0,070-0,14 | >0,14 |
| По SO4 в % от МСП | <0,08 | 0,08-0,17 | 0,17-0,34 | 0,34-0,86 | >0,86 |
| По HCO3 в % от МСП | 0,061 | 0,061-0,122** | 0,122-244 | 0,244-0,488 | >0,488 |
| По ∑ солей в % от МСП | <0,15-0,14** | 0,19-0,60 | 0,30-1,00 | 0,70-2,00 | >0,80->2,00 |
| По ∑ токсичных солей в % от МСП | <0,03-0,14** | 0,09-0,3 | 0,19-0,60 | 0,30-1,40 | >0,60->1,40 |
| Электроводимость по ФАО (dS/m) | 0-2 | 2-4 | 4-8 | 8-16 | >16 |

* - МСП - масса сухой почвы
** - приведенные пределы концентрации солей зависят от типа засоления почвы

Потери урожая от определенной степени засоленности почв во многом зависят от солеустойчивости отдельных сельскохозяйственных культур и уровень таких потерь, приведенный в табл.9.24, используется при прогнозировании урожая на засоленных землях.

**Таблица 9.23**
**Потенциал урожая при различной степени засоления почв (в слое 0-100) по ФАО**

| Культуры | ECe, dS/m | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2 | 4 | 6 | 8 | 12 | 16 |
| % от потенциального урожая | | | | | | |
| Озимый ячмень | | | | 100 | 80 | 60 |
| Хлопок | | | | 98 | 78 | 57 |
| Сахарная свекла | | | | 94 | 71 | 47 |
| Озимая пшеница | | | 100 | 86 | 57 | 29 |
| Рис | | 88 | 63 | 38 | | |
| Кукуруза (сладкая) | | 72 | 48 | 29 | | |
| Свекла | | 100 | 82 | 64 | 27 | |
| Помидоры | | 86 | 67 | 48 | 10 | |
| Капуста | | 80 | 53 | 27 | | |
| Картофель | 96 | 72 | 48 | 24 | | |
| Перец сладкий | 93 | 65 | 37 | 8 | | |
| Лук | 87 | 55 | 23 | | | |
| Морковь | 86 | 58 | 30 | 1 | | |
| Люцерна | 100 | 86 | 71 | 57 | 29 | |
| Абрикос | 90 | 43 | | | | |
| Виноград | 95 | 76 | 57 | 38 | 0 | |
| Слива | 91 | 55 | 20 | | | |

* - засоление почвы оценивается по электропроводимости насыщенного почвенного экстракта

- 100 % урожай, - нулевой урожай.

Ниже приводится несколько иной способ расчета потерь урожая, который используется в СНГ при программированном возделывании сельскохозяйственных культур.

**Таблица 9.24**
**Урожай сельскохозяйственных культур (%) в зависимости от уровня засоления почвы, % к контролю**

| Культура | Урожай при содержании суммы солей в почве (% от массы сухой почвы) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | незасо-ленные | слабоза-соленные | среднеза-соленные | сильноза-соленные | очень сильно-засолен-ны |
| Хлопчатник | 100 | 94 | 65 | 43 | 16 |
| Озимая пшеница | 100 | 80 | 47 | 25 | 0 |
| Кукуруза на зерно | 100 | 95 | 46 | 10 | 0 |
| Кукуруза на силос и зеленую массу | 100 | 98 | 72 | 57 | 35 |
| Люцерна | 100 | 96 | 73 | 53 | 39 |
| Подсолнечник | 100 | 108 | 84 | 53 | 46 |
| Картофель | 100 | 110 | 68 | 0 | 0 |
| Томат рассадный | 100 | 98 | 74 | 54 | 34 |
| Горох овощной | 100 | 66 | 27 | 0 | 0 |
| Перец сладкий | 100 | 71 | 43 | 39 | 0 |
| Баклажан | 100 | 102 | 74 | 48 | 32 |
| Свекла столовая | 100 | 95 | 88 | 73 | 66 |

В табл.9.25 приводятся данные по потерям урожая различных сельхозкультур (%) в зависимости от уровня засоления почвы (по содержанию суммы солей) в % от контроля (незасоленный фон), в табл.9.26 уравнения регрессии для расчета снижения урожайности сельхозкультур в зависимости от степени засоления почвы.

Снижение урожая от засоления рассчитывается следующим образом. Например, при содержании суммы солей в активном слое почвы 0,40 : урожай озимой пшеницы составит:

$$У = 105 - 94 \cdot 0{,}40 = 67{,}4\ \%$$

т.е. 67,4 % от получаемого на незасоленной почве в аналогичных условиях, допустим равного 50 ц/га. В этом случае, на почвах с указанным засолением (0,40 по сумме солей в % от МСП) мы можем рассчитывать на урожай равный $\frac{50\ ц/га \cdot 67{,}4\ \%}{100\ \%} = 33{,}7$ ц/га.

**Таблица 9.25**
**Уравнения для определения снижения урожайности сельскохозяйственных культур от засоления почвы (по содержанию суммы солей в почве, %)**

| Культура | Уравнения регрессии |
|---|---|
| Хлопчатник | У = 112-93·X |
| Озимая пшеница | У = 105-94·X |
| Кукуруза на зерно | У = 112-116·X |
| Кукуруза на силос и зеленую массу | У = 104-52·X |
| Люцерна | У = 105-55·X |
| Подсолнечник | У = 111-54·X |
| Картофель | У = 121-114·X |
| Томат рассадный | У = 107-59·X |
| Горох овощной | У = 101-121·X |
| Перец сладкий | У = 95-72·X |
| Баклажан | У = 109-63·X |
| Свекла столовая | У = 103-31·X |

Примечание: У - урожай, в % от получаемого на незасоленной почве;
X - содержание солей, % массы сухой почвы.

В таблице 9.28 приведен пример расчета физических (в тоннах) и финансовых (тыс.$ потерь от снижения урожаев на засоленных землях Бухарской, Ферганской областей и Каракалпакстана для основных сельхозкультур, высеваемых в этих зонах (хлопчатник, пшеница). В расчетах использованы показатели средних потерь урожая от степени засоления, полученные в экспериментальных исследованиях и обобщенные для цели экспертной оценки. Следует учесть, что приведенные расчеты правомерны только для условий, если на всей засоленной территории области не проводится промывка земель. В реальных условиях, при проведении промывных поливов и остаточном воздействии солей на посевы, приведенные потери будут в несколько раз меньше расчетных.

Для ориентировочных расчетов урожайность сельхозкультур в условиях различной степени засоления почв можно использовать понижающие коэффициенты, приведенные в таблице 9.27. Данные коэффициенты позволяют определить потери в урожае для 1А культур, как на засоленных непромываемых землях, так и на землях, где проводятся промывные поливы, рекомендованными для зоны нормами.

**Таблица 9.26**
**Усредненные понижающие коэффициенты для расчета урожайности сельхозкультур в условиях различной степени засоления земель**

| Культура | Незасоленные (0-2 ds/m) | Слабозасоленные (2-4 ds/m) | | Среднезасоленные (4-8 ds/m) | | Сильнозасоленные (8-16 ds/m) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | без промыв-ки | после промыв-ки | без промыв-ки | после промыв-ки | без промыв-ки | после промыв-ки |
| Хлопок | 1,0 | 00,96 | 1,00 | 0,72 | 0,95 | 0,45 | 0,90 |
| Озимая пшеница | 1,0 | 0,90 | 0,98 | 0,57 | 0,92 | 0,34 | 0,86 |
| Яровая пшеница | 1,0 | 0,93 | 0,98 | 0,59 | 0,93 | 0,37 | 0,89 |
| Кукуруза на зерно | 1,0 | 0,95 | 1,00 | 0,67 | 0,90 | 0,42 | 0,89 |
| Кукуруза на силос | 1,0 | 0,98 | 1,00 | 0,74 | 0,91 | 0,55 | 0,90 |
| Озимый ячмень | 1,0 | 1,00 | 1,00 | 0,80 | 0,96 | 0,60 | 0,91 |
| Яровой ячмень | 1,0 | 1,00 | 1,00 | 0,80 | 0,96 | 0,63 | 0,92 |
| Рис | 1,0 | 1,00 | 1,00 | 0,90 | 0,89 | 0,80 | 0,92 |
| Овощи | 1,0 | 0,85 | 0,98 | 0,63 | 0,97 | 0,41 | 0,87 |
| Картофель | 1,0 | 1,08 | 1,00 | 0,84 | 0,90 | 0,53 | 0,92 |
| Люцерна | 1,0 | 0,89 | 1,00 | 0,68 | 0,92 | 0,43 | 0,88 |
| Бахча | 1,0 | 0,95 | 1,00 | 0,68 | 0,93 | 0,54 | 0,90 |
| Сады | 1,0 | 0,73 | 0,98 | 0,54 | 0,94 | 0,25 | 0,82 |
| Виноград | 1,0 | 0,76 | 0,98 | 0,58 | | 0,28 | 0,86 |

**Таблица 9.27**
**Расчет физических и финансовых потерь от снижения урожаев на засоленных землях (для условий, если на всей площади не проводится промывка земель)**

| Область | Культура и площадь под ней, тыс.га | Степень засоления | Площадь засоления под культурой, тыс.га | Средние потери урожая от солей, ц/га | Потери урожая от солей на всей площади, т | Общие потери урожая, т | Финансовая цена 1 т хлопка-сырца, $/т | Сумма потерь, тыс.$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| хлопчатник | | | | | | | | |
| Бухарская | Хлопок 129,0 | слабая | 74,8 | 1,2 | 8976 | 32254 | 150 | 48381 |
| | | средняя | 36,1 | 3,8 | 13718 | | | |
| | | сильная | 12,1 | 7,9 | 9560 | | | |
| Ферганская | Хлопок 121,2 | слабая | 30,3 | 1,2 | 3636 | 18935 | 150 | 28402 |
| | | средняя | 25,5 | 3,8 | 9690 | | | |
| | | сильная | 7,1 | 7,9 | 5609 | | | |
| Каракалпакская | Хлопок 129,0 | слабая | 65,8 | 1,2 | 7896 | 31403 | 150 | 47104 |
| | | средняя | 39,2 | 3,8 | 14896 | | | |
| | | сильная | 10,9 | 7,9 | 8611 | | | |
| пшеница | | | | | | | | |
| Бухарская | Пшеница 77,2 | слабая | 44,77 | 3,2 | 14326 | 38151 | 65 | 24798 |
| | | средняя | 21,61 | 7,1 | 15343 | | | |
| | | сильная | 7,25 | 11,7 | 8482 | | | |
| Ферганская | Пшеница 116,8 | слабая | 29,2 | 3,2 | 9344 | 34899 | 65 | 22684 |
| | | средняя | 24,64 | 7,1 | 17494 | | | |
| | | сильная | 6,89 | 11,7 | 8061 | | | |
| Каракалпакская | Пшеница 38,8 | слабая | 19,78 | 3,2 | 6329 | 18548 | 65 | 12056 |
| | | средняя | 11,79 | 7,1 | 8370 | | | |
| | | сильная | 3,29 | 11,7 | 3849 | | | |

# ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Детальный анализ ситуации в пяти областях Центральной Азии, охватывающий 2 млн. га или 40 % всех земель, подверженных засолению и заболачиванию и требующих дренажа, по имеющимся данным гидромелиоративных экспедиций, позволяет сделать следующие выводы:

1. При нынешнем уровне работ по восстановлению, ремонту и обслуживанию дренажа, продуктивность земель в течение 25 лет, повсеместно снижается.

- по Бухарской области – на 23 %
- по Кашкадарьинской области – на 12 %
- по Каракалпакстану – на 30 %
- по Сырдарьинской зоне – на 19 %
- по Ферганской области – на 5 %

Таким образом, Каракалпакстану, Сырдарьинской и Бухарской зонам должен быть оказан приоритет в усилении работ по приведению в порядок и развитию дренажа. В аналогичных условиях находятся из менее детальных обследований: Кзылординская область в Казахстане, Ташауз и Чарджоу в Туркменистане, Джизакская область в Узбекистане.

2. Сохранение нынешнего уровня мелиоративного фона возможно при увеличении существующего объема инвестиций в поддержание, реконструкцию и восстановление дренажа в следующих размерах:

- по первой группе областей – на ~ 35%
- по второй группе областей – на ~ 15 %

При этом мелиоративное благополучие будет достигнуто лишь в Бухарской, Кашкадарьинской, Ферганской и Сырдарьинской областях, а в Каракалпакстане объем вложений должен быть увеличен до 55% и частично направлен в развитие дренажных систем. Кроме этого, необходимо иметь в виду и рекомендации, предложенные на конференции (см. приложение).

## Приложение

# РЕКОМЕНДАЦИИ МЕЖДУНАРОДНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ «СТРАТЕГИЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ОРОШАЕМОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ С РЕАЛЬНО ОСУЩЕСТВИМЫМИ ИНВЕСТИЦИЯМИ В ДРЕНАЖ: БАССЕЙН АРАЛЬСКОГО МОРЯ»

10-13 марта 2004 г. в Тренинговом Центре (ТЦ) НИЦ МКВК прошла международная конференция «Стратегия устойчивого развития орошаемого земледелия с реально осуществимыми инвестициями в дренаж: бассейн Аральского моря, Центральная Азия».

Организаторы конференции: МСВХ Узбекистана, НИЦ МКВК, ИПТРИД/ФАО, Институт Гидрологии Валлингфорда (Великобритания), Университет Мак Гилл (Канада).

Спонсорская поддержка: Европейская Комиссия (INCO), Всемирный Банк, CIDA.

Участники конференции были представлены руководителями, экспертами, ведущими специалистами водохозяйственных ведомств стран Центральной Азии, ряда международных и зарубежных организаций (НИЦ МКВК, ИПТРИД/ФАО, Всемирный Банк, Азиатский Банк Развития, SDS, USAID, CIDA, Институт Гидрологии Валлингфорда, Alterra-ILRI, Waterwatch, Центр Брейс, ВанС консалтинг), представителями посольств США и Великобритании и средств массовой информации Узбекистана.

Модераторы: профессор В. Духовный (директор НИЦ МКВК), доктор Г. Денеке (региональный менеджер программы «Дренаж и устойчивость», ИПТРИД/ФАО, Италия), д-р А. Абдель-Дайем (эксперт Всемирного банка по дренажу, США), проф. Ч. Мадрамото (директор Центра Брейс, Канада), д-р Д. Пирс (ведущий специалист ИГ Валлингфорда, Великобритания), д-р М. Уль-Хассан (менеджер проекта «ИУВР-Фергана», IWMI).

Цель конференции: Анализ дренажной ситуации в государствах Центральной Азии и выработка предложений по стратегии устойчивого развития орошаемого земледелия и повышения эффективности сельскохозяйственного производства в регионе.

В аридной зоне процессы соленакопления в почве происходят под воздействием естественных (реликтовые запасы солей, наличие залегающих близко к поверхности земли грунтовых вод высокой минерализации) и антропогенных (орошение, промывки, возвратные воды) факторов. Реликтовая засоленность почв и грунтовых вод остается одним из основных факторов вторичного засоления почв на большей части орошаемых земель Центральноазиатского региона, особенно в среднем и нижнем течениях крупных рек. Искусственное орошение форсирует миграцию солей и их аккумуляцию в корнеобитаемой зоне, что является главной причиной вторичного засоления почв и снижения урожайности сельскохозяйственных культур. В странах Центральной Азии более 50 % поливной пашни подвержены засолению. Борьба с засолением является одной из ключевых проблем мелиорации орошаемых земель, которая как необходимое условие устойчивого развития поливного земледелия требует искусственного дренажа.

Ухудшение мелиоративного состояния орошаемых земель явилось следствием ослабления внимания к дренажу. В результате в последние годы наблюдается устойчивая тенденция деградации земель, принявшая угрожающие масштабы. Так, за 1990-1999 гг. площади с близким уровнем залегания грунтовых вод от поверхности земли (до 2м) увеличились:

- по бассейну Амударьи - с 1,29 млн до 1,57 млн га, или на 280 тыс. га (на 22 %);
- по бассейну Сырдарьи - с 0,55 млн до 0,90 млн га, или на 350 тыс. га (на 64 %).

Показатели выше среднего по региону имеют: бассейн Амударьи - Ахалский (рост на 149 %) и Дашогузский (31 %) велояты Туркменистана, Навоийская (43 %), Самаркандская (24 %) и Хорезмская (22 %) области Узбекистана; бассейн Сырдарьи - Южный Казахстан (рост на 200 %), Джизакская (84 %) и Сырдарьинская (72 %) области Узбекистана.

Соответственно, резко возросла суммарная площадь средне- и сильнозасоленных земель в регионе. За указанный период площади засоленных земель увеличились:

- по бассейну Амударьи - с 1,16 млн до 1,82 млн га, или на 660 тыс. га (на 57 %);
- по бассейну Сырдарьи - с 0,34 млн до 0,61 млн га, или на 270 тыс. га (на 79 %).

Коэффициент работы дренажа за 1990-2000 гг. снизился на 30 % и при сохранении этой тенденции к середине XXI века более 50 % дренажных систем региона выйдут полностью из строя. По оценкам ведущих экспертов, убытки от неудовлетворительной работы дренажа в настоящее время составляют около 1 млрд USD ежегодно.

Дренажная ситуация в регионе имеет тенденцию к дальнейшему ухудшению.

Конференцию открыл первый заместитель Министра СВХ Узбекистана, Председатель НКИД А.Джалалов. В своем докладе он остановился на общих проблемах развития и инфраструктуре водного хозяйства республики, качественной характеристике орошаемых земель, месте и роли дренажа в улучшении их мелиоративного состояния, на необходимости комплексного анализа сложившейся дренажной ситуации и определения приоритетных направлений вложения инвестиций в дренаж.

Ключевые доклады представили проф. В. Духовный («Дренаж в Центральной Азии»), проф. Х. Якубов, НИЦ МКВК, А. Абиров, начальник отдела дренажа НПО САНИИРИ («Современные проблемы эксплуатации вертикального дренажа»), М. Мирходжиев, начальник Управления МСВХ Узбекистана («Ферганская долина - проблемы и потенциал будущего прогресса»), д-р Г. Денеке («Перспективы развития орошаемого земледелия в контексте конференции»), д-р А. Абдель-Дайем («Видение Всемирного банка по инвестициям в дренажные системы»), проф. Ч. Мадрамото («Интегрированное управление дренажом и ирригацией»), д-р Д. Пирс («Роль международных программ в получении выгод бенефициариями»), д-р Н. Висфанатха, Президент ВанС консалтинг, Канада («Обзор потенциальных потребностей Аральского бассейна в дренаже»).

Участники конференции - в основном, руководители водохозяйственных организаций и гидромелиоративных экспедиций - представили 12 докладов по типичным в плане дренажа зонам в регионе:

- Казахстан: Кзыл-ординская и Южно-Казахстанская области;
- Кыргызстан: Ошская область;
- Таджикистан: Согдийская область;
- Туркменистан: Ташаузская область;
- Узбекистан: Ферганская долина, Бухарская, Кашкадарьинская, Сырдарьинская, Хорезмская, Сурхандарьинская области и Республика Каракалпакстан.

Всего на конференции заслушано 30 докладов по общим, специфическим и частным проблемам дренажа орошаемых земель в странах Центральной Азии.

В орошаемой зоне дренажная сеть является частью мелиоративной системы, включающей и разветвленную ирригационную сеть, решающая комплекс задач, связанный с созданием благоприятного водно-солевого режима для возделывания аграрных культур. В связи с этим отмечалась необходимость рассмотрения дренажной проблемы в увязке с интегрированным управлением водными ресурсами (ИУВР). В концепцию ИУВР должны быть включены вопросы управления коллекторно-дренажной сетью. С этих позиций ИУВР, имея в целом такие организационные аспекты, как:

- управление по бассейновому принципу вдоль гидрографических групп;
- увязка иерархии уровней управления и их связи по вертикали и горизонтали;
- межсекторный подход;
- общественное участие в управлении и эксплуатации водохозяйственных систем;
- обеспечение экологических требований;
- обеспечение устойчивости функционирования, -

должна иметь неотъемлемой частью и управление дренажными системами.

В этом плане экономические и ресурсные аспекты ИУВР включают интеграцию:

- водоподачи на орошаемые земли и водоотведения с них;
- взаимодействия различных видов дренажа (открытый, закрытый и вертикальный);
- использования и управления поверхностными, подземными и возвратными водами.

С приведенных выше позиций рассмотрены вопросы, непосредственно влияющие на основные параметры и долговечность коллекторно-дренажных систем:

- научно- обоснованное ограничение водоподачи на орошаемые земли в целом;
- снижение потерь при распределении воды по межхозяйственной сети;
- планировка орошаемых полей и оптимизация длины борозды;
- максимальное уменьшение сбросов с орошаемых земель (соблюдение неттонорм);
- уменьшение нагрузки на дренаж, в частности - путем применения субирригации;
- открытость и доступность информации для всех заинтересованных сторон.

Логичным следствием рассмотренных выше вопросов явились таковые, как:

- ответственность водопользователей за предпринимаемые действия;
- организационные формы единого управления дренажом и ирригацией;
- формы участия водопользователей и общественности в управлении дренажом.

Мнения участников конференции по поводу организационных форм совместного управления дренажом и ирригацией разделились. Так, при понимании в целом необходимости возложения обязанности управления дренажом на водохозяйственные организации (хотя во многих случаях границы дренажных и оросительных систем не совпадают), возможно – на Ассоциации водопользователей (АВП), имели место мнения:

- создание новых структур для управления солями нецелесообразно при наличии АВП; возложение этих функций на них является естественным (Таджикистан);
- статус водохозяйственных организаций изменится с переходом на ИУВР; на них должно быть возложено управление солями; важно разработать экономические рычаги заинтересованности в улучшении мелиоративного состояния земель (Туркменистан);
- эксплуатация межхозяйственных систем дренажа должна быть возложена на государственные организации, внутрихозяйственных – на АВП. Но в ближайшие 5-10 лет фермеры не в состоянии сами справиться с дренажной проблемой (Узбекистан).

Возможность возложения в перспективе задачи управления солями (в том числе - содержания внутрихозяйственных КДС) на АВП поддержали представители Казахстана и Кыргызстана; успешно проводимые рыночные реформы на селе позволяют рассчитывать на это. В то же время подчеркнуто, что на первых порах требуется поддержка государства, потому что в погоне за прибылью большинство фермеров ориентируется на получение сиюминутных выгод в ущерб мелиоративному состоянию земель. Государство должно взять на себя и расходы по содержанию крупных коллекторно-дренажных систем.

В сложившихся условиях страны региона не имеют достаточных внутренних средств для поддержания устойчивой работы дренажа, но и невнимание к дренажной проблеме чревато тяжелыми последствиями. В настоящее время засолению подвержены орошаемые земли не только низовий Амударьи и Сырдарьи (Дашогузская область Туркменистана, Каракалпакстан, Кзыл-ординская область Казахстана), среднего течения (Сырдарьинская, Джизакская, Кашкадарьинская области), но и верховий (Сурхандарьинская, Ферганская, Наманганская области Узбекистана, Хатлонская, Согдийская области Таджикистана). Возродились опасные очаги засоления на орошаемых массивах, где на фоне дренажа ранее было достигнуто устойчивое рассоление земель (Мактааральская зона Южно-Казахстанской области, Западная часть Голодной степи в Узбекистане).

Как одну из важных задач в комплексном управлении орошением и дренажом в перспективе участники конференции назвали общественное участие в этом процессе. Приведены примеры, когда привлечение внимания местных властей и водопользователей в целом позволяло содержать дренажную сеть в достаточно хорошем состоянии.

В связи с нехваткой средств критическое положение сложилось по всем видам дренажа: открытому, закрытому горизонтальному, вертикальному, комбинированному. Так, с первой половины 1990-х годов приостановлены работы по восстановлению скважин вертикального дренажа. В частности, в Кашкадарьинской области в 2000 г. работало всего 7 % скважин вертикального дренажа, а из более 1000 скважин - усилителей (комбинированный дренаж) в рабочем состоянии были лишь 3 %.

Из года в год не выполняются плановые показатели по очистке открытых КДС, особенно – внутрихозяйственных, не проводятся профилактические мероприятия по поддержанию работоспособности дренажа. Практически повсеместно сокращаются затраты на эксплуатационные мероприятия. Имеющее место некоторое повышение абсолютных затрат на эти цели не должно вводить в заблуждение; происходило это, в основном, за счет удорожания материально-технических ресурсов и инфляции.

Доклады участников конференции, дискуссии по ним и обмен мнениями позволили выявить насущные проблемы дренажа как в целом по региону, так и по отдельным неблагополучным в мелиоративном отношении зонам. В целом современные проблемы собственно дренажа орошаемых территорий в регионе сводятся к следующим:

- полная остановка развития при продолжении старения инфраструктуры дренажа;
- отсутствие достаточных средств для поддержания, ремонта и развития дренажа;
- разобщенность управления и эксплуатации дренажных систем, особенно в условиях трансграничных бассейнов и появления тысяч новых водопользователей;
- ослабление технической базы ранее существовавших организаций, отвечавших за мелиорацию земель, и слабые усилия по созданию новой инфраструктуры дренажа;

как следствие, - резкое падение урожайности орошаемых культур.

В контексте ИУВР актуальными признаны вопросы:

- контроля над спросом на воду;

- эксплуатации и оценки состояния внутрихозяйственных КДС;
- недостаточного повторного использования дренажных вод;
- слабого контроля за водно-солевым балансом орошаемых земель;
- поддержки АВП и их ответственности за командную территорию;
- взаимодействия между водохозяйственными и мелиоративными организациями;
- необходимости управления грунтовыми и возвратными водами и водоотведением;
- низких технических и финансовых возможностей водохозяйственных организаций.

Учитывая необходимость значительных инвестиций в дренаж (по некоторым оценкам – 2-3 млрд USD на ближайшие 20-30 лет; Г. Денеке), участники конференции отметили важность определения приоритетов по улучшению дренажной ситуации в краткосрочном, среднесрочном, долгосрочном плане для проведения мероприятий:

- организационных: изменение или реорганизация управленческих структур, вовлечение водопользователей в процесс управления солями;
- материально-технических: надлежащее оснащение лабораторий, восстановление наблюдательной сети, обновление технической базы, широкое использование ГИС и др.;
- ремонтно-восстановительных: внедрение системы профилактики, применение недорогих методов содержания и ремонта коллекторно-дренажных систем;
- агротехнических: солеустойчивые культуры, севообороты, биодренаж;
- водохозяйственных: использование дренажных вод на орошение, субирригация на землях с близким залеганием пресных и слабоминерализованных грунтовых вод и др.

Участниками конференции принципиально важными признаны вопросы:

- объективного анализа дренажной ситуации для определения потребности и очередности выполнения: ремонтные работы, реконструкция или новое строительство;
- переоценки существующих технологий строительства и методов с позиций их применимости в сложившихся условиях (трубы, фильтры, параметры дренажа и др.);
- повышения устойчивости и долговечности дренажа, в т.ч. организационные;
- научного обеспечения обслуживания дренажных систем: полевые и теоретические исследования, моделирование и компьютерные технологии, создание базы данных.

В частности, с учетом финансовых возможностей и капиталоемкости, признано целесообразным следующая очередность вложений в дренаж по категориям земель:

- в краткосрочной перспективе: слабозасоленные земли, на грани перехода к среднезасоленным; в среднесрочной: - среднезасоленные земли, в первую очередь, ухудшающиеся; в долгосрочной перспективе: - сильнозасоленные земли.

Наиболее приоритетным является доведение объема эксплуатационных затрат, промывок и очистки дренажа и коллекторов до нормативных размеров, которые, как показали результаты моделирования, позволят не допустить снижения работоспособности дренажа больше, чем в целом на 60 %. Однако этого явно недостаточно, чтобы обеспечить высокую продуктивность земель - для этого нужно немедленно развернуть работы по реконструкции и восстановлению дренажа. Предположительно, ежегодные объемы этих работ должны составить в среднем до 500- 800 USD на 1 гектар восстанавливаемых и модернизируемых площадей дренажа.

При дальнейшем ухудшении мелиоративного состояния земель его стабилизация на существующем уровне и задача недопущения увеличения площадей с более вы-

соким уровнем засоления должны быть критерием эффективности вложения инвестиций.

В условиях низкого в целом общего уровня сельскохозяйственного образования у земле- и водопользователей вследствие резкого увеличения их количества, участники конференции сочли необходимым разработку образовательных программ и проведение специальных семинаров для фермеров. Это позволит, в их же интересах, акцентировать внимание на низкозатратных технологиях поддержания дренажа в рабочем состоянии через соблюдение агротехники, применение севооборотов, снижение сбросов с полей и др. Особенно важно доведение до фермеров косвенных эффектов от работы дренажа – уменьшение объема ремонтно-восстановительных работ, устойчивость получения высоких урожаев возделываемых культур, социальные и экологические аспекты дренажа. В качестве примера устойчивой работы дренажа при соответствующем отношении к нему землепользователей, местных властей и эксплуатирующих организаций приведены КДС ряда хозяйств Бухарской (вертикальный дренаж), Ферганской (закрытый горизонтальный дренаж, функционирующий с 1950гг.) областей Узбекистана.

Особое место среди приоритетов должны занять:

- оснащение гидрогеолого-мелиоративных экспедиций лабораториями, транспортом, современным оборудованием, компьютерными технологиями и техникой;
- восстановление и приобретение парка дренопромывочных машин;
- освоение технологий профилактики коллекторов, закрытых и вертикальных дрен;
- работы по развитию и восстановлению комбинированного дренажа, который, как показал небольшой опыт в Кашкадарьинской области, легко и дешево подлежит возрождению, восстановлению прежней мощности и параметров эффективности.

Отдельно обсуждены вопросы, связанные с получением грантов по дренажу. Подчеркнуто, что гранты выделяются на проекты, нацеленные на проведение, прежде всего, научных исследований и получение результатов, которые могут быть использованы и распространены в будущем на территориях с типичными условиями. Имеющиеся материалы должны быть обобщены таким образом, чтобы убедить соответствующие организации в необходимости осуществления и финансирования проекта.

Участники конференции одобрили представленные д-ром П. Умаровым 3 проектных предложения, разработанные НИЦ МКВК с целью доведения их до лиц, принимающих решения. При этом отмечено, что в складывающихся условиях обострения дренажной проблемы, необходимо привлечение внимания принимающих решения лиц на всех уровнях власти (районный, областной, высшее политическое руководство), в зависимости от сложности дренажной ситуации и территориальной подведомственности.

Ряд зарубежных участников конференции (проф. Ч. Мадрамото, д-р Г. Денеке, д-р А. Абдель-Дайем, д-р Д. Пирс, д-р О. Когдс) заверили, что примут активное участие в решении проблем дренажа в странах Центральной Азии и предпримут все усилия по привлечению финансовых средств доноров для достижения этих целей.

В заключение участники конференции выразили удовлетворение работой форума и отметили высокий уровень ее организации.

*Проектные предложения, подготовленные НИЦ МКВК, представленные на заключительном заседании и одобренные участниками Международной конференции «Стратегия устойчивого развития орошаемого земледелия с реально осуществимыми инвестициями в дренаж: бассейн Аральского моря» (10-13 марта 2004г., Тренинговый Центр НИЦ МКВК.*

1. «Обеспечение устойчивой экологической безопасности орошаемых земель и речного стока в Аральском бассейне (на примере реки Амударья)».

Цели проекта: Разработка и апробация стратегии управления поверхностными, возвратными и грунтовыми водами, процессами соленакопления для поддержания экологически устойчивого профиля земель и речного стока в бассейне реки Амударья.

Типовые объекты: река Амударья и орошаемые земли в ее низовьях (Туркменистан: Дашогузская область; Узбекистан: Хорезмская область, Каракалпакстан).

Ориентировочная стоимость проекта: 1,11 млн USD.

2. «Совершенствование мелиорации земель при переходе к интегрированному управлению водными ресурсами (на примере Ферганской долины)».

Цель проекта: Разработка технических, организационных и правовых принципов управления дренажом, возвратными и подземными водами в составе ИУВР на примере комплексного управления водными ресурсами Ферганской долины.

Типовые объекты: объекты пионерного проекта «ИУВР-Фергана», осуществляемого за счет средств Швейцарского Агентства Развития (SDS).

Ориентировочная стоимость проекта: 1,60 млн USD.

3. «Укрепление потенциала эксплуатационных мелиоративных организаций Казахстана, Туркменистана, Узбекистана».

Цели проекта: создание технических и технологических возможностей для эксплуатационных подразделений по осуществлению систематических наблюдений и контроля за мелиоративным состоянием земель; организация службы планирования, ремонта и эксплуатации систем закрытого горизонтального и вертикального дренажа.

Типовые объекты: Мелиоративные службы Казахстана (Кзыл-ординская область, Туркестанский и Махтааральский массивы Южно-Казахстанской области), Туркменистана (Лебапский и Дашогузский велояты), Узбекистана (Сырдарьинская, Джизакская области в бассейне Сырдарьи, Бухарская, Кашкадарьинская, Хорезмская области и Республика Каракалпакстан в бассейне Амударьи).

Ориентировочная стоимость проекта: 2,0 млн USD.

Предложения согласованы членами МКВК от Казахстана, Кыргызстана, Узбекистана.

# ДРЕНАЖ В БАССЕЙНЕ АРАЛЬСКОГО МОРЯ В НАПРАВЛЕНИИ СТРАТЕГИИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

Под редакцией проф. В.А. Духовного

Допечатная подготовка: Научно-информационный центр МКВК

Отпечатано в ПФ «Вита-Колор» с готовых диапозитивов

Верстка и дизайн - Беглов И.Ф., Турдыбаев Б.К.