

✓  
Министерство водохозяйственного строительства СССР  
НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ САНИИРИ  
(НПО САНИИРИ)

На правах рукописи

РУЗИЕВ Искандар Бешимович

УДК 628:327:628.35:628.394

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА И ТЕХНОЛОГИИ ГИДРОБОТАНИЧЕСКОЙ  
ОЧИСТКИ КОЛЛЕКТОРНО-ДРЕНАЖНЫХ ВОД

Специальность 06.01.02 - Мелиорация и орошаемое  
землеустройство

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Ташкент - 1990

азиз Жолдоор  
Исмаилов  
Сизга ж. уртай  
Билан Исмаилов

Работа выполнена в Научно-производственном объединении САНИИРИ им. В.Д.Дуряна (НПО САНИИРИ)

Научный руководитель -- кандидат технических наук, старший научный сотрудник Р.М.Разаков

Научный консультант -- кандидат технических наук, лауреат государственной премии УзССР имени Веруни В.А.Духовный

Официальные оппоненты -- доктор биологических наук А.И.Мержко  
-- кандидат технических наук, заслуженный ирригатор УзССР А.П.Орлова

Ведущая организация -- Узбекский Государственный проектно-исследовательский и научно-исследовательский институт мелиорации и водного хозяйства "Узгипроводхоз"

Защита диссертации состоится "15" *сентября* 1990 г. в 14<sup>00</sup> часов на заседании Специализированного Совета К.099.02.02 по присуждению ученой степени кандидата наук при НПО САНИИРИ.

Адрес: 700187, г.Ташкент, М.Карау-4, д.11, САНИИРИ.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке института.

Автореферат разослан " " 1990 г.

Отзывы на автореферат в двух экземплярах с подписью просьба направлять в адрес специализированного Совета.

Ученый секретарь  
специализированного Совета,  
кандидат технических наук

*С/* Н.И.ГОРОШКОВ

Актуальность темы. В соответствии с решениями Октябрьского (1984 г.) Пленума ЦК КПСС и XXVI съезда КПСС идет дальнейшая интенсификация сельскохозяйственного производства, основой которой является Продовольственная программа. В этой связи особое важное значение приобретает дальнейшее совершенствование культуры земледелия, рациональное использование имеющихся водных и земельных ресурсов в орошаемой зоне.

В связи с Постановлением ЦК КПСС о консервации работ по переброске стока северных рек в Среднюю Азию и Казахстан требуется введение определенных корректировок в разрабатываемые комплексные и отраслевые схемы развития региона с перестановкой акцентов с освоения новых земель на реконструкцию оросительных систем и проведение комплекса водосберегающих мероприятий. Следовательно, важнейшей задачей становится изыскание и реализация резервов местных водных ресурсов.

В условиях нарастающего водного дефицита в среднеазиатском регионе одним из резервов пополнения водных ресурсов является повторное использование коллекторно-дренажных вод (КДВ), формирующихся в орошаемой зоне. Повторное использование КДВ с обязательным учетом их количества, качества и изменения гидрохимического режима коллекторов имеет важное значение не только сейчас, но и в будущем как дополнительный источник орошения.

Поэтому вопросы, связанные с прогнозом динамики стока и загрязнения (КДВ) с процессами их самоочищения в озерах, водосоединениях и на транзитных участках коллекторов, с разработкой технологий гидробиологической очистки сельскохозяйственных стоков от наиболее стойких и токсичных пестицидов и других загрязнителей, становятся в настоящее время наиболее актуальными для специа-

неазиатского региона.

Исследования выполнялись в соответствии с планом научно-исследовательских работ Научно-производственного объединения Среднеазиатского научно-исследовательского института ирригации им. В. Д. Журина.

Цель и задачи исследований. Цель исследований - обоснование возможности применения технологии гидрботанической очистки коллекторно-дренажных вод на основе прогнозирования качества речных и коллекторно-дренажных вод в условиях дефицита водных ресурсов. Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие задачи:

- разработать и внедрить технологию гидрботанической очистки коллекторно-дренажных вод для практического использования;
- разработать научно-методические основы прогноза качества речных и коллекторно-дренажных вод с применением современных математических методов и ЭВМ.

Объект исследования. Экспериментальные исследования проводились в 1982-1988 гг. в коллекторах среднего течения Сырдарьи и низовьев Амударьи.

Методика исследований. Задачи, связанные с прогнозом качества речных и коллекторно-дренажных вод и разработкой технологии их гидрботанической очистки с помощью высших макрофитов, решались численным моделированием и постановкой лабораторных, натуральных и опытно-производственных исследований.

#### Научная новизна работ.

1. Разработана и внедрена технология гидрботанической очистки коллекторно-дренажных вод для коллекторов среднего течения Сырдарьи и низовьев Амударьи от хлорорганических пестицидов

и других токсичных ингредиентов с применением высших водных растений.

2. Разработана метод прогноза качества речных и коллекторно-дренажных вод, реализуемый численным решением многофакторных статистических рядов с помощью ЭВМ.

3. Выявлены зависимости изменения качества коллекторно-дренажных вод от параметров биоценоза, выращиваемых различных водных макрофитов и принятой технологии гидрботанической очистки.

4. Установлены корреляционные связи между минерализацией КДВ и оседанием в них хлорорганических пестицидов для коллекторов средней части Сырдарьи и низовьев Амударьи. Благодаря этому можно прогнозировать на будущее загрязнение коллекторно-дренажных вод этими токсичными агентами и заранее разрабатывать необходимые мероприятия по их очистке.

#### Практическая ценность работы.

1. Разработана принципиально новая технология гидрботанической очистки коллекторно-дренажных вод от хлорорганических пестицидов и других ингредиентов, обладающая высокой эффективностью и дающая удовлетворительную степень очистки.

2. Обоснована возможность практического использования технологии гидрботанической очистки коллекторно-дренажных вод от хлорорганических пестицидов и других ингредиентов с помощью высших водных растений для коллекторов среднего течения Сырдарьи и низовьев Амударьи.

3. На основании лабораторных, натуральных и опытно-производственных исследований получены аналитические зависимости и предложен расчетный метод изменения качества коллекторно-дренажных

вод.

4. Предложены алгоритмы и разработана программа для ЭВМ ЕС-1035, позволяющие с высокой достоверностью выполнять прогноз качества речных и коллекторно-дренажных вод.

Апробация работы. Результаты исследований в виде докладов прошли апробацию на Республиканской научно-практической конференции молодых ученых и специалистов (Ташкент, 1985 г.), на УП съезде Всесоюзного общества почвоведов (Ташкент, 1985 г.), на Всесоюзной конференции "Гидрология 2000 года" (Москва, 1986 г.), на Всесоюзной конференции "Проблемы мелиорации и повышения плодородия орошаемых почв бассейна р. Амударья" (Чарджоу, 1984 г.), на Координационном совещании по проблеме Арала (Ташкент, 1986 г.) и опубликованы в докладах ЮНЕР (Ташкент, 1986 г.), на семинарах в отделах Экология малых рек и Токсикологии института Гидробиологии АН УССР (Киев, 1989 г.).

Внедрение. Предложенная методика прогноза качества речных и коллекторно-дренажных вод внедрена в проекте "Отраслевая схема развития и размещения мелиорации и водного хозяйства на период до 2000 г." в разделе "Охрана водных ресурсов Узбекистана" (Институт Узгидрводхоз) с экономическим эффектом 700 тыс. рублей.

Разработанная технология гидроботанической очистки коллекторно-дренажных вод от пестицидов и других загрязнителей внедрена Главводресурсами ММ и НК УзССР на коллекторе ИПК-42С Сырдарьинской области, на коллекторах Бухарской области с экономическим эффектом 500 тыс. руб.

Публикация работ. По материалам диссертационной работы опубликовано 8 статей.

Объем работы. Диссертационная работа изложена на 171 страницах машинописного текста, содержит 46 таблиц, 26 рисунков и приложений. Список использованной литературы включает 105 наименований.

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В первой главе дан анализ современного состояния количества и качества воды в низовьях реки Амударья. Ухудшение водохозяйственной обстановки усугубляется негативными последствиями, вызванными интенсивным применением в сельском хозяйстве агрохимикатов, в т.ч. таких высокотоксичных, как гербициды, инсектициды, дефолианты и другие средства защиты растений.

На основании литературных источников и собственного фактического материала дана оценка гидрхимического режима и загрязнения низовьев Амударья различными агрохимикатами. В связи с переполнением озер-водосоединителей в Бухарской и Чарджоуской областях, Каршинской степи и на юге Каракалпакия (озера Соланое, Катташор, Султандаг, Акчакуль, Аязкала и др.) резко возрос объем сброса коллекторно-дренажных вод в Амударью. Происходит не только рост минерализации амударьинской воды (в 1982 - 1,4...1,6 г/л в створе Туямуш и 2...2,2 в створе Тахиаташ), но и изменение ее ионного состава. Класс речных вод трансформируется из гидрокарбонатно-кальциевых в сульфатно-натриевые и магниевые. Содержание магниевых и сульфатных ионов в разные сезоны превысило ПДК для хозяйственно-питьевого водоснабжения в 2...10 раз.

Рост минерализации речной воды сопровождается загрязнением ее агрохимикатами. По всей длине Амударья концентрация фенола выше ПДК в 5...40 раз, нефтепродуктов в 2...10 раз, хлороргани-

ческих пестицидов в 2 раза и более.

Анализ применения агрохимикатов на орошаемых землях Узбекистана показал, что в республике возрастает загрязнение и отравление не только почвы и воды, но и в целом окружающей среды. Только на посевах хлопчатника в республике вносятся более 20-25 кг/га пестицидов, что более чем в 20 раз превышает средний уровень в целом по стране. В результате сельскохозяйственная продукция, получаемая на подавляющей части орошаемых земель, содержит нитраты, нитриты, остаточные количества пестицидов и продуктов их разложения, многократно превышающие все нормативы (ЦДК).

В поверхностные и грунтовые воды с орошаемых полей поступает 8...15 % вносимых азотных удобрений, до 2,5 % фосфорорганических пестицидов, до 5 % дефоллянтов. Все это, в конечном итоге, с водой попадает в коллекторно-дренажную сеть, а затем в водоемы и реки.

Наибольшее содержание хлорорганических пестицидов наблюдается в почвах Ферганской долины, Сырдарьинской, Хорезмской, Сурхандарьинской областях и Каракалпакии, где оно в 5...8 раз превышает ЦДК.

Изучены морфологические характеристики наиболее крупных озер-водосоединяющих и коллекторов в бассейне реки Амударья (Саркяминская впадина с коллекторами Озерный и Дарьядык, озеро Судочье с Главным Кунградским коллектором, озеро Дауткуль, Каратерень, Акчакуль в Каракалпакии, Султандагское водохранилище и озеро Соленое, Денгизкуль, Каракыр в среднем течении Амударья и основные магистральные коллекторы КС-1, КС-3 и КС-4).

Изучена динамика минерализации КДВ и их загрязнение хлорорганическими пестицидами в озерах-водосоединяющих и основ-

ных магистральных коллекторах. Во всех этих объектах отмечается тенденция не только к росту минерализации воды, но и к увеличению концентрации токсичных веществ.

Суммарный годовой сброс в Амударью КДВ со средневзвешенной минерализацией около 3,8 г/л достиг 6,1 км<sup>3</sup>, в т.ч. верховья - 2,13, среднее течение - 3,5 и низовья - 0,46. Этот сброс приводит к тому, что в низовьях Амударьи в течение большей части года оросительные воды становятся все более минерализованными и загрязненными ядохимикатами и прочими агрохимикатами, что стало опасным не только для окружающей среды, но и для человека.

Вторая глава диссертации посвящена прогнозу качества речных и коллекторно-дренажных вод, что связано в первую очередь не только с увеличением минерализации воды в Амударье, но и со все более возрастающими объемами повторного использования КДВ на орошение, особенно в маловодные годы. Разработкой методов прогноза минерализации речных вод, в основу которых положены различные подходы: балансовый, бассейновый и их модификации, занимались Орлова А.П., Степанов И.Н. и Чембарисов Э.Н., Рубинова Ф.И. и Куропатка А.М., Ракитин К.А. и Побережский Л.П.

Наиболее перспективным является предлагаемый нами комплексный метод прогнозирования антропогенных изменений стока и минерализации воды на перспективу, заключающийся в совместном использовании водобалансовых и статистических подходов. Метод учитывает сложившуюся в амударьинском бассейне тенденцию к наращиванию орошаемых площадей. Метод представляет динамичную модель прогноза, основанную на использовании ядов Фурье. Модификация метода состоит в том, что среднее значение уровня стока в год не фикси-

руется, а прогнозируется на основе экспертных оценок с учетом сезонности явления.

Прогноз для функции стока в любой момент времени выражается в виде ряда:

$$Q_{ст}^x(t) = \frac{Q_0(x)}{2} + \sum_{i=1}^{10} \left( a_i \cos \frac{2\pi t i}{365} + b_i \sin \frac{2\pi t i}{365} \right) \quad (1)$$

где  $Q_0(x)$  - средний уровень стока в год, а  $a_i$  и  $b_i$  - усредненные за весь период коэффициенты ряда.

Задача прогнозирования выполняется в следующей последовательности. Сначала определяется суммарный солевой сток в данном створе:

$$C = MQ \quad (2)$$

где  $M$  - минерализация воды, г/л;  $Q$  - суммарный сток воды, км<sup>3</sup>.

Далее по формуле (1) определяется солесернос  $C_{ст}^x$  в виде ряда:

$$C_{ст}^x(t) = \frac{C_0(x)}{2} + \sum_{i=1}^{10} \left( p_i \cos \frac{2\pi t i}{365} + q_i \sin \frac{2\pi t i}{365} \right), \quad (3)$$

где  $C_0(x)$  - средний уровень солесерноса за год;  $p_i$  и  $q_i$  - усредненные за весь период коэффициенты ряда.

Прогноз облего стока в рассматриваемом створе определяется по формуле:

$$Q(t_{пр}) = \frac{Q_0(t_{пр})}{2} + \sum_{n=1}^{10} (\bar{a}_n \cos nt_{пр} + \bar{b}_n \sin nt_{пр}), \quad (4)$$

где  $\bar{a}_n$  - средние коэффициенты  $\bar{a}_n(t), t \in [0, T]$ ;  
 $\bar{b}_n$  - средние коэффициенты  $\bar{b}_n(t), t \in [0, T]$ ;  
 $T$  - последний год,  $n = \overline{1, N}$ .

Прогнозная формула для определения солевого стока в данном створе имеет вид:

$$C(t_{пр}) = \frac{C_0(t_{пр})}{2} + \sum_{n=1}^N (\bar{p}_n \cos nt_{пр} + \bar{q}_n \sin nt_{пр}), \quad (5)$$

где  $\bar{p}_n$  и  $\bar{q}_n$  - усредненные коэффициенты за период  $t \in [0, T]$ .  
 Из формул (4) и (5) определяется прогнозная минерализация воды в исследуемом створе:

$$M(t_{пр}) = \frac{C(t_{пр})}{Q(t_{пр})}, \quad (6)$$

При появлении непредвиденных дополнительных источников оброса коллекторно-дренажных вод в формулу (6) вводится поправка:

$$M(t_{пр}) = \frac{C(t_{пр}) + M_{сбр} \Delta Q_{сбр}}{Q(t_{пр}) + \Delta Q_{сбр}}, \quad (7)$$

где  $\Delta Q_{сбр}$  - отклонение расхода обросных вод от среднеегодового значения;

$M_{сбр}$  - минерализация обросных вод.

Вычисления по изложенной методике осуществляли на ЭВМ ЕС-1035. Изменение усредненного значения величин расхода приведено на рис. 1.

Согласно выполненным расчетам (до 1990 г.) прогнозная мине-

рализация воды в Амударье по створу Туямуви в маловодном ( $P = 95\%$ ) году весной и осенью составит 1,8 и 1,6 г/л соответственно (кривая 1 рис. 2). В многоводном году ( $P = 20\%$ ) она достигнет 1,4 и 1,2 г/л (кривая 3). Кривая 2 характеризует изменение прогнозируемой минерализации воды средним по водности года ( $P = 50\%$ ), она составляет 1,4 г/л.

Прогноз минерализации коллекторно-дренажных и речных вод позволяет с определенной достоверностью судить о величине загрязнения их хлорорганическими пестицидами при условии сохранения существующего в настоящее время уровня применения пестицидов в орошаемом земледелии.

Статистический анализ многолетних наблюдений показывает, что варьирование минерализации КДВ в основных водоотеприемниках и коллекторах подчиняется нормальному закону ( $M_{min} = 0,77$  г/л,  $M_{max} = 8,38$  г/л;  $\bar{M} = 2,84$  г/л;  $\sigma = 1,31$  г/л), а варьирование содержания хлорорганических загрязнений (сумма  $\alpha$ -ИХП,  $\gamma$ -ИХП, ДДЕ и ДДТ) логнормальному закону распределения ( $P_{min} = 0,002$  мкг/л,  $P_{max} = 1,152$  мкг/л,  $\bar{P} = 0,224$  мкг/л;  $\sigma = 0,231$  мкг/л). В то же время отмечено, что с увеличением (уменьшением) минерализации КДВ увеличивается (уменьшается) их загрязнение хлорорганическими пестицидами. Данная связь хорошо описывается уравнением регрессии следующего вида:

$$P = \beta \exp(\alpha_1 M), \quad (8)$$

где  $P$  — содержание хлорорганических пестицидов в КДВ, мкг/л;

$M$  — минерализация КДВ, г/л;

$\alpha_1 = 0,562$  и  $\beta = 0,0254$  — эмпирические коэффициенты, найденные методом наименьших квадратов.

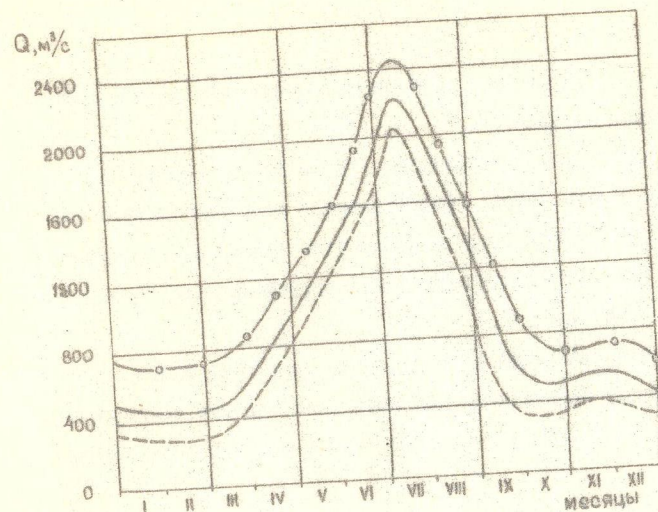


Рис. 1. Изменение среднего значения расхода воды в створе Туямуви с 1974 по 1984 гг.  
 ○—○ многоводный ( $P = 20\%$ ),  
 ——— средний по водности ( $P = 50\%$ ),  
 - - - маловодный ( $P = 95\%$ )

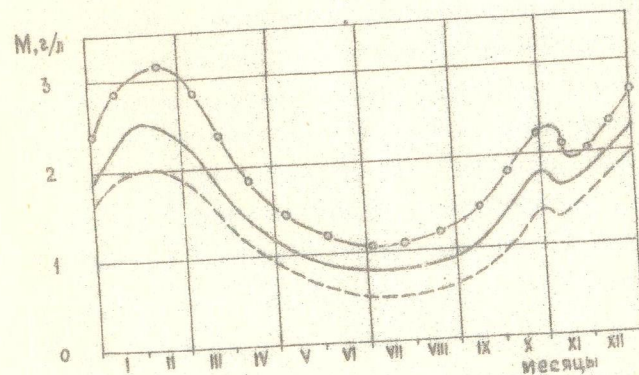


Рис. 2. Прогнозируемое изменение минерализации воды в Амударье в створе Туямуви  
 ○—○ многоводный ( $P = 20\%$ ),  
 ——— средний по водности ( $P = 50\%$ ),  
 - - - маловодный ( $P = 95\%$ )

Формула (8) применима для коллекторов среднего течения Сыр-дарьи и низовьях Амударьи.

Высокий коэффициент корреляции  $r = 0,713$  подтверждает существование тесной связи, существующей в условиях орошаемого земледелия, засоленности почвы и количества применяемых ядохимикатов, между минерализацией воды и их загрязнением хлорорганическими пестицидами, рис. 3.

Прогноз минерализации воды и, тесно связанная с ней, возможность предвидения загрязнения КДВ позволяет заранее планировать объемы и состав мероприятий по очистке КДВ от хлорорганических пестицидов.

В третьей главе налагаются лабораторные, полупроизводственные и производственные исследования, на основании которых разработана технология гидробиотической очистки КДВ от хлорорганических пестицидов с помощью высших водных растений.

В настоящее время для очистки воды апробированы и применяются различные физико-технические, механические и гидробиотические методы. Наиболее эффективным методом очистки воды является метод, основанный на применении высших водных растений в биофлотах (биологических прудах) и биомеханических сооружениях.

Технология гидробиотической очистки сточных вод, загрязненных биогенными элементами, пестицидами и другими агрохимикатами, посвящены многочисленные работы советских и зарубежных исследователей.

Детальный анализ основных процессов, происходящих при поглощении пестицидов водными культурами, дан в работах А.И.Мережко, К.К.Врочинского, Г.И.Шокодько, А.Д.Титовой, П.Г.Кроткевич, В.Г.Магмеева, О.П.Ожонник, Ф.В.Стольберг и др. В Узбекистане вопро-

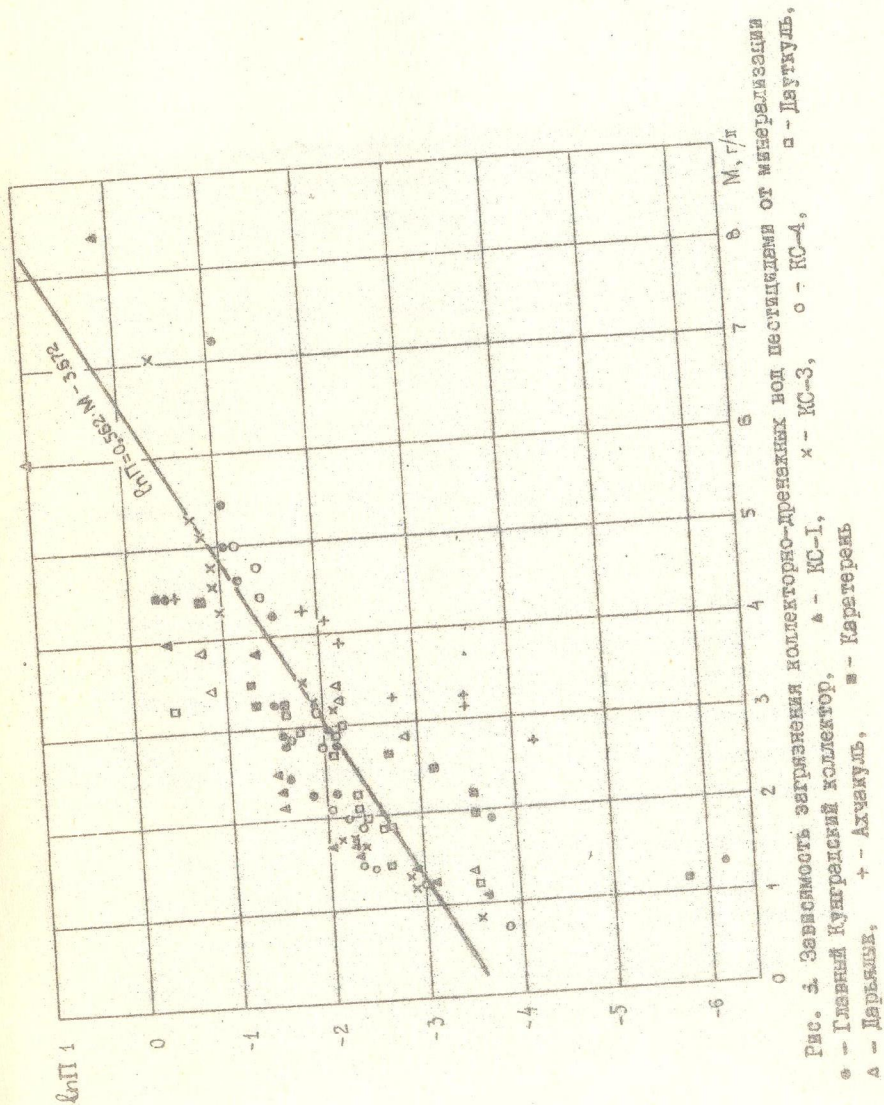


Рис. 3. Зависимость загрязнения коллекторно-дренажных вод пестицидами от минерализации



сами очистки сточных вод с помощью водных культур много внимания уделяется в институтах ботаники и микробиологии АН УзССР, Ташкентском филиале Водгео, ВНИО "Прогресс", САНИИРИ. Значительное внимание технологии гидрботанической очистки сточных вод уделяется также за рубежом (ФРГ, Венгрия, США и др.).

Эффективность очистки КДВ от хлороорганических пестицидов изучалась нами последовательно в лабораторных (аквариумы), полупроизводственных (лотки) и производственных (экспериментальные каналы) условиях.

В лабораторных условиях (аквариумы емкостью 60 л) показано, что водный глицин в течение 10 сут. позволяет снизить концентрацию  $\alpha$ -ГХЦГ в воде с 0,5 мг/л до  $9 \cdot 10^{-4}$  мг/л; при исходной концентрации 1 мг/л и 2 мг/л количество  $\alpha$ -ГХЦГ в присутствии глицина уменьшается до 0,0028 и 0,0097 мг/л.

Культура глицина, выращиваемого в коллекторно-дренажных водах, способствует уменьшению концентрации  $\alpha$ -ГХЦГ в 2,3 раза, а  $\delta$ -ГХЦГ в 18,9 раз. Аналогичные результаты получены и для водной культуры пистии.

В полупроизводственных опытах, проведенных в лотке длиной 6 м, установленном на открытом воздухе и разделенном на секции, испытывали ежеголовник, тростник, камыш, уруть и в сообществе. Поглощение  $\delta$ -ГХЦГ высшими водными растениями из рабочего раствора началось сразу же после начала опыта.

По истечении 52 суток концентрация  $\delta$ -ГХЦГ снизилась с 0,1 мг/л до 0,3 мкг/л. При этом отмечено накопление препарата в стеблях (34 мкг/кг) и особенно в корневой системе (54 мкг/кг).

Таким образом, водные культуры глицина и пистии показали высокую степень очистки природных КДВ коллектора Шурузяк как от

хлороорганических пестицидов, так и от прочих биогенных веществ (аммиак, нитраты, фосфаты). Изменение химического состава и концентрации биогенных веществ (мг/л) в воде коллектора Шурузяк в присутствии водных культур глицина и пистии приведены в табл. I.

Таблица I.

Изменение химического состава и концентрации биогенных веществ (мг/л) в воде коллектора Шурузяк в присутствии водных культур глицина и пистии

Наименование биогенных веществ и химических элементов	Пистия			Глицин		
	начало опыта	через 7 сут.	через 14 сут.	начало опыта	через 7 сут.	через 14 сут.
Общая жесткость	12,7	11,9	11,8	13,1	12,5	12,6
Кальций	102,2	86,2	84,1	90,1	88,2	71,4
Магний	92,4	92,4	92,4	109,4	105,8	98,5
Хлориды	207,9	193,2	160,4	198,0	190,1	166,3
Сульфаты	691,3	687,2	681,4	701,2	697,9	676,5
Сухой остаток	1532	1480	1426	1506	1504	1460
<b>Биогены:</b>						
Аммиак	0,19	0,11	0,08	0,77	0,19	0,088
Нитраты	3,0	1,5	0,9	2,3	0,00	0,00
Фосфаты	0,572	0,228	0,064	0,15	0,068	0,068

Результаты лабораторных и полупроизводственных исследований послужили основой для проведения опытов в полевых условиях на экспериментальном канале, который был построен параллельно коллектору Шурузяк. Канал имел длину 100 м. Воду в канал подавали из коллектора Шурузяк через специальный отстойник. Весь канал был

разделен на пять секторов, в каждом из которых исследовали тот или иной вид водной культуры. Из специальной емкости в голову экспериментального канала подавали раствор хлорорганических пестицидов с различной концентрацией. Отбор проб осуществляли по схеме: вода - распыление - донные отложения.

В качестве фильтров загрязненной исследовали тростник обыкновенный, иштык с глицантом, рогоз малый и харовые водоросли (уруть и роголистник). Изменение концентрации  $\alpha$  - и  $\gamma$ -ИХЦ по длине канала во времени представлено на рис.4.

На основании этих экспериментов была определена селективность каждого вида водной культуры, установлена динамика гидрохимических показателей КДВ (табл.2) и установлены параметры, необходимые для расчета и проектирования биоэплато.

При прохождении искусственно загрязненных КДВ через экспериментальный канал уже через 60 м происходит практически полное освобождение их от хлорорганических пестицидов. Количество последних уменьшается  $\alpha$ -ИХЦ - в 86 раз,  $\gamma$ -ИХЦ - в 45 раз, ДДВ - в 21 раз и ДДТ - почти в 2 раза.

На основании проведенных полупроизводственных и натуральных исследований предложена расчетная формула для определения размеров биологического плато:

$$L_{пл} = -\frac{V}{K} T \ln \frac{S_{гр}}{S_0} \quad (9)$$

где  $L_{пл}$  - длина экспериментального канала, м;

$V$  - скорость течения воды, м/с;

$T$  - коэффициент, учитывающий вид водной культуры и густоту стояния растений на биоэплато: при  $T = 1$  для тростника - 350 и более шт/м<sup>2</sup>, Рис.5.;

Таблица 2.

Содержание хлорорганических пестицидов в коллекторно-дренажной воде в экспериментальном канале (30.05...1.06.1988г.)

Место отбора проб КДВ	Время отбора с начала опыта	$\alpha$ -ИХЦ			$\gamma$ -ИХЦ			ДДВ			ДДТ		
		мкг/л	% к исходн.	к	мкг/л	% к исходн.	к	мкг/л	% к исходн.	к	мкг/л	% к исходн.	к
Створ 0	3 0	30,48	100	26,00	100	0,634	100	2,25	100				
Створ 1	3 мин.	6,04	19,8	5,15	19,8	0,096	16,5	н/о					
Створ 2	7 мин.30 с.	3,548	11,8	1,875	7,21	0,059	9,31	н/о					
Створ 3	13 мин.	1,865	6,12	0,700	2,69	0,056	8,83	0,100	4,44				
Створ 1	1 час.	1,04	5,4	0,500	2,62	0,063	7,94	0,050	2,22				
Створ 2	1 час.8мин.	1,01	3,31	0,35	1,35	0,062							
Створ 3	1 час.14мин.	0,48	1,57	0,18	0,69	0,049	7,73	0,05	2,22				
Створ 1	2 сут.	0,192	0,63	0,170	0,65	0,049	7,31	0,07	2,11				
Створ 2	2 сут.	0,186	0,61	0,140	0,40	0,044	6,94	0,053	2,06				
Створ 3	2 сут.	0,058	0,19	0,089	0,33	0,033	5,21	0,011	0,49				
Фоновое содержание	-			0,112				н/о					

$S_0$  — концентрация хлорорганических пестицидов на входе био-  
плато, мкг/л;

$S_{гр}$  — требуемая концентрация ХОП на выходе из биоплато, отве-  
чающая санитарным нормам, мкг/л;

$K$  — коэффициент поглощения, для тростника  $K = 0,00107$ .

Исследования в экспериментальном канале позволяют сделать  
следующие выводы:

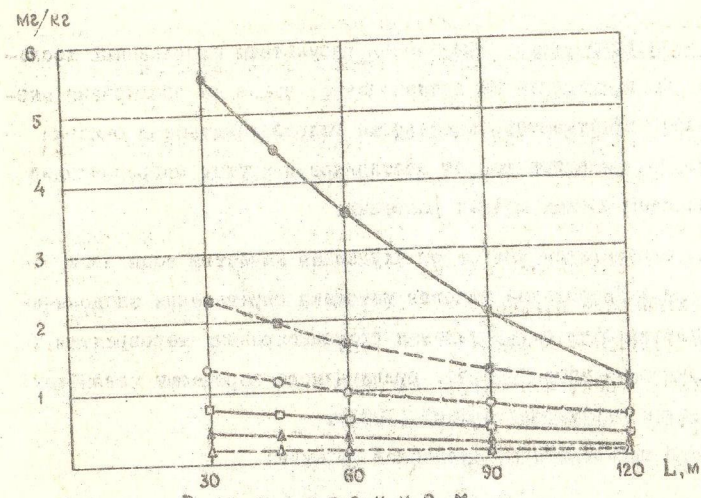
Для полного использования очистительной способности макро-  
фитов на биоплато должна быть организована постоянная проточность  
воды в коллекторе с тем, чтобы осуществлялся максимальный массо-  
обмен между основным потоком и зарослями водных растений.  
Площадь застойных зон на биоплато должна быть сведена к минимуму.

При создании биоплато различных типов необходимо произво-  
дить в первую очередь посадку водно-воздушных растений: трост-  
ника, рогоза узколистного, рогоза широколистного, камыша озерно-  
го.

Из погруженных растений рекомендуются рдесты: гребенчатый,  
маленький нитчатый, стеблеобъемлющий, уруть колосистая и рого-  
листник.

Наиболее полная очистка достигается при последовательном  
прохождении воды через заросли воздушно-водных и погруженных  
растений.

В условиях жаркого климата Средней Азии, благодаря обилию  
солнечного света и большой продолжительности теплого периода  
года, наиболее эффективно и экономически целесообразно использо-  
вание всех вышеуказанных водных макрофитов, вегетационный период  
которых походит до 9...10 месяцев.



Р а с с т о я н н ы е  
Рис. 4. Изменение концентраций  $\Delta$  и  $\gamma$ -ГХЦП в растениях по  
длине проточного коллектора

—  $\Delta$ -ГХЦП; —  $\gamma$ -ГХЦП  
● — через 2 часа; ○ — через 72 часа;  
▲ — через 624 часа

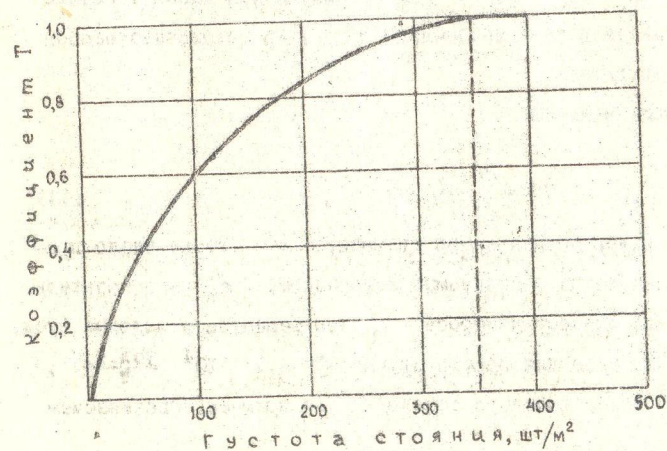


Рис. 5. Коэффициент Г в зависимости от плотности стояния  
тростника на биоплато

В четвертой главе приводятся результаты проведенных исследований, их применение на производстве, здесь же обоснована экономическая эффективность технологии гидробиотанической очистки коллекторно-дренажных вод от пестицидов и других загрязнителей с применением высших водных растений.

Для определения ущерба от ухудшения качества воды нами использовалась "временная типовая методика определения экономической эффективности осуществления природоохранных мероприятий и оценки экономического ущерба, причиняемого народному хозяйству загрязнением окружающей среды" (1986).

Ущерб определялся по следующей формуле:

$$Y = \gamma \cdot \sigma_k \cdot M \quad (10)$$

где  $Y$  - оценка ущерба (руб/год),  $\gamma$  - множитель, численное значение которого равно 400 (руб/усл.т);  $\sigma_k$  - константа, имеющая разное значение для различных участков (безразмерная), для нашего случая  $\sigma_k = 0,82$ ;  $M$  - приведенная масса годового сброса примесей данным источником в  $i$ -й водохозяйственный участок (усл.т/год).

Значение величины

$$M = \sum_{i=1}^N A_i \cdot m_i \quad (11)$$

где  $i$  - номер сбрасываемой примеси,  $N$  - общее число примесей, сбрасываемых оцениваемым источником;  $A_i$  - показатель относительной опасности сброса  $i$ -го вещества в водоем (усл.т/т), его значение для нашего случая  $A_i = 5 \cdot 10^4 \frac{\text{усл.т.}}{\text{т}}$ ;  $m_i$  - общая масса годового сброса  $i$ -й примеси, оцениваемым

источником, т/год.

Годовой экономический эффект рассчитан по формуле:

$$R = P - (Z + Z_{\text{нир}}) \quad (12)$$

где  $R$  - чистый экономический эффект комплекса мероприятий (годовой);

$P$  - экономический результат (годовая);

$Z$  - приведенные затраты;

$Z_{\text{нир}}$  - затраты на НИР.

Расчеты показали, что внедрение гидробиотанической очистки на коллекторе ПНК-42С от Гексахлорциклогексана (ИХЦГ) дает годовой экономический эффект в размере 500 тыс.руб.

## ВЫВОДЫ

1. В связи с экстенсивным развитием орошения в Средней Азии и Казахстана и химизацией сельского хозяйства произошло резкое ухудшение экологической обстановки в регионе, повышением минерализации речных и коллекторно-дренажных вод и загрязнением их различными агрохимикатами, в том числе высокотоксичными.

2. Фактическая минерализация воды в среднем течении и в низовьях Амударья превысила все прогнозные значения. Качество амударынской воды не отвечает требованиям, предъявляемым как к хозяйственно-питьевому водоснабжению, так и для рыбохозяйственных нужд. Концентрация таких компонентов, как плывший остаток, ионы хлора, сульфатов, магния, меди и других тяжелых металлов, аммонийный азот, фенолы, нефтепродукты, пестициды и другие загрязняющие вещества.

3. Разработан метод прогноза минерализации и качества речных и коллекторно-дренажных вод в условиях нарастающего дефицита водных ресурсов, основанный на совместном использовании статистических и водобалансовых методов и реализуемый с помощью ЭВМ ЕС-1035, позволяющие с высокой достоверностью выполнить прогнозные расчеты стока и минерализации воды в Амударье с учетом обеспеченности водными ресурсами.

4. Изучались гидрохимические характеристики КДВ, озер-водо-солеприемников, эффективность их самоочищения и предложена корреляционная зависимость содержания хлорорганических пестицидов от минерализации загрязненных коллекторно-дренажных вод, для коллекторов среднего течения Сырдарьи и низовьев Амударьи, что имеет важное значение при планировании и разработке необходимых мероприятий при их последующей очистке.

5. В лабораторных и натуральных исследованиях и в опытно-производственных условиях установлена высокая эффективность применения высших водных растений и хорошая степень очистки коллекторно-дренажных вод от хлорорганических пестицидов.

6. Разработана и обоснована метод гидробиологической очистки коллекторно-дренажных вод от хлорорганических пестицидов и агрохимикатов с применением высших водных растений для коллекторов среднего течения Сырдарьи и низовьев Амударьи.

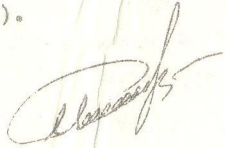
7. Предложены расчетные формулы для определения основных параметров биоплато (размеры, скорость течения воды, густота стояния растений в зависимости от их видового состава и др.), обеспечивающих необходимые интенсивность и степень гидробиологической очистки загрязненных коллекторно-дренажных вод.

8. Технология гидробиологической очистки коллекторно-дренаж-

ных вод от хлорорганических пестицидов, основанная на применении высших водных макрофитов, прошла производственную апробацию и внедрена на коллекторе ГПК-42С в Сырдарьинской и на коллекторах Бухарской областей с годовым экономическим эффектом 500 тыс. рублей.

Основные положения диссертационной работы отражены в восьми публикациях:

1. Проблема Аральского моря и природоохранные мероприятия. - //Проблема освоения пустынь, Ашхабад: 1984. № 6. С.3-15 ( в соавторстве с Духовным В.А., Разаковым Р.М., Косназаровым К.А.)
2. Состояние почв побережья Арала в связи с изменением гидрогеологических условий и мероприятия по их охране, рациональному использованию. - //Доклады симпозиумов УП делегатского съезда Всесоюзного общества почвоведов. Часть шестая. Ташкент, 1985. Изд-во "Мехнат", С.186-198. (в соавторстве с Духовным В.А., Разаковым Р.М., Косназаровым К.А., Поповым В.Г., Сактиманко В.Б.).
3. Влияние хозяйственной деятельности на экологию и качество воды в дельте реки Амударьи. - //Тезисы докладов. Всесоюзная конференция. Гидрология 2000 года. М.: 1986. С.128-129.
4. Биологическая очистка коллекторно-дренажных вод от хлорорганических пестицидов с помощью макрофитов. И/Д. УЗНИИТИ серия: сельское хозяйство. Ташкент: 1986 (в соавторстве с Яхьяевым В.Ш., Юнусовым И.И. и Келдибековым С.).
5. Эффективный способ биологической очистки коллекторно-дренажных вод от хлорорганических пестицидов. - //Сбор. трудов молодых ученых ВНИИТИ. М.: 1987. С.105-106.

6. К вопросу переброски крупных коллекторов и водосолеприемников в дельту Амударьи. - //Сб. трудов молодых ученых ГрузНИИГМИ, Тбилиси: 1987. С.97.
7. Об одном методе прогнозирования минерализации речных вод. - //Известия Академии наук УзССР, серия технических наук, Ташкент, ФАН. 1987. № 4. С.65-68 (в соавторстве с Виленчиком В.Б., Разаковим Р.М.).
8. Роль высших водных растений и водорослей в качественном изменении коллекторно-дренажных вод. - //Проблемы Аральского моря и природоохранные мероприятия. Сб. научных трудов НПО САНИИРИ. 1987. С.63-69 (в соавторстве с Юнусовым И.И., Келдибековим С., Васиговым Т.М.).
- 

P-06003. Разрешено в печать 4.01.90г.  
Заказ № 7. Тираж 100 экз. Объем 1.0 п.л.  
г. Ташкент, ИЦ САНИИРИ, Я. Келаса, 24.