

**Национальная академия наук Кыргызской Республики  
Институт водных проблем и гидроэнергетики**

Диссертационный совет Д. 25.12.038

*На правах рукописи*  
УДК 626.81+502/504+631.67

**Саидов Ибрагим Ильёсович**

**УПРАВЛЕНИЕ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ ДЛЯ  
ИРРИГАЦИИ В ЗОНЕ ФОРМИРОВАНИЯ СТОКА  
(на примере Республики Таджикистан)**

**25.00.27** - Гидрология суши, водные ресурсы и гидрохимия  
**06.01.02** - Мелиорация, рекультивация и охрана земель

**Автореферат**  
диссертации на соискание ученой степени  
доктора технических наук

Бишкек – 2013

Работа выполнена в Институте водных проблем и гидроэнергетики Национальной Академии наук Кыргызской Республики и Институте водных проблем, гидроэнергетики и экологии Академии наук Республики Таджикистан

**Научный консультант:** Заслуженный деятель науки КР, академик  
НАН КР, доктор технических наук  
**Маматканов Дюшен Маматканович**

**Официальные  
оппоненты:** доктор сельскохозяйственных наук, профессор  
**Саипов Борошил**

доктор технических наук, профессор  
**Кирейчева Людмила Владимировна**

доктор технических наук, профессор  
**Атаманова Ольга Викторовна**

**Ведущая организация:** **Таджикский аграрный университет имени  
Шириншо Шотемур, 734017, Республика  
Таджикистан, г. Душанбе, пр. Рудаки-146**

Защита диссертации состоится «\_\_\_» «\_\_\_\_\_» 2013г. в часов на заседании диссертационного совета Д. 25.12.038 при Институте водных проблем и гидроэнергетики НАН КР. Адрес: 720033, г. Бишкек, ул. Фрунзе, 533.

E-mail: [iwp@istc.kg](mailto:iwp@istc.kg)

Телефоны: (+996312)323728; факс: (+996312) 323739

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Института водных проблем и гидроэнергетики НАН КР.

Автореферат разослан «\_\_\_» «\_\_\_\_\_» 2013 года.

Ученый секретарь  
диссертационного совета,  
кандидат физико-математических наук

Т.В. Тузова

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы диссертации.** Важнейшей проблемой водопользования в Республике Таджикистан (РТ) является отсутствие научно обоснованных моделей управления водными ресурсами и водосбережения. При этом вызывают серьезные опасения нерациональное и неэффективное использование воды с высоким удельным расходом для ирригации, ухудшение технического состояния и эксплуатации оросительных систем, часть которых в настоящее время остаются бесхозными.

Исследование вод суши, как элемента окружающей природной среды, в настоящей работе направлено на раскрытие организационно-методологических процессов управления водными ресурсами на основе экологически ориентированных технологий полива для ирригации в РТ.

В условиях изменения климата и необходимости обеспечения всевозрастающей потребности населения в воде, когда традиционные сельскохозяйственные регионы РТ становятся более засушливыми (особенно наиболее заселенные бассейны рек Вахш и Кафирниган), ситуация в удовлетворении нужд населения в воде может привести к ухудшению всего комплекса системы водообеспечения.

В условиях орошаемого земледелия, устойчивое землепользование наряду с другими агротехническими приемами обеспечивается применением экологически безопасных, экономически эффективных водосберегающих технологий и технических средств орошения сельскохозяйственных культур. Экологическая значимость такого подхода для обоснования параметров ирригационных систем определяется возможностью на 20-30% снизить объем водозабора, а также исключить сброс коллекторно-дренажных стоков в поверхностные и подземные источники.

Для горных условий зоны формирования стока РТ, близкой к условиям Кыргызстана, совершенствование организационно-методологических основ управления водными ресурсами и научно-прикладных аспектов повышения эффективности ирригации, ориентированных на бассейновые принципы устойчивого развития, имеет большое научное теоретическое и практическое значение. Таким образом, в свете изложенного, приобретает весьма актуальное значение реализация комплекса научных и практических исследований, для совершенствования управления водными ресурсами на основе экологически ориентированных малообъемных технологий орошения земель в РТ.

**Связь темы диссертации с крупными научными программами.** Исследования, являющиеся основой диссертационной работы, начаты в 1981г. во ВНИИГиМ им. А.Н.Костякова и его Таджикском филиале, в соответствии с тематикой, утвержденной ГКНТ СМ СССР по заданиям: ОЦ 034.01.04 «Создать и внедрить автоматизированные системы капельного орошения для садов и виноградников, в том числе для земель со сложным рельефом и острым дефицитом водных ресурсов» (1982 г.); Минводхоза СССР - 002.16.01 Т-2.Т6 «Создать новые, усовершенствовать и внедрить существующие технологии и технические средства систем микроорошения винограда, плодово-ягодных и овощных культур в условиях открытого и закрытого грунта» (1983-1987гг.); 002.18.Т2 «Разра-

ботка технологии синхронного импульсного дождевания кормовых культур на опытно-производственных участках» (1986-1991гг.); а также с тематикой НИР Государственного учреждения Научно-исследовательского центра охраны водных ресурсов Комитета по охране окружающей среды при Правительстве Республики Таджикистан «Совершенствование информационных систем управления охраны природы Республики Таджикистан» и «Гидрохимическое, экологическое районирование (картирование) территории Республики Таджикистан по речным бассейнам. Размещение отраслей промышленности и оценка их воздействия на состояние речных систем» (2006-2010гг.). Работа также выполнялась в рамках программ республиканского и международного уровня, в разработке которых соискатель принимал непосредственное участие: «Стратегия Сокращения Бедности» (2006г.), «Оценка потребности для достижения Целей Развития Тысячелетия (ЦРТ) в Таджикистане» (2003, 2005, 2010гг.); «Концепция Республики Таджикистан по охране окружающей среды» (2008г.); Государственная экологическая программа РТ на период 2009-2019 гг.; Государственная программа РТ по изучению и сохранению ледников на период 2010-2030гг.

**Целью** исследований является создание научно-прикладных и организационно-методологических основ устойчивого управления водными ресурсами в зоне формирования стока и их рационального использования при внедрении эффективных водосберегающих технологий в ирригации.

*Для достижения этой цели требовалось решение следующих задач:*

- провести оценку экологического состояния окружающей природной среды по бассейнам основных рек Таджикистана;
- осуществить обзор и анализ имеющихся материалов по сложившемуся положению и практики в сфере управления водными ресурсами суши в РТ;
- сформулировать основные концептуальные основы устойчивого управления водными ресурсами в зоне формирования стока;
- установить особенности механизма Интегрированного управления водными ресурсами (ИУВР) в системе преобразования речных систем с учетом ирригации;
- усовершенствовать организационно-методологические подходы управления формированием, использованием и охраной водных ресурсов;
- установить организационные, технические и экологические механизмы стимулирования мер в процессе ИУВР в контексте водохозяйственного обустройства в РТ;
- провести сравнительный анализ различных технических средств орошения на примере культуры лимона в защищенном грунте – в наземном и траншейном лимонариях.
- установить оптимальные параметры элементов техники полива и разработать принципиальные схемы оросительной сети в лимонариях;
- изучить водопотребление лимона при различных способах орошения и установить биофизические коэффициенты с целью расчета режимов орошения;
- провести опытно-производственную проверку водосберегающих технологий и разработка принципиальных схем оросительной системы;
- определить влияние различных способов орошения на распределение солей в почве;

- установить особенности управления водными ресурсами РТ в условиях изменения климата;

- выявить зоны гарантированной подачи воды из зарегулированных водных источников в соответствии с вертикальной поясностью;

- провести оценку воздействия реализации проектов развития водных ресурсов на окружающую среду на примере РТ, являющимися приоритетными при разработке проектов строительства и реконструкции объектов хозяйственной деятельности;

- разработать модель оптимизации управления водными ресурсами в зоне формирования стока;

- определить экономическую эффективность использования Нурекского водохранилища в ирригационном режиме (при возделывании хлопчатника), а также водосберегающих технологий на примере орошения культуры лимона.

**Методика исследований** основана на системном подходе реализации комплекса научно-исследовательских работ. В частности, полевые исследования на опытно-производственных участках, осуществлены с использованием методики полевого опыта (Б.А.Доспехов, 1979), оценки качества полива дождеванием в условиях сложного рельефа (ВНИИМиТП, 1978), стандартных методик и методологий научной школы ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова и справочных данных режимных наблюдений на гидрологических постах ГУ «Гидрометеорология» РТ. При подготовке баз данных и расчетах характеристик стока, использовался математико-статистический метод. Для создания базы данных, отображения и анализа пространственно-распределенных характеристик, выполнения картографических расчетов использован картографический метод. В основу исследований положены также справочные данные режимных наблюдений на гидрологических постах ГУ «Гидрометеорология» РТ

**Научная новизна результатов исследования** состоит в следующем:

*По специальности 25.00.27 - Гидрология суши, водные ресурсы и гидрохимия:*

- проведен (впервые) комплексный анализ возможного и осуществляемого управления водными ресурсами и водосбережения для условий РТ, основной зоны формирования стока Центральной Азии;

- разработаны концептуальные организационно-методологические основы устойчивого управления формированием, использованием и охраной водных ресурсов;

- выделены зоны гарантированной подачи воды из зарегулированных водных источников в соответствии с вертикальной поясностью в зоне формирования стока на примере РТ;

- создана оригинальная концепция – модель оптимизации системы гидрографического принципа управления водными ресурсами для повышения эффективности ирригации и обеспечения гидроэкологической безопасности водопользования, которая включает все элементы водной политики, в том числе учет особенностей различных системных уровней, инструменты реализации, процедуру оценки воздействия на окружающую среду важнейшего инструмента предназначенного для обеспечения улучшения процессов управления природоохранной деятельностью и принятия природоохранных решений, трёх ста-

дий воздействия на процесс их формирования, использования и охраны, а также основные водопользователи;

- обоснована, для ирригации, система гидрологических ограничений, которые конкретизируют требования гидроэкологической безопасности водопользования в отношении обеспечения продовольственной безопасности, потребностей в водных ресурсах сельского хозяйства и сохранения водных экосистем. Выполнена оценка возможного природного и антропогенного изменения этих ограничений;

- предложена методология реализации проектов развития водных ресурсов в РТ, включающая процесс анализа возможного антропогенного влияния на бассейны рек;

- раскрыт (впервые для аридных условий РТ) механизм эволюции речных бассейнов с учетом факторов окружающей природной среды и ирригации.

*По специальности 06.01.02 - Мелиорация, рекультивация и охрана земель:*

- дано научное обоснование (на основе многолетних исследований), малообъемных водосберегающих технологий орошения (капельное, внутрпочвенное орошение и подкрановое дождевание);

- предложены новые технологические способы полива для ирригации, направленные на сокращение забора пресной воды из источников и полного исключения сбросов возвратных вод в поверхностные и подземные источники;

- разработаны (для защищенного грунта) новые водосберегающие и почвозащитные конструкции оросительных систем, и технические средства малообъемного орошения;

- предложена методика выбора репрезентативных точек контроля за влагообеспеченностью растений при различных способах орошения;

- обоснованы методы гидравлического расчета поливных трубопроводов низконапорных систем малообъемного микроорошения, обеспечивающие равномерность расходов воды и увлажнения почвы по длине трубопровода;

- выявлены особенности режимов водопотребления лимона в зависимости от способов подачи воды;

- предложены формулы, эмпирические зависимости и номограммы для расчетов поливных норм и продолжительности поливов в зависимости от влажности;

- получены зависимости для расчета декадных значений дефицитов водопотребления и определены режимы орошения культуры лимона в защищенном грунте при капельном и внутрпочвенном орошении и подкрановом дождевании.

Результаты исследований являются способом и средствами решения научной проблемы - разработки механизмов управления водными ресурсами для ирригации в зоне формирования стока.

Достоверность результатов обеспечена корректностью совокупного использования положений теории общих систем управления, метрологии и информатики; адекватностью информационно-логических моделей реальным процессам, подтвержденным статистической обработкой результатов экспериментальных исследований; положительным результатом эксплуатации программно-аппаратного

комплекса в процессе оценки качества водных ресурсов; апробацией основных положений диссертации на научно-практических конференциях различного уровня и в печатных изданиях.

**Практическая значимость полученных результатов:**

*По специальности 25.00.27 - Гидрология суши, водные ресурсы и гидрохимия:*

- решены разнообразные прикладные задачи, связанные с реформированием водного сектора;
- разработана модель управления водными ресурсами, построенная на гидрографических принципах, реализация которой обеспечивает интеграцию экологических приоритетов, рациональное использование и охрану водных ресурсов;
- даны рекомендации по гармонизации стандартов качества вод в Центрально-Азиатском (ЦА) регионе;
- итоги работы задействованы в заключительном отчете Проекта ОБСЭ по улучшению управления водными ресурсами для устойчивого развития в ЦА (2007 г.) и Программе поддержки водных инициатив для подготовки регионального отчета «Стандарты и нормы качества воды в странах ЦА», (Региональный Экологический Центр ЦА, 2009 г.).
- материалы исследований применяются в образовательных системах Министерств образования и сельского хозяйства РТ при чтении лекций, проведении семинарских и лабораторно-практических занятий по специальным курсам: «Мелиорация», «Геоэкология», «Гидроэкологические проблемы Таджикистана», «Управление водными ресурсами», «Комплексное использование и охрана водных ресурсов», «Охрана природы».

*По специальности 06.01.02 - Мелиорация, рекультивация и охрана земель:*

- рекомендации по применению технических средств и водосберегающей технологии малообъемного орошения, позволяющие значительно сократить отбор свежей воды из источников, и исключить сбросы возвратных загрязненных вод в окружающую среду;
- результаты исследований использованы при составлении Пособий «Капельное орошение» к СНиП 2.06.03-85 – «Мелиоративные системы и сооружения», «Каталог типовых комплектов полимерных изделий для систем капельного орошения» (В/О «Союзводпроект, 1986 г.) и «Исходные требования на проектирование ОПУ» (ГПИ «Таджикгипроводхоз», 1985, 1990, 2010 гг.).

**Экономическая значимость полученных результатов.**

По предложенной методике, с учетом забора воды на участке с осветленным потоком, фактический срок службы Нурекского водохранилища увеличится до 10 лет, а экономическая эффективность использования этого водохранилища в ирригационном режиме для хлопководства ежегодно составляет 27 млн. долл. США.

Внедрение водосберегающей техники и технологии подкранового дождевания, капельного и внутрипочвенного орошения культуры лимона позволят повысить урожайность по сравнению с традиционным поливом по бороздам на 10-24%, снизить расход воды на формирование единицы урожая на 10-20%, увеличить коэффициент использования оросительной воды в 1,2 раза, сократить затраты ручного труда более чем в 2 раза. Сумма приведенных затрат по этим ва-

риантам на единицу продукции минимальная. Годовой экономический эффект (по сравнению с поливом по бороздам) получен в сумме более 18500 \$/га.

Результаты исследований внедрены в специализированном цитрусоводческом хозяйстве им. Негмата Карабаева района Д. Руми и на опытно-производственных участках ГУ «ТаджикНИИГиМ» Министерства мелиорации и водных ресурсов (ММиВР) РТ.

**Основные положения диссертации, выносимые на защиту:**

*По специальности 25.00.27 - Гидрология суши, водные ресурсы и гидрохимия:*

1. Концептуальные основы управления водными ресурсами бассейнов рек для ирригации и повышения эффективности водопользования (в аридных условиях Таджикистана).

2. Методология комплексной оценки возможного и осуществляемого управления формированием, использованием и охраной водных ресурсов с учетом гидроэкологической безопасности речных экосистем и изменений, вызванных воздействием аридного климата.

3. Методология установления зон гарантированной подачи воды из зарегулированных водных источников в соответствии с вертикальной поясностью.

4. Методология экологической оценки для улучшения процессов управления природоохранной деятельностью и обеспечения гидроэкологической безопасности

5. Теоретическая модель системы управления взаимосвязями «Предприятия водопотребитель – окружающая среда».

6. Теоретическая модель системы оптимизации управления водными ресурсами, построенная на принципах сохранения природных экосистем и обеспечения гидроэкологической безопасности.

7. Расчетно-аналитическая модель водного баланса в зоне формирования стока.

*По специальности 06.01.02 - Мелиорация, рекультивация и охрана земель:*

1. Технологические способы и усовершенствованная конструкция системы импульсного дождевания для ирригации, направленные на сокращение забора пресной воды из источников и полное исключение сбросов возвратных вод в поверхностные и подземные источники.

2. Теоретическое и научно-практическое обоснование экологически ориентированных технологических средств и методов использования водных ресурсов для ирригации.

3. Теоретическая модель влияния способов орошения на распределения солей в почве.

4. Рекомендации по внедрению водосберегающей технологии на примере орошения культуры лимона с расчетом технико-экономической эффективности.

**Личный вклад в решение проблемы.** Диссертационная работа выполнена автором на основе более 30-летних исследований, проведенных на базе опытных участков ГУ «ТаджикНИИГиМ», в ГУ «Научно-исследовательский центр охраны водных ресурсов» Комитета охраны окружающей среды при Правительстве РТ, в научных подразделениях Института водных проблем и гидроэнергетики НАН КР и Институте водных проблем, гидроэнергетики и экологии АН РТ.



На основе анализа литературных, проектных и патентных данных автором сформулирована проблема, цели и задачи исследований, намечены пути их теоретического и экспериментального решения. Лично автором осуществлено обоснование нового научного направления, проведены теоретические исследования на основе экспериментальных данных, разработаны научно-прикладные аспекты организации и функционирования ИУВР и методик инженерного расчета гидравлических параметров оросительной сети при ирригации, формулированы основные выводы проведенных исследований.

#### **Апробация результатов диссертации.**

Основные положения диссертации докладывались и обсуждались на: ежегодных научных конференциях Таджикского филиала ВНИИГиМ (ныне Государственное учреждение (ГУ) «ТаджикНИИГиМ») (Душанбе, 1981-1992гг.); Республиканских научно-практических конференциях (НПК), (Душанбе, 1982, 2001, 2002 гг.); конференциях молодых ученых и специалистов РТ (Душанбе, 1980, 1981, 1984, 1985, 1987, 1989, 1990, 1992 гг.); Республиканской конференции «Природоохранные резерваты РТ: проблемы и оценка перспектив», посвященной Международному году пресной воды (Душанбе, 2003г.); Международной НПК «Памир – источник пресной воды Центральной Азии» (РТ, г. Хорог, 2003г.); Форуме промышленников РТ (Душанбе, 2007г.); Международной конференции по сокращению стихийных бедствий связанных с водой (Душанбе, 2008г.); Международной НПК «Актуальные проблемы развития стран Центральной Азии в условиях рынка» (Душанбе, 2008 г.); Международной технической конференции «Озеро Сарез: текущая ситуация, аспекты безопасности и перспективы рационального использования его водных ресурсов» (РТ, Нурек, 2009 г.); Международной НПК «Современные аспекты использования природно-ресурсного потенциала трансграничных рек Центральной Азии» (Алматы, 2010г.); Международной НПК «Мониторинг окружающей среды» (Беларусь, Брест, 2010 г.); Душанбинском Международном форуме по пресной воде (2010 г.), Региональной конференции «Перспективы гармонизации стандартов и норм качества вод в странах Центральной Азии и Водной рамочной директивы Европейского Союза» (Алматы, 2010 г.); Международной конференции «Стимулирование потенциала общества науки и неправительственных организаций к сохранению биоразнообразия и охраны окружающей среды» (Душанбе, 2011 г.); Международном симпозиуме «Геология и экология Памиро-Тянь-Шаня (Душанбе, 2011 г.); Association of Academies and Societies of Sciences in Asia (AASA) Regional Workshop on «The Roles of Academies of Sciences in Water and Energy Problems in Central Asia and Ways for Their Solution» (Kyrgyzstan, Bishkek, 2011); Республиканской НПК «Наука и энергетическое образование на современном этапе» (Курган-Тюбе, 2011); AASA Regional Workshop on «Roadmap of Transition Strategies to Green Economy» (Dushanbe, 2012); Региональном семинаре «Экосистемные услуги, связанные с водой в Центральной Азии: создание стимулов для улучшения управления водными ресурсами (КР, Бостери, 2012 г.); Республиканской НПК «Технология полива в орошаемой земледелии Таджикистана» (Душанбе, 2012 г.); Совместном национальном семинаре и совещании заинтересованных сторон по развитию и финансированию инновационных экологически чистых техноло-

гий (Кыргызстан, Бишкек, 2012 г.); Республиканской НПК «Энерго- и ресурсосбережение при использовании природных ресурсов в энергетике и промышленности» (Таджикистан, Курган-тюбе, 2012г.); Международной НПК «Проблемы гидромеханики и развитие гидроэнергетики, мелиорации и экологии в Центральной Азии» (Душанбе, 2013г.).

**Основные положения диссертационной работы опубликованы** в 54 печатной работе, в том числе в 18 разрешенных изданиях ВАК КР, в 3 монографиях, 3 нормативно-методических документах и 1 авторском свидетельстве СССР.

**Структура и объем диссертационной работы.** Диссертационная работа изложена на 463 стр. машинописного текста, из них 397 стр. основного текста. Она состоит из введения, 6 глав, общих выводов и 7 приложений. В работе содержится 88 рисунка, 73 таблицы. Список использованной литературы включает 302 наименований, в том числе 15 на иностранных языках.

Автор выражает особую признательность и благодарность научному консультанту д.т.н., академику НАН КР Маматканову Д.М., сотрудникам ИВПиГЭ НАН КР, особенно к.ф.-м.н. Тузовой Т.В. и сотрудникам ИВП, ГЭиЭ АН РТ за помощь в подготовке работы к защите, а также благодарен за советы, поддержку и замечания д.с.-х.н., проф., заслуженному деятелю науки РТ Шейнкину Г. Ю., д.т.н., проф. Кобулиеву З.В., д.с.х.н., проф. Пулатову Я.Э., д.г.н., проф. Муртазаеву У.И., д.с.х.н., проф. Рахматилоеву Р., д.т.н. Носирову Н.К., д.г.-м.н., проф. Усупаеву Ш.Э.

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ**

**Во введении** обоснована актуальность работы, определены цель и задачи исследования, сформулированы основные защищаемые положения, представлены научная новизна и прикладное значение результатов исследований, а также личный вклад автора.

**В первой главе** кратко освещено экологическое состояние основных бассейнов рек РТ, где горные экосистемы, расположены выше 600-700 м. над уровнем моря (у.м.), а низинные территории, в основном агроландшафты, находятся в дельтах рек. Рельеф, геологические, климатические, почвенно-растительные и другие природные условия позволяют прогнозировать изменения водообмена на поверхности земли, в том числе общей увлажненности территорий. Более половины территории РТ расположено на высотах свыше 3000 м над у.м. с многочисленными малыми и крупными ледниковыми озерами, из которых начинается формирование небольших потоков, образующих 947 рек и временных водотоков длиной более 10 км и общей протяженностью 28500 км. Самыми крупными водотоками являются реки Пяндж, Вахш, Сырдарья, Кафирнигани Зеравшан. На их долю приходится более 55% гидроресурсов бассейна Аральского моря (БАМ).

Особенность климата РТ - резко выраженная вертикальная зональность. Рельеф обуславливает образование многочисленных малых экосистем, где представлены почти все ландшафтные зоны от сухих субтропиков до вечных льдов и снегов. Сложная орография определяет целый ряд особенностей климата, проявляющихся, прежде всего из-за резко выраженной вертикальной зональности.

Почвенно-растительный покров основных речных бассейнов отличается исключительной пестротой, где выделяются 4 вертикальных высотных пояса: равнинно-низкогорный (от 300 до 1600 м) с сероземными почвами, среднегорный (от 1600 до 2800 м. над у.м.) с горными коричневыми почвами, высокогорный (от 2800 до 4500 м. над у.м.) с высокогорными лугово-степными, степными, занговыми и пустынными почвами и нивальный пояс (3000-4500 м. над у.м.).

Для условий Кыргызстана близких к условиям Таджикистана, Эргешовым А.А., Топчубаевым А.Б., Оразолиевым А.А., Чойбековым А.Ч. и Комиловым Л.Т. (2005), выделены также четыре высотных природных образования с несколько иными градациями высот: пояс равнинно-пустынных, низкогорных степных, лугово-степных ландшафтов (до 2000 м); пояс средне-степных, лугово-степных и лесо-лугово-степных ландшафтов (от 2000 до 3000 м); пояс высокогорно-луговых и лугово-степных субальпийских и альпийских ландшафтов (от 3000 до 3500 м); гляциально-нивный пояс (выше 3500 м).

Исследованиям подвергнуты, с учетом ярусов, крупные – Вахшский и Кафирниганский речные бассейны, где разность высот между верхней частью – зоной формирования стока и нижней - зоны рассеивания стока для р. Вахш равна 2500 м, а для р. Кафирниган -2000м.

Внутригодовое распределение стока рек Вахш и Кафирниган идентично, поскольку высотное расположение водосборов, тип питания, орография, также схожи. Для стока рек Кафирниган и Вахш характерна цикличность чередования лет разной водообеспеченности, маловодные годы наступают через 4-6 лет, а многоводные через 6-10 лет. Вместе с тем, следует отметить, что для большей части рек РТ продолжительность маловодных и многоводных периодов изменяется от 1 года до 3-х лет. В целом число маловодных лет превышает количество многоводных для большинства рек рассматриваемой территории.

Ариднему континентальному климату РТ характерны широкие диапазоны температур (средняя температура воздуха в июле составляет +30-32°C, в январе -16 -20°C), условия увлажнения, характер выпадения осадков (более половины территории получает менее 500 мм осадков в год, среднегодовое количество осадков составляет 760 мм в год) и интенсивность солнечной радиации, являющиеся одним из основных климатообразующих факторов.

Увлажнение территории республики атмосферными осадками крайне неравномерно и обусловлено ее географическим положением, орографической структурой, экспозицией склонов горных хребтов и рядом других особенностей. Влияние рельефа на сток определяется косвенно через основные метеорологические элементы, являющиеся ведущими в формировании стока. С повышением местности возрастает количество осадков, понижается температура воздуха, уменьшается потеря влаги на испарение. Изменение климата может также привести к изменению режима осадков.

Для исследования тенденций изменения гидрологического режима, проявляющихся в устойчивом изменении хронологической последовательности лет различной водоносности, рассмотрены графики колебаний стока рек Вахш и Кафирниган (рис.1).

Наибольшую удельную водоносность имеют реки, водосборы которых благоприятно ориентированы по отношению к влагонесущим воздушным потокам. В пределах водосборной площади формируются ливневый (селевой) сток и сток весеннего снеготаяния.

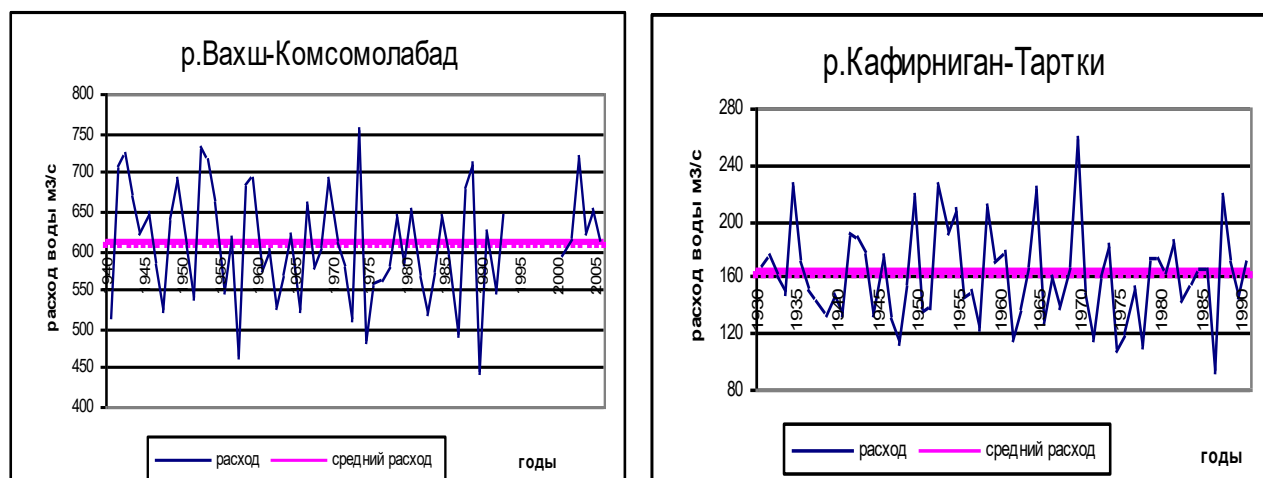


Рис. 1. Графики колебаний водности рек Вахш и Кафирниган. (среднегодовой расход воды, м<sup>3</sup>/с). (Источник: ГУ Гидрометеорология РТ).

Основными факторами искусственного регулирования максимального стока, влияющим на расчетные расходы воды, являются: регулирование стока водохранилищами и прудами в руслах рек и их протоках; изъятие стока из водотоков на водоснабжение, орошение, обводнение; сбросы в русла рек дренажных, шахтных и промышленных вод.

В работе приведены основные природные характеристики 11 агроклиматических районов РТ по бассейнам рек для выращивания сельскохозяйственных культур. Расчленение территории на бассейны позволяет выявить ареалы, в которых природно-экологические связи между отдельными элементами ландшафтов проявляются особенно четко, и именно в этих границах следует проводить мониторинг за состоянием природной среды и разрабатывать комплекс природоохранных мероприятий.

В главе также представлен и анализ существующего состояния водопользования. Теоретической и методологической основой водопользования являются классические труды А.Н. Костякова (1961), А.А. Роде (1965), Г.Ю. Шейнкина (1970), Б.Б. Шумакова (1997), Д.М. Маматканова (2003), В.И. Данилов-Данильяна (2000), Б.М.Кизяева (2004), Н.К.Нурматова (1981), Р. Рахматиллоева (2004), У.И. Муртазаева (2005), А.А. Эргешева (2008), Я.Э. Пулатова (2007) и других ученых, а также материалы научно-практических конференций и совещаний по водным проблемам, в том числе проводимым в рамках МФСА.

В развитие теоретико-методологических основ водосбережения и совершенствования межотраслевых аспектов управления водными ресурсами весом вклад научных трудов А.Б.Авакяна (1990), Г.В. Воропаева (1982), Вендрова С.Л. (1979), Г.Ю. Шейнкина (1970), Б.Б. Шумакова (1997), Д.М. Маматканова (2003), В.И. Данилова-Данильяна (2000), Б.М. Кизяева (2004), Винокурова Ю.И. (2011), Н.К.Нурматова (1981), Зиновьев А.Т. (2005), Р. Рахматиллоева (2004), У.И. Муртазаева (2005), А.А. Эргешева (2008), Я.Э. Пулатова (2007), З.В. Кобулиева

(2011), С.Т. Наврузова (2010), Духовного В.А. (1984), Вендрова С.Л. (1979), Шикломанов И.А. (1988), Одинаев Х.А. (2004) и др., а также в трудах зарубежных авторов (Фалкенмарк М. (2003)). Однако существуют и много неизученных вопросов данной проблемы, возникших в условиях формирования переходной экономики стран бывшего СССР.

Отличительной чертой XX столетия явился быстрый рост водопотребления по самым различным направлениям. На первое место по объему потребления воды вышло сельскохозяйственное производство. Активное освоение новых земель ЦА в период 1960-2003 гг. привело к увеличению площади орошения с 4,092 до 6,945 млн. га. Фактически, около 70% стока бассейна Аральского моря, оцененного в 115,6 км<sup>3</sup>, используется для орошения, технологические приемы которого требуют изменения режима рек, его коррелирования с забором и подачей воды в оросительные системы. Далекое не всегда это взаимодействие речных систем и агроландшафтов бывает конструктивным и вызывает ряд гидроэкологических проблем как в регионе в целом, так и в Таджикистане и Кыргызстане в частности. Имеются в виду размывы, наводнения, затопления; изменения в речных геосистемах; эрозия верхнего слоя почвы и потеря гумуса, питательных веществ и продуктивности почв в результате уничтожения лесов в зоне формирования стока; утрата биоразнообразия на бассейновом уровне; подъем уровня грунтовых вод и вызванные им подтопление и засоление земель, инициирующие рост количества экологических беженцев; ирригационная эрозия; паводки и селевые явления на трансграничных водных объектах совместного пользования; изменение естественного гидрологического режима большинства рек изъятием и регулированием стока; заиление и зарастание водохранилищ; потеря ценных сельскохозяйственных угодий; климатические изменения и т.д.

Одним из существенных факторов, влияющих на обострение проблем водопользования, в долгосрочной перспективе, в Центрально-Азиатском регионе является высокий рост прироста населения.

Таджикистан горная страна, где все отрасли экономики организованы в основном на 7% территории межгорных впадин, а на 93% горной части формируются 55,4% поверхностного стока БАМ, или 64 км<sup>3</sup>/год. На собственные нужды Таджикистан использует 20% стока, формирующегося на его территории, что равно 11% среднегодового стока рек БАМ. Это указывает на наименьшее в регионе отрицательное экологическое воздействие на водные ресурсы.

Методологической и теоретической основой работы стала созданная концепция экономически эффективного и экологически безопасного водопользования. Исследованиями и внедрением экологически ориентированных водосберегающих технологий орошения сельскохозяйственных культур для различных регионов РТ занимались Г.Ю. Шейкин (1991), Н.К. Нурматов (1991), Р. Рахматиллоев (2004), Р.М. Муртазин (1984), В.К. Губин, Н.П. Митянин (1986), Ф.Р. Маруфов (1986), И.И. Икрамов (2006), М.Ю. Храбров (2008), Х.Г. Пиров (1983), Я.Э. Пулатов, М. Юсупов (2001), С.И. Исомутдинов (1984), А. Ахроров (1989), В.Б. Гордеев. (1982), В.М. Колядич (1984), Ч.М. Одилов (1986), Г. Ахмедов (1982) и автор данной работы И.И. Саидов (1981-2013).

В период до 1990 года, Таджикистан среди союзных республик занимал первое место по урожайности хлопка и по производству лимона (среднегодовые показатели объемов производства продукции более тысячи тонн). За период с 1990 по 2009 гг. урожайность хлопка снизилась в 2,5, а лимона более чем в 4 раза. В настоящее время около 60% орошаемых земель в Таджикистане обслужи-

ваются самотечными ирригационными системами, оснащенные, построенными в середине прошлого столетия, гидротехническими сооружениями, физический износ последних составляет которые более чем 50%. Доминирующим способом орошения является бороздковый полив. Оросительные нормы колеблются от 12 до 17 тыс.м<sup>3</sup>/га (в среднем 14,6 тыс.м<sup>3</sup>) в зависимости от природно-хозяйственных областей, тогда как альтернативные методы могли бы сократить расход воды для этих целей до 40%, однако из-за высокой стоимости и отсутствия стимулов эффективного использования и охраны водных ресурсов они практически не используются.

Актуальным является внедрение, на имеющихся 70 тыс. гектаров орошаемых земель, технологий малообъемного орошения (капельное, почвенное, подкрановое дождевание) где фактические оросительные нормы составляют более 20 тыс.м<sup>3</sup>/га. Демографический рост и дефицит земель возможного самотечного орошения привели к увеличению площади машинного орошения. В следствие данный способ оказался наиболее уязвимым в рыночных условиях.

Вместе с тем, одним из основных причин создавшейся, в водохозяйственном комплексе ситуации, является также и несовершенная система управления водными ресурсами. Водохозяйственные комплексы отдельных бассейнов рек в условиях экстенсивного хозяйственного развития формировались, как правило, произвольно, зачастую без соблюдения природоохранного баланса. Сохранение этих тенденций в условиях возрастающего дефицита воды и ожидаемого роста спроса на водные ресурсы низкая эффективность их использования, могут стать серьезным препятствием для обеспечения устойчивого и эффективного развития региона.

Представляется важным ориентировать ирригацию на поэтапное снижение суммарного водопотребления из бассейна в пропорциональных долях всеми водопотребителями; определить величины расчётных экологических попусков по реке и в дельту, а также мероприятия по их поддержанию и контролю.

**Во второй главе** освещены разработанные при непосредственном участии автора основы управления водными ресурсами РТ в зоне формирования стока с обеспечением гидроэкологической безопасности речных бассейнов и хозяйственных объектов.

Экстремальные погодные явления в РТ остаются наибольшей угрозой и продолжают причинять как экономический, так и социальный ущерб. В частности для большей части населения проживающих в пойме рек, риск наводнений из-за изменения климата будет расти.

Засуха также является наиболее опасным метеорологическим явлением. При этом в настоящее время отсутствуют регулярные оценки гидрологической и геоэкологической обстановки, которые можно было бы использовать в качестве экологических индикаторов по охране окружающей природной среды. Таким образом, прогноз и гибкая дифференциация природных процессов, влияющих на формирование и режим вод речных бассейнов становится ещё более актуальным. Наибольший вред сельскому хозяйству наносят интенсивные ливневые осадки и селевые паводки, высокие температуры воздуха, сопровождающиеся засухой сильные ветры и пыльные бури.

Управление рациональным использованием и охраной вод в зоне формирования стока РТ требует соблюдения баланса между ирригацией и сохранением хрупких горных экосистем. Для соблюдения природоохранного баланса требуются новые подходы, как к оценке водных ресурсов, так и в оценке происходя-

щих изменений в результате антропогенного вмешательства, а также и природных явлений, в том числе климатических процессов во многие составляющие гидрологического цикла.

Труды многих учёных стран СНГ и дальнего зарубежья были посвящены проблемам устойчивого управления водными ресурсами. Однако, механизм управления в зоне формирования стока остается малоизученным и недостаточно разработанным.

С позиции методологического подхода к изучению исследуемой проблемы, предлагаемые концептуальные основы устойчивого управления водными ресурсами в зоне формирования стока (рис. 2) позволяют определить приоритетные направления, основанные на гидрографическом и водосберегающем принципах.

При оценке организационно-методологических основ управления формированием, использованием и охраной водных ресурсов роль природных вод проявляется не только во взаимосвязи отдельных форм и их превращений в процессе взаимного водообмена, но и во взаимовлиянии осуществляемых мероприятий по управлению и использованию ими.

На рис. 3 приводится схема декомпозиции водных ресурсов суши и элементов баланса.

В систему экологической составляющей управления охраной водных ресурсов также входит подготовка законодательных актов, организационных мероприятий, оценка воздействия на окружающую среду (ОВОС), экспертиза проектов и осуществление контроля за эксплуатацией водных ресурсов отраслями экономики и сферой обслуживания для обеспечения оптимального взаимодействия гидротехнических систем с окружающей средой, обеспечения гидроэкологической безопасности и снижения до оправданного (с экономических и экологических позиций) минимума отрицательного воздействия искусственных водохозяйственных систем на природные условия окружающих и подкомандных территорий и акваторий.

Методика проведения сценарных исследований включает: обоснование параметров геосистем речного бассейна по обеспечению ресурсно-экологической безопасности; выбор траектории развития речного бассейна и проведение серии сценарных расчетов; построение серии сценарных геоэкологических (экологических) карт; разработка механизма обеспечения ресурсно-экологической безопасности речного бассейна для каждого выбранного сценария; принятие решений по стабилизации и устойчивому развитию речных бассейнов. Выбор совокупности приоритетов и их реализация является концепцией стратегического развития водохозяйственного комплекса. Разработанные нами рекомендации по интегрированному эколого-экономическому управлению водными ресурсами рассматривают проблемы водного хозяйства на всей территории страны через бассейны основных водных объектов. Экосистема бассейнов основных рек РТ является многофункциональной сложной территориальной структурой.

При разработке модели системы управления взаимосвязями «Предприятие - водопотребитель – окружающая среда» определено, что в условиях существующих оросительных систем решающее значение, имеет правильное внутриводное водопользование.



Рис 2. Концептуальные основы устойчивого управления водными ресурсами в зоне формирования стока.



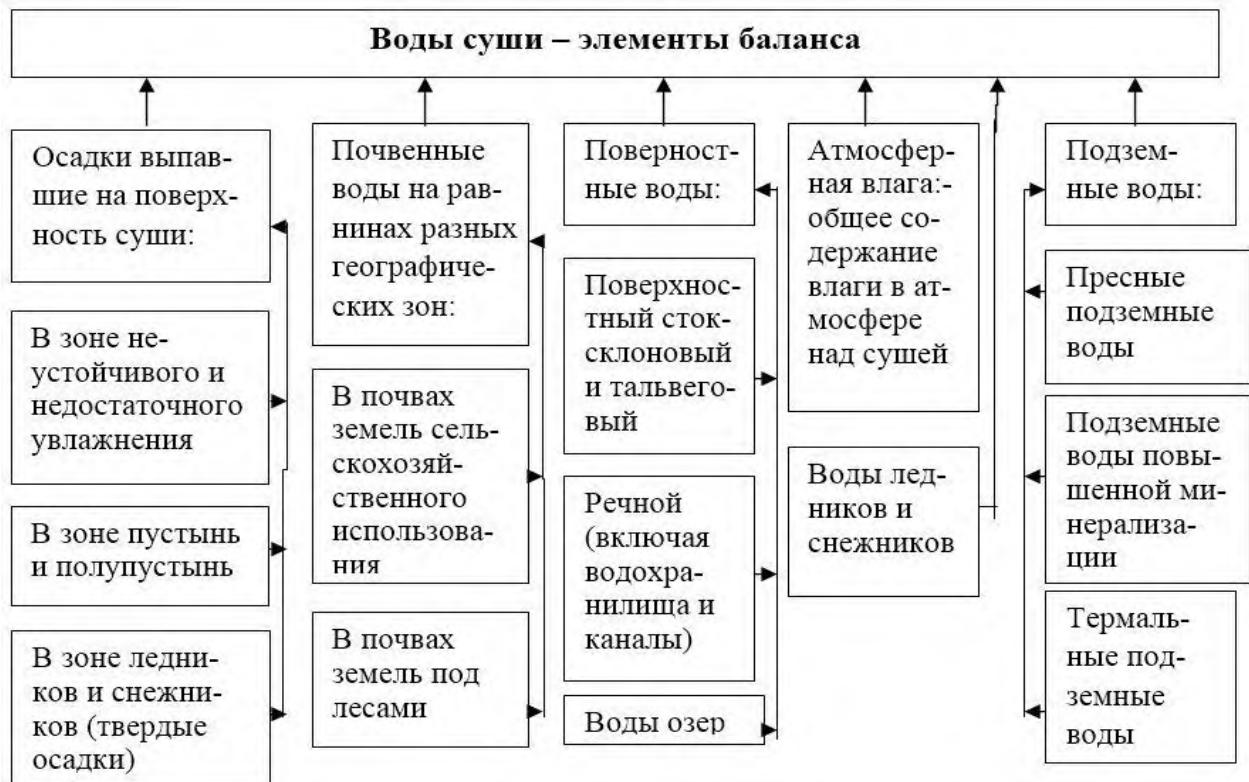


Рис. 3. Схема декомпозиции водных ресурсов суши и элементов баланса.

Получение воды водопользователем в точках выдела, как в количественном отношении, так и по времени обуславливается поступлением ее в распределительно-проводящую сеть и потребностями в воде данного сельскохозяйственного предприятия. Нами определены эти взаимоотношения, при этом принято условие известности источника сбросов. Данный подход и разработанные схемы можно использовать и в тех случаях, когда существующие причинно-следственные связи не поддаются однозначному толкованию. В подобном случае ответные меры, принимаемые пострадавшим предприятием, будут адресованы не только тому источнику сбросов, который достоверно установлен, но и другим потенциальным виновникам нанесения ущерба.

Речной сток является важным звеном круговорота воды в природе и представляет собой интегральную характеристику водного баланса территории, с которого он стекает.

Для зоны формирования стока влияние рельефа на климат имеет две характерные черты: под влиянием особенностей рельефа создаются специфические особенности климата в горной территории; горные системы, изменяя процессы адвекции воздушных масс и атмосферной циркуляции, оказывают существенное влияние на климат и погоду прилегающих районов.

Первые признаки «климатической бедности» в ЦА уже проявились. Резко сократилась площадь водообразующих ледников, питающих реки, впадающие в Аральское море. За 50 лет объемы ледников уменьшились по разным данным от 20 до 40%, а в последние годы темпы сокращения составляют около 1% в год. Среднегодовой сток рек Таджикистана за последние 30 лет ежегодно уменьшался на 110 млн. м<sup>3</sup> в год. На это накладывается усиление его неравномерности, вы-

званное дальнейшим исчезновением ледников как аккумуляторов воды. В результате прогнозируются более резкие весенние паводки и острый дефицит воды в летнее время. За исследуемый период (70 лет) в восьми случаях засухи одновременно охватывали всю территорию страны (1940, 1947, 1956, 1971, 1980, 1988, 2000, 2001 и 2007 годы). Особенно сильные засухи наблюдались в 1971, 2000 и 2001 годах. В 2007 г. в летне-осенний период практически по всей территории республики не наблюдалось осадков, и усилилась почвенная засуха.

Таким образом, в связи с возможными изменениями климата, в число приоритетных задач должны быть включены: реконструкция и модернизация оросительных систем с целью повышения их КПД; внедрение прогрессивных способов орошения; увеличение степени регулирования стока и количества водохранилищ, в основном сезонного регулирования; регулирование русел рек по всей их длине во избежание конфликтов между государствами верхнего, среднего течений и низовий; совершенствование экономических взаимоотношений между государством и водопотребителями; усиление селекционной работы по выведению засухоустойчивых и высокоурожайных сортов основных сельскохозяйственных культур и т.д.

Оценка уязвимости водных ресурсов рек Таджикистана показала, что в условиях удвоения концентрации  $\text{CO}_2$  в атмосфере ожидается уменьшение водных ресурсов на 20-30%, возрастание жидкого стока а меженный период (на 15-22%) и его сокращение в половодье (на 7-11%). Меньше станет и вероятность высоких половодий. Большая часть осадков будет выпадать в жидком виде (в форме дождей), уменьшится зимнее снегонакопление в горах, повысится мутность рек. Из-за последнего обстоятельства темпы осадконакопления в водохранилищах, и без этого высокие, возрастут. Результаты этой оценки показали, что по мере увеличения аридности климата тенденция к уменьшению ресурсов поверхностных вод станет преобладать. В соответствии с этим, из-за уменьшения водных ресурсов и падения уровней воды в реках и оросительных системах, снизятся горизонты вод в их головных водозаборах, аванкамерах и напорных бассейнах насосных станций. Это, в свою очередь, приведет к ограничению размеров подкомандных территорий, где возможно самотечное орошение и росту энергозатрат на машинный водоподъем. Кроме того, реки станут служить коллекторами и качество воды в них ухудшится. В этой связи предлагаемые мероприятия по адаптации водного сектора экономики РТ к изменению климата можно отранжировать по верификационным признакам. Кроме того, из-за выпадения осадков в большей части в жидком виде возрастет эродированность почв, повысится мутность воды на реках (на 10-14%), что вызовет большие размеры заиления водохранилищ и увеличению объемов потерь их стокорегулирующих способностей.

Для Таджикистана, как региона формирования речного стока ЦА, важное значение имеют комплексные схемы рационального использования водных ресурсов, поддержанные мерами по одновременной охране водных ресурсов, минимизации их потерь, и предотвращению наводнений, селей и борьбе с ними, а там где это требуется контролю над процессами седиментации. При этом важное значение имеет управление водохранилищами зоны формирования стока в противоселевых целях.

Следует отметить особенности управления охраной водными ресурсами на трансграничных реках. Специфика региона с возрастающим спросом на водные ресурсы выдвигает на первый план необходимость повсеместного перехода всех стран ЦА на экономное расходование воды и управление требованиями на воду, а также выработки общей линии на водосбережение, что является единственной перспективой будущего развития региона. Это требует увязки всех уровней управления для минимизации потерь. Хотя определенные позитивные сдвиги в сторону снижения удельных расходов наблюдаются, но эта ситуация не носит постоянный и повсеместный характер. Уделяется слабое внимание экологическим проблемам и высвобождению воды для природных ресурсов, а также отсутствуют единые критерии оценки качества воды в странах ЦА.

Определено, что слабыми звеньями в деле управления водными ресурсами являются: недостаточная точность прогнозов водности основных рек региона, что, в сочетании с чрезмерно жесткими целевыми показателями качества окружающей среды, является основной причиной отсутствия заинтересованности водопотребителей в реализации мероприятий по охране и рациональному использованию водных ресурсов; недостаточный уровень тарифов на услуги водоснабжения являющиеся причиной отсутствия заинтересованности у водопользователей, прежде всего у сельскохозяйственных, в осуществлении поиска и внедрения новых технологических способов снижения объемов водопотребления.

**Третья глава** посвящена исследованию проблем охраны водных и земельных ресурсов. В зоне формирования стока по пути движения русловой и подрусловой потоки насыщаются частицами горных пород, которые, растворяясь, повышают концентрацию солей в природной воде. В зависимости от химического состава, воды горных рек, озер и грунтовые воды классифицируются на гидрокарбонатные (рр.Заравшан, Кафирниган, Обихингоу, Варзоб, Памир и др.), сульфатные (рр.Муксу, Сурхоб, Вахш и др.) и натриевые. Из-за незасоленности почв и горных пород воды, формирующиеся в горной части РТ, относятся к категории вод высокой чистоты.

По формированию химического состава природных вод определяют в основном две группы факторов, воздействующих на воду: прямые - действие веществ, которые могут обогащать воду растворенными соединениями или, наоборот, выделять их из воды (состав горных пород, живые организмы, хозяйственная деятельность человека) и косвенные, определяющие условия, в которых протекает взаимодействие веществ с водой (климат, рельеф, гидрологический режим, растительность, гидрогеологические и гидродинамические условия).

Первая главная закономерность гидрохимического режима рек – связь с их гидрологическим режимом: уменьшение концентрации веществ до минимума в период паводка и увеличение ее при переходе рек на меженное питание грунтовыми и подземными водами, более минерализованными, чем при таянии снегов и ледников. Минимальная минерализация, удовлетворяющая требования к качеству и составу поливной воды орошаемого земледелия, приходится на весь период вегетации хлопчатника и других возделываемых культур (в 55% рек – 70-200 мг/л, около 45% - 200-500 мг/л и в реках Кызылсу, Таирсу более – 1000 мг/л).

Увеличение минерализации и массы микроэлементов до максимума наблюдается в начале паводка и приходится на апрель, когда сходят воды со значительной площади водосбора рек при таянии снегов, выносящие продукты регенерации подвижных форм элементов из отмершего органического вещества (макро- и микрорастений, животных). Это второй важнейший фактор – биогеохимический в закономерности гидрохимии рек Таджикистана.

Третьим природным фактором, обуславливающим значительные отклонения в гидрохимическом режиме рек от среднемноголетнего, является водность рек: в маловодные годы содержимое подвижных форм веществ повышено во всех фазах гидрологического режима, в многоводные – понижено. Для рек с водохранилищами следует отметить, что среднемноголетняя минерализация и состав воды за длительный период изменяются мало, что объясняется быстрым водообменом в них; гидрохимический режим этих рек благоприятен для поливного земледелия РТ. Минимальная минерализация, удовлетворяющая требованиям к качеству состава поливной воды, приходится на период вегетации хлопчатника и других возделываемых культур – лето и начало осени.

Хозяйственная ценность или качество водно-ресурсного потенциала региона тем выше, чем значительнее доля устойчивой составляющей стока. Ее величина количественно определяется объемом подземного стока и межнным русловым стоком. Прогнозные ресурсы пресных подземных вод РТ составляют в общем  $6,654 \text{ км}^3$  на год, эксплуатационные ресурсы  $2,196 \text{ км}^3$ .

Для достижений целей охраны вод необходимо наметить систему мер, которая включает в себя: нормирование качества воды в водном объекте; регламентацию сброса нормированных веществ, исходя из условий соблюдения норм качества воды в контрольном створе водоемов и водотоков или не ухудшение ее состава и свойств в случае превышения этих норм; регламентацию различных видов хозяйственной деятельности, влияющих на состояние вод; осуществление мероприятий водоохранного характера, обеспечивающих соблюдение установленных норм сброса в водный объект загрязняющих веществ; разработка водоохранных требований к различным видам хозяйственной деятельности; последовательное снижение массы загрязняющих веществ, вплоть до полного прекращения их сброса в водные объекты; экспертиза новой техники, технологий, материалов и веществ, а также проектов на строительство (реконструкции) предприятий и иных объектов; учет, обобщение и обработку информации по вопросам охраны и использования водных ресурсов в целях управления качеством воды и регулирования использования водных ресурсов; привлечение к ответственности за нарушение требований и правил охраны водных объектов.

Основными источниками загрязнения поверхностных вод на территории РТ являются, объекты и предприятия сельского хозяйства. Продуктивная способность почв страдает от невозможности поддержания ирригационной системы, от интенсивного использования и плохого управления системой. Территория пахотных земель сокращается каждый год. Ежегодно почти 50 тысяч гектаров обрабатываемых земель подвергаются различным степеням опустынивания. Более чем 90% загрязнения поверхностных вод вызвано сбросом коллекторно-дренажных вод, отводимых с орошаемых земель. Из-за традиционной технологии

бороздового полива, доминирующего в РТ и отсутствия природных водоприёмников для аккумуляции сбросных ирригационных и коллекторно-дренажных вод, происходит загрязнение поверхностных и подземных вод соединениями азота, фосфора, пестицидами, продуктами эрозии и др. Объем возвратных вод от ирригации или учтенный сброс по коллекторно-дренажной сети в водоприемники достиг  $3,25 \text{ км}^3$ , а на орошение использовано  $5,75 \text{ км}^3$  или 9,2% общего стока рек РТ.

Охрана земель, эффективное и рациональное использование земельных ресурсов является актуальным для малоземельного Таджикистана с аридными климатическими условиями. Главная цель охраны земель - устранить причины или снизить негативное влияние деградации земель (опустынивания) на структуру и функциональную целостность экосистем по бассейнам рек путем устойчивого земле- и водопользования.

Первый признак проявления ирригационной эрозии является высокая мутность поливной струи, намного превосходящая мутность поступающей для полива воды. Ежегодный смыв по бассейну Яван Су (приток р. Вахша) составляет 80 т/га, в год, а допустимое значение ирригационной эрозии составляет 5-10 т/га, то есть по бассейну реки этот показатель в 6-8 раз выше.

До 1990 г. наблюдения за загрязнением поверхностных вод проводилось в РТ на 46 реках, 6 озерах и 1 водохранилище. Определялось содержание до 40 органических и неорганических загрязняющих веществ. С 1994 по 1997 гг. наблюдения за загрязнением поверхностных вод не проводилось. С 1998 г. наблюдения были возобновлены и проводились на 21 реках по 20 загрязняющим веществам.

К началу 2006 г. общее число гидрологических постов сократилось со 147 до 93. На 1 января 2006г. гидрологическая сеть на реках и озерах состоит соответственно из 91 речных и 6 озерных гидропостов, из которых стоковые наблюдения проводятся лишь на 46 постах. Наибольшее сокращение гидропостов произошли в бассейнах р.Кафирниган и Вахш - на 76 и 48% соответственно. Трудности с обновлением приборного парка, проведением работ по обеспечению с соответствующей точности измерений привели к ухудшению качества данных и достоверности. Такая ситуация сказывается на качестве климатической информации, прогнозах погоды и речного стока, в том числе наводнений и других опасных природных явлений.

Сеть гидрохимических наблюдений должна охватывать: по возможности все водные объекты, расположенные на территории изучаемого бассейна; всю длину водотока с определением влияния наиболее крупных его притоков и сброса сточных вод в него; всю акваторию водоема с определением влияния на него наиболее крупных притоков и сброса в него сточных вод; во времени: все фазы гидрологического режима (весеннее половодье, летнюю межень, летние и осенние дождевые паводки, ледостав, зимнюю межень); различные по водности годы (многоводные, средние по водности и маловодные); суточные изменения химического состава воды; катастрофические сбросы сточных вод в водные объекты.

Средняя плотность существующих пунктов наблюдений на 7 основных реках республики составляет 0,8 постов на  $1000 \text{ км}^2$ . Оптимальна она на реках Ширкент, Кафирниган, Зеравшан, Кызылсу. Низкая плотность постов в бассейнах рек Сырдарья (0,04), Пяндж (0,33), Вахш (0,52), где часть из них не работает.

Для модернизации и развития сети наблюдений необходимо возобновить работу закрытых гидрологических постов, а также уделить особое внимание гидрологическим пунктам наблюдений, на трансграничных водных объектах регионального уровня, включая прогнозирование речного стока и наводнений

В качестве базового инструмента для обеспечения гидроэкологической безопасности нами предлагается использовать процедуру оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС) в качестве важнейшего законодательного инструмента являющимся приоритетным при разработке проектов строительства и реконструкции объектов хозяйственной деятельности предназначенного для обеспечения улучшения процессов управления природоохранной деятельностью и принятия природоохранных решений. В рамках ИУВР перспектива сохранения ЖВЭ сочетается с адекватными перспективами социально-экономического развития благодаря более широкому и целостному подходу к управлению основными компонентами жизнеобеспечения в речном бассейне. Основной задачей управления является поиск оптимального баланса между деятельностью людей и воздействием на окружающую среду (ОС).

Порядок ОВОС фактически направлен на поддержание принципов бассейнового управления водными ресурсами. В настоящее время процедура ОВОС является обязательной для всех предлагаемых проектов, независимо от их масштабов потенциальных воздействий на ОС. Вместе с тем, необходимо дифференцировать этап отбора проектов. Экологическую экспертизу (ЭЭ) можно представить как инструмент экологического планирования, управления и принятия решений (рис.4).

**В четвертой главе** представлены научно-прикладные аспекты повышения эффективности ирригации при орошении сельскохозяйственных культур.

При ирригационном использовании зарегулированных вод и его перспективы для решения Таджикистаном своих основных проблем по устойчивому развитию, снижению бедности, повышению занятости и восстановлению окружающей среды должно осуществляется наряду с другими способами, путем интенсификации сельскохозяйственного производства, реабилитации оросительных систем, внедрения новых технологических способов в ирригации направленные на сокращение забора пресной воды из источников и полное исключение сбросов возвратных вод в поверхностные и подземные источники.

При осуществлении новых проектов по внедрению экологически ориентированных оросительных систем и комплексов гидроузлов необходимо всестороннее изучение природно-климатических и экономических особенностей каждого региона, тем более что концентрация водных ресурсов в них далеко не одинакова.

Из многообразия причин, повлекших за собой деградацию агроландшафтов, необходимо выделить отсутствие интегрированного эколого-ландшафтного бассейнового подхода и эколого-экономической оценки технологий орошения при проектировании, строительстве и эксплуатации гидромелиоративных систем. Вместе с тем, ирригация предполагает наличие системы организационно-хозяйственных и технико-технологических мероприятий, направленных на обеспечение потребностей населения в высококачественной продукции агропромышленного комплекса (АПК). На рис. 5 представлена современная схема декомпозиции использования водных ресурсов в АПК участниками водохозяйственного комплекса.

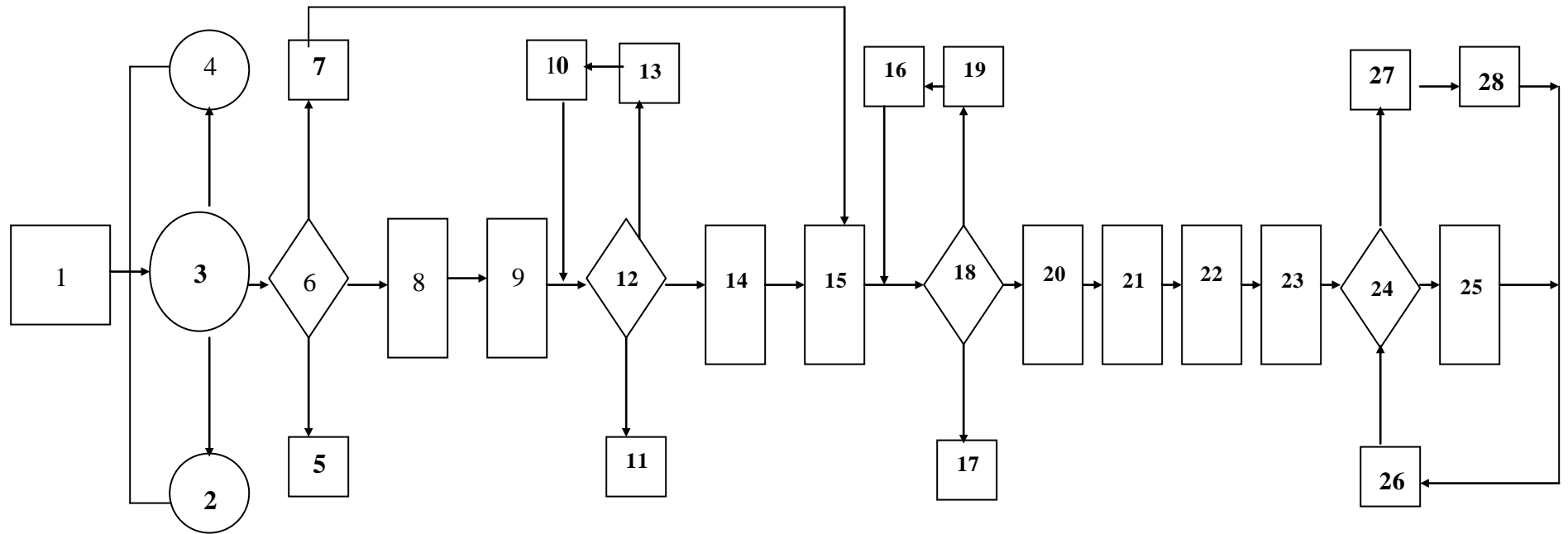


Рис. 4. Последовательность действий поэкологической экспертизы (ЭЭ) проекта развития водных ресурсов.

**1** - Предложение проекта развития; **2** - Техническое обоснование; **3** - Экологическая применимость; **4** - Экономическое обоснование; **5** - Исследование ОС не обязательно; **6** - Имеется ли предписание об обязательном исследовании ОС для проекта предложенного типа; **7** - ЭЭ обязательна; **8** - ИИОС обязательна; **9** - Подготовка ИИОС защитником проекта в соответствии с предъявленными требованиями; **10** - Пересмотр ИИОС защитником проекта; **11** - Детальная ЭЭ не обязательна; **12** - Служба ООС рассматривает ИИОС в течение обусловленного срока и решает, требуется ли детальная ЭЭ; **13** - Доклад ИИОС не соответствует требованиям или не удовлетворен; **14** - Требуется детальная ЭЭ; **15** - Защитник проекта подготавливает детальную ЭЭ; **16** - Пересмотр доклада ЭЭ; **17** - Проект отвергнут по экологическим основаниям; **18** - Служба ООС рассматривает полноту (соответствие) доклада ЭЭ в течение обусловленного срока; **19** - доклад ЭЭ не удовлетворен или не соответствует требованиям; **20** - Доклад ЭЭ удовлетворен; **21** - Служба ООС выдает окончательные рекомендации; **22** - Проект одобрен по экологическим основаниям; **23** - Выборочные проверки ООС мероприятий по ослаблению или усилению ОС, проводимой службой ООС; **24** - Служба ООС анализирует эффективность контроля (ООС) защитником проекта; **25** - Эффективность контроля; **26** - Доклады по контролю, подготовленные защитником проекта; **27** - Неэффективный контроль (ослабление); **28** - Меры по коррекции, которые надлежит осуществить защитнику проекта.

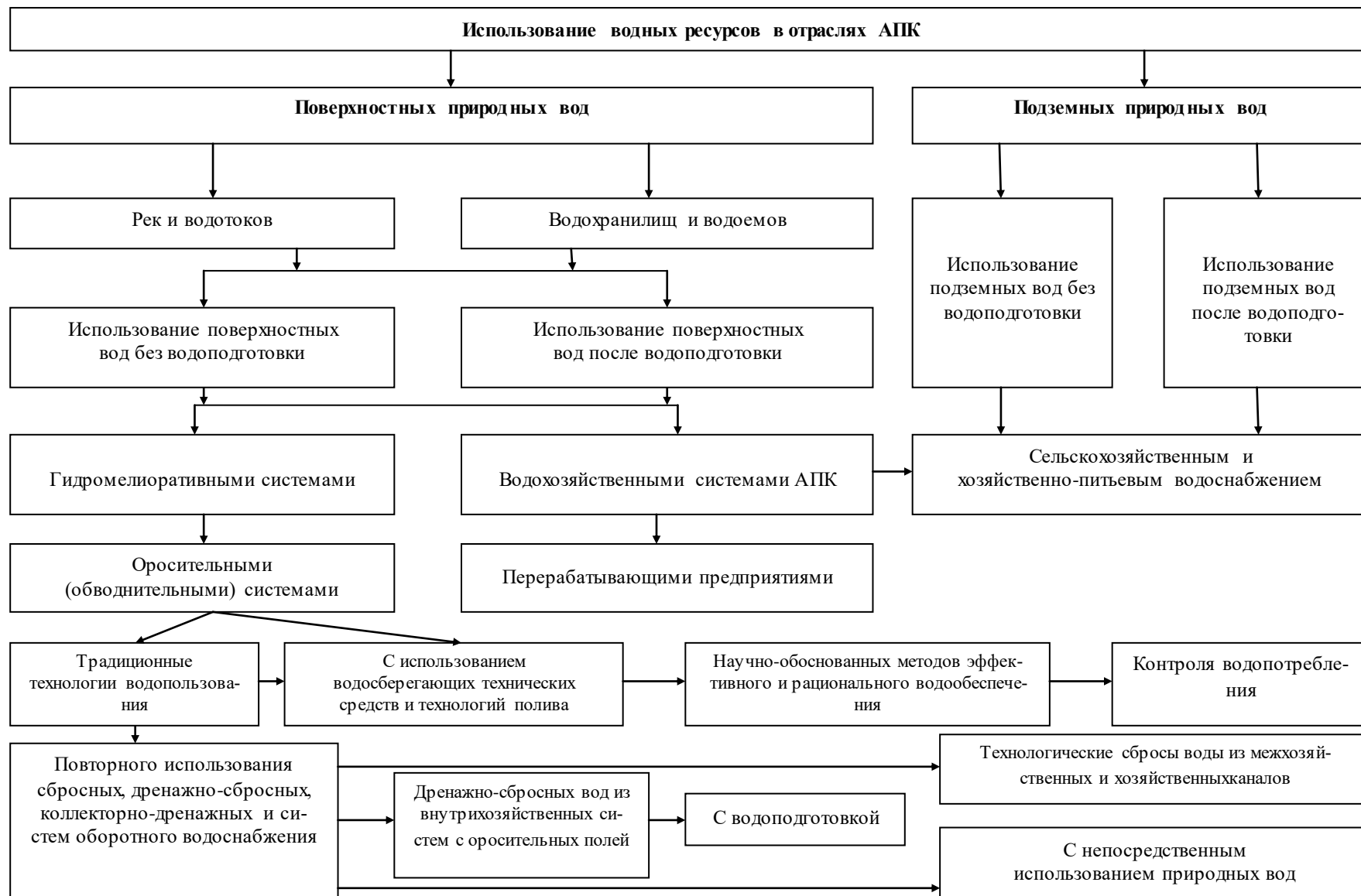


Рис. 5. Схема декомпозиции использования водных ресурсов в АПК.



В хозяйственных проектах РТ на 2006-2015 гг. важное место отведено обеспечению экологической устойчивости, предусматривается проведение реконструкции оросительных систем на площади 50 тыс. га.

Для Таджикистана научно-обоснованная ирригация является одним из самых действенных факторов обеспечения гидроэкологической безопасности агроландшафтов и повышения плодородия почв речных бассейнов. Современные технологии позволяют избежать перерасхода воды и засоления почв. Из проведенных нами исследований для условий Таджикистана следует, что основным мероприятием для резкого улучшения использования воды должно стать оснащение существующей сети распределительных трубопроводов с гидрантами инженерной сетью поливных устройств, в качестве которых можно использовать закрытые поливные трубопроводы с надземными и подземными патрубками – водовыпусками, а на больших уклонах для полива люцерны и других кормовых культур целесообразно малообъемное синхронное дождевание (СИД) и средства микроорошения.

При выращивании цитрусовых культур с целью энергосбережения предложено устройство полузаглубленных энергосберегающих пленочных теплиц траншейного типа с сочетанием подачи воды капельницами и микрораспылителями; причем на очень легких почвах желательнее устройство полупроницаемых экранов на глубине 0,6-0,7 м, так как основная корневая масса растений находится в слое 0,6 м. Размещать такие теплицы можно на неудобных по рельефу участках, располагая их ступенчато. Микроорошение может обеспечить экономию оросительной воды на 25-30%, повышение производительности труда – в 5-7 раз, КЗИ – до 0,98; годовой экономический эффект – более 1500 долл.США/га.

Такие способы орошения ранее начали внедрять в Гиссарской долине и Хатлонской области РТ для садовых и цитрусовых культур; они нашли применение во многих странах, испытывающих острый дефицит оросительной воды, обеспечивая экономию водных, энергетических и материальных ресурсов при повышении урожайности сельскохозяйственных культур на 20-30%.

В РТ одной из важнейших организационных проблем является необходимость возобновления разработок по составлению схем комплексного использования и охраны водных ресурсов. Данная работа на данном этапе не выполняется, а прежние схемы утратили своё значение в нынешних изменившихся политических и экономических условиях.

Конечная цель оптимизации управления водными ресурсами – это сохранение природно-ресурсного потенциала бассейнов рек при удовлетворении потребностей социально-экономического развития с учетом перспективных интересов общества и охраны здоровья людей. При этом необходимо определение подлежащих решению задач, а также критериев эффективности, с помощью которых осуществляется выбор путей достижения целей и способов использования потенциала бассейнов рек. Так исполнители получают четкий реалистический план интегрированного управления водными ресурсами и водосбережения.

Бассейновый план необходимо претворить в социально-экономические отношения общества и подкрепить инструментами реализации. К последним относятся: нормативно-правовые (законы, подзаконные акты, постановления государственной власти и управления, стандарты, договора и т.д.); экономические

(бюджетные ассигнования, платежи за использование природных ресурсов и загрязнение водных ресурсов, налоги, льготы по ним, система финансирования водоохраной деятельности, и система премирования и т.д.); информационные (обеспечивающие объективное и своевременное информирование о готовых к внедрению ресурсосберегающих технологиях, а также содействие научному обмену и переносу знаний между различными видами деятельности); социально-психологические (образование, воспитание, осведомленность, традиции культуры водопользования).

Модель системы оптимизации управления водными ресурсами приведена на рис. 6.

Интегрированное управление речным бассейном и ИУВР - это различные концепции, так как многие политические решения, касающиеся водного сектора или нескольких секторов водопользователей - производство продовольствия, здравоохранения, энергетики и т.п. – могут быть приняты только на национальном уровне, а не на уровне речного бассейна.

Таким образом, решение о «возмещении затрат» может быть принято только на национальном уровне. Основной функцией ИУВР является комплексное управление, направленное на приостановление деградации водных объектов, обеспечение устойчивого водопользования, безопасной эксплуатации водохозяйственного комплекса, защиты населения и объектов экономики от наводнений и другого вредного воздействия вод.

Нами предпринята попытка выделить понятия комплексного управления водными ресурсами на содержательном и организационном уровнях. Особенности формирования стока рек Таджикистана обусловлены высотным положением их бассейнов. Наиболее высокой удельной водоносностью отличаются водосборы, которые расположены выше 2000 м над уровнем моря. В зоне формирования стока возрастает роль акваториального районирования и планировки в связи с необходимостью комплексного управления водохранилищами. При переходе на бассейновые принципы управления водными ресурсами проектирование, строительство и эксплуатация водохранилищ потребуют как фундаментальных исследований во многих направлениях, так и комплексного, системного подхода, и рассматривать их надо не только как регуляторов стока.

Так, с некоторой долей условности можно принять, что разница в темпах роста сбора хлопка-сырца до и после создания Нурекского водохранилища и есть уже достигнутый суммарный ежегодный эффект от его строительства. При определении этого эффекта учитывается как прирост урожайности хлопчатника из-за повышения водообеспеченности поливов на «подвешенных» к водохранилищу землях, так и сбор данной культуры на освоенных в зонах их воздействия целинных землях.

Проектный срок эксплуатации Нурекского водохранилища определен в 80 лет, а фактический - в 60 лет. Если же с помощью различных способов (гидромеханизированная очистка, санация водохранилища, увеличение зарастаемости водосборов, борьба с высшей водной растительностью на акваториях водохранилищ и т.д.) этот срок увеличится хотя бы на 10 лет, то экономическая эффективность этого водохранилища только для хлопководства составит за это время 27 млн. долл. США.

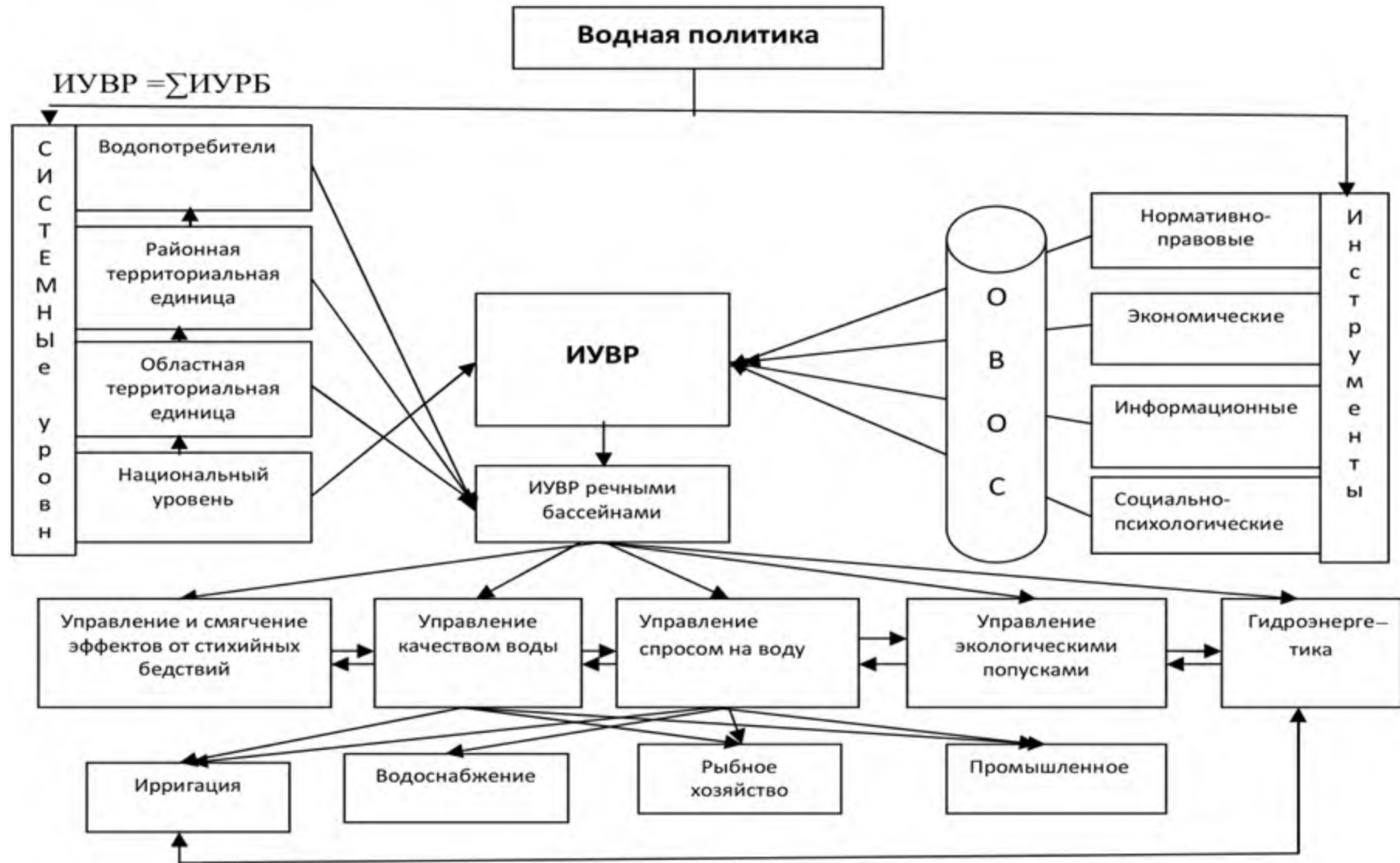


Рис. 6. Модель системы оптимизации управления водными ресурсами.

Установлено, что на участке длиной 65 км ниже плотины Нурекской ГЭС до моста Кзыл-Кала осветленный поток стремится к восстановлению трансформированной водохранилищем мутности. После участка Кзыл-Кала гидравлическая крупность наносов начинает приближаться к мутности р. Вахш до водохранилища. Нами предлагается на этом участке подавать осветленную воду в закрытые трубопроводы для орошения садов, виноградников и тепличных культур, таких как лимоны и гранат.

При орошении особое требование предъявляется к качеству воды. Согласно требованиям Пособия к СНиП 2.06.03-85 – «Мелиоративные системы и сооружения, Капельное орошение», качество поверхностных и подземных вод, подаваемых в поливную сеть капельного орошения, должно удовлетворять общим требованиям, предъявляемым к воде, используемой для орошения. При общей минерализации воды до 0,5 г/л допускается капельное орошение для любых почв. Орошение водой с общей минерализацией 0,5-1,0 г/л допускается при отсутствии условий засоления и осолонцевания почв. На массивах с минерализованными грунтовыми и неблагоприятными условиями оттока следует составлять прогноз водно-солевого режима территории.

**В пятой главе «Усовершенствование техники и технологии орошения на примере культуры лимона в условиях Таджикистана»** представлены условия и методика проведения исследований, приведена краткая климатическая и почвенная характеристика зон возделывания культуры лимона в РТ, рассмотрены существующие типы теплиц и их конструкции, размещение участков и методика опытов. Исследования проводились в Вахшской долине – основной зоне возделывания цитрусовых культур и Гиссарской долине (бассейн реки Кафирниган) – перспективной для развития цитрусоводства.

Почвы опытного участка в Вахшской долине – лессовидные светлые сероземы, слабозасоленные с хлоридным типом засоления (исходное содержание хлора в расчетном слое почвы 0-60 см составляло около 0,01%), легкосуглинистые, с высокой скважностью – 50,8-54,4%. Плотность почвы в слое 0-100 см – 1,28-1,31 г/см<sup>3</sup>, наименьшая влагоемкость (НВ) – 21,4-22,3% сухой массы.

Почвы Гиссарского опытного участка сероземные, обладают просадочными свойствами и относятся к легкоразмываемым. По гранулометрическому составу тяжелые суглинки, для слоя 0-100 см наименьшая влагоемкость (НВ) 23,1% от сухой массы почвы, плотность 1,3-1,43 г/см<sup>3</sup>, почвы незасоленные, грунтовые воды находятся на глубине более 5 м. Повторность опытов трехкратная. Расчетный слой для определения влажности почвы и оптимальная предполивная влажность назначалась согласно ранее проведенным исследованиям (Шейнкин Г.Ю., Домуллоджанов Х.Д., Ахмедов Г.) в зависимости от возраста лимона. Исследования основывались на общепринятых подходах (метод водного баланса, методика оценки качества орошения и др.). Обработку данных проводили методами математической статистики – дисперсным и корреляционно-регрессионным анализами.

Опробованы перспективные способы орошения плодоносящей культуры лимона в наземном опорного пункта (участка) в Колхозобадском районе, а также в траншейном лимонариина опытно-производственном участке ГУ «ТаджикНИИ-ГиМ» ММиВР РТ. Исследования проведены по разным вариантам – полив по бороздам (контроль); подкрановое дождевание; внутрпочвенное орошение и ка-

пельное орошение. Все опыты проводились с районированным в Таджикистане сортом – лимон Мейера.

Поверхностный полив по бороздам проводился из закрытой сети поливных трубопроводов с патрубками водовыпусками, установленными в створе рядков растений лимона с механизированным распределением воды в борозды (система Шарова-Шейнкена). Поливные борозды нарезались по обе стороны рядков на расстоянии 50-70см (в зависимости от возраста лимона) от оси посадки насаждений.

Капельное орошение осуществлялось капельницами Водполимер-3 и водовыпускными трубками диаметром 4мм с расходом 15-25 л/ч, установленными вертикально на поливных трубопроводах, проложенных вдоль каждого рядка.

Подкрановое дождевание осуществлялось с помощью центробежно-винтовых насадок Д-005 конструкции УкрНИИОС с расходом 15-25 л/ч. Насадки устанавливали аналогично капельницам на поливном трубопроводе.

Внутрипочвенное орошение проводилось при помощи перфорированных гофрированных полиэтиленовых трубок диаметром 50мм с точечной перфорацией размером 1,0-1,5 мм, заложенные на глубине 0,3-0,4м с экраном из полиэтиленовой пленки под трубкой по обе стороны рядков на расстоянии до 0,5 м от оси посадки деревьев. На участке эти варианты располагаются рендомизированно.

Критерием эффективности способов орошения лимона служили данные по урожайности, расходу оросительной воды на единицу продукции, а также эксплуатационные показатели. Агротехника возделывания лимона выдерживалась в соответствии с рекомендациями Министерства сельского хозяйства РТ 1981г.

При исследовании технологии поливов различными способами орошения изучались процессы увлажнения почвы в зоне корнеобитания лимона. Определено, что характер распределения влаги в корнеобитаемом слое почв зависит от их свойств, техники и режимов подачи воды, от биологических особенностей сельскохозяйственной культуры и др. Процессы увлажнения почв изучались на площадках питания кустов в плане и по глубине с учетом поливных режимов, которые определяют параметры оросительной системы.

Особенностью выращивания лимона является небольшая глубина проникновения корней (0-60см) и повышенная требовательность культуры к увлажнению почвы (влажность в корнеобитаемом слое должна быть не менее 0,7НВ). Требуются частые поливы (до 30 и более за вегетацию) при межполивных периодах 4-5 дней. Исследованиями Г.Ахмедова (1982) и С. Махмадбекова(1978) выявлено, что водопотребление лимона в условиях защищенного грунта происходит в течение всего года, растения практически не имеют фазы покоя.

Для определения равномерности распределения влаги в почве проведены воднобалансовые расчеты и разработан графоаналитический метод.

Качество увлажнения при различных способах полива оценивалась коэффициентом использования воды в расчетном слое:

$$K_{PC} = \frac{W_{PC}}{m} \dots\dots\dots (1)$$

где  $W_{PC}$  – приращение влагозапасов в расчетном (0-60см) слое;  
 $m$  – поливная норма, л/дереву.

Для анализа распределения влаги по ширине площади питания пользовались осредненной эпюрой влажности в радиальном от куста направлении.

Предложен графический метод определения репрезентативных точек для контроля за влажностью почвы в лимонариях. При формировании расчетного контура увлажнения учитывались водно-физические свойства почвы, характер распределения корневой системы и исходная влажность. Наши исследования показали, что размеры контуров увлажнения при капельном орошении и подкроновом дождевании аппроксимируются зависимостями, приведенными в табл. 1.

При подкроновом дождевании размеры контура увлажнения зависят от напоров в поливном трубопроводе, величины которых определяют радиус действия и полосы увлажнения. Зависимости, приведенные в табл.1, при  $10 \leq H \leq 40\text{м}$ ;  $4 \leq q \leq 20 \text{ л/ч}$ ;  $50 \leq m \leq 400 \text{ л}$  позволяют подобрать расстояние между микронасадками для поддержания влажности почвы не менее  $70 \pm 5\% \text{ НВ}$ .

Таблица 1 - Зависимости для определения размеров контура увлажнения почвы при капельном орошении и подкроновом дождевании лимона

Варианты опыта	Размеры контура увлажнения		Коэффициент эффективно-го полива, $K_{\text{эф}}$	Коэффициент корреляции, $K$
	Ширина $b$ , см	Глубина $h$ , см		
Наземный лимонарий ( $K_{\phi} = 0,68 \text{ м/сут}$ )				
Капельное орошение	$5,88\text{м}^{0,42} q^{0,41}$	$47,12\text{м}^{0,34} q^{-0,49}$	$0,20b^{0,41} h^{-0,21}$	0,992 - 0,996
Траншейный лимонарий ( $K_{\phi}=0,3 \text{ м/сут}$ )				
Капельное орошение	$11,25\text{м}^{0,32} q^{0,42}$	$13,76\text{м}^{0,52} q^{-0,42}$	$0,11b^{0,23} h^{-0,15}$	0,889 - 0,998
Подкроновое дождевание	$32,34\text{м}^{0,29} q^{0,39}$	$3,02\text{м}^{0,5}(0,1\text{Н})^{0,1}$	$0,28b^{0,23} h^{-0,03}$	0,952 - 0,995

Установлено, что для лимонных деревьев в возрасте от двух до шести и более лет поливные нормы должны составлять от 200 до 550 м<sup>3</sup>/га, удельный расчетный расход в сеть увлажнителей из условия взаимоувязки увлажнения корнеобитаемого слоя и впитывающей способности почвы должен колебаться от 0,004 до 0,0025 л/с·м. Увлажнение верхних от внутрипочвенных трубок слоев сопровождается промачиванием почти полуметрового слоя, что приводит к нерациональному использованию влаги. Особенности корневой системы лимона требуют более широкой полосы увлажнения верхних слоев, что достигается при подкроновом дождевании и капельном орошении.

В результате стендовых исследований выявлены расходно-напорные характеристики различных типов микронасадок, представленные уравнениями вида

$$q = kH^x \dots\dots\dots(2)$$

где  $q$ ,  $H$  – соответственно расход и напор микронасадок;

$k$ ,  $x$  – переходные коэффициенты, значение которых представлено в табл. 2.

Таблица 2 - Определение параметров к формуле (2)

Тип насадки	Переходные коэффициенты		Рабочие напоры, м
	$k$	$x$	
Капельница «Водполимер-3»	0,00155	0,4720	15
Микронасадка F1-2	0,06300	0,5110	22
Микронасадка F1-5	0,00104	0,5122	24
Микронасадка Д-005	0,00124	0,5050	18

Рабочие напоры капельницы «Водполимер-3» и микронасадки Д-005 составляют 15 и 18 м.

По опытным данным определены коэффициенты в формуле Б.М. Лебедева (1965) для нахождения радиуса действия насадок Д-005:

При установке микрождевателя вертикально вверх

$$R = \frac{H}{0,25 + 0,0018 \frac{H}{d_H}}, \text{ м} \quad (3)$$

при установке микрождевателя на угольнике К-361

$$R = \frac{H}{0,12 + 0,00056 \frac{H}{d_H}}, \text{ м} \quad (4)$$

где  $R$  – радиус действия насадки Д-005, м;  $d_H$  – диаметр выходного отверстия, м ( $d_H = 1 \text{ мм}$ );  $H$  – напор в поливном трубопроводе, м ( $10 \leq H \leq 40 \text{ м}$ ).

В зависимости от способа подключения насадки и напора в сети радиус  $R$  колеблется от 0,5 до 2 м. Эффективность орошения при дождевании зависит от качества полива. Оценена равномерность распределения слоя дождя по площади полива согласно методике госиспытаний дождевальных машин и установок. Получены следующие показатели коэффициента эффективного полива для микрождевателя Д-005:  $K_{эф} = 0,750$  при напоре 0,30 МПа, при напоре 0,20 МПа  $K_{эф} = 0,724$ .

При установке двух микрождевателей на угольнике К-361 с расстоянием между угольниками 2 м и напорах в пределах  $0,14 \leq H \leq 0,3 \text{ МПа}$ , коэффициент эффективного полива находится в интервале 0,70-0,75. Потери напора по длине поливного трубопровода не превышают 0,04 МПа, рабочий напор микрождевателей следует принимать не менее  $H = 0,18 \text{ МПа}$ .

Для обеспечения равномерного увлажнения почвы микронасадками по длине поливного трубопровода необходимо соблюдать условия равномерной подачи расхода воды с допустимыми отклонениями  $\pm 10\%$ . Для гидравлического расчета поливного трубопровода системы подкранового дождевания рекомендована формула:

$$\sum h_w = \frac{NK_1}{d_T^{5-III}} \cdot Q_0^{2-III} + \frac{0,083 \zeta_M K_2}{d_T^4} \cdot Q_0^2, \text{ м}, \quad (5)$$

где  $h_w$  – потери напора, м;  $Q_0$  – начальный расход воды в поливном трубопроводе, л/ч;  $d_T$  – диаметр поливного трубопровода, м;  $N, III$  – величины, зависящие от длины поливного трубопровода;  $\zeta_M$  – коэффициент местных сопротивлений;  $K_1$  и  $K_2$  – переходные коэффициенты, соответственно равные 1,04 и 1,05.

Результаты расчетов представлены на рис.7. Диаметры поливных трубопроводов определены при длинах трубопроводов: 20-34м – 16мм, 34-56м – 20мм, 56-70м – 25мм. Установлено, что для орошения лимонов, выращиваемых в лимонариях, можно использовать системы локального орошения с напорами 0,05 до 2 м из трубопроводов с вертикальными патрубками-водоотпусками, верх которых выводится на уровень пьезометрической линии. Сравнительно большой диаметр водоотпусков (до 10 мм) позволяет снизить требования к очистке воды.

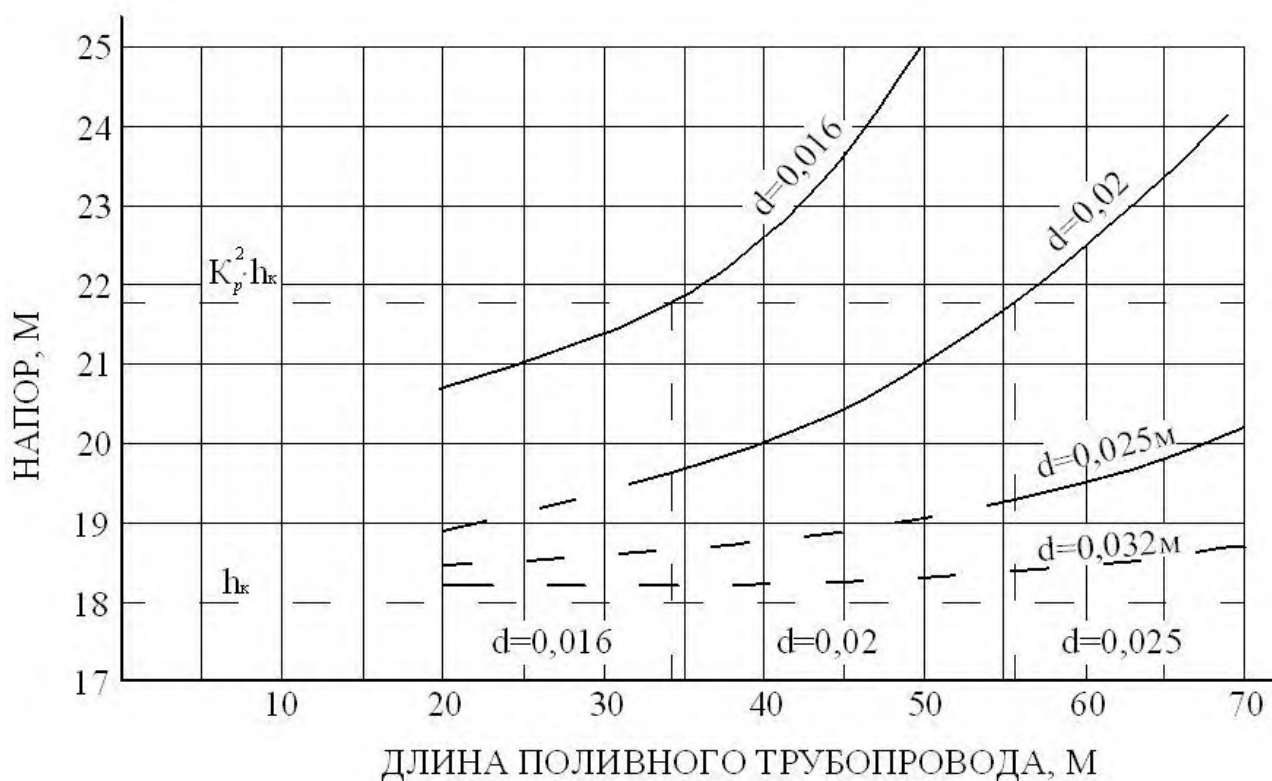


Рис. 7. Определение диаметров поливных трубопроводов при подкрановом дождевании.

На основе исследований предложен способ локальной подачи воды растениям – полив из низконапорной сети (напор от 0,5 до 2 м) с трубками-водоотпусками сифонного типа. Такая система позволяет использовать оросительную воду для полива без предварительной тонкой очистки. Эта система менее энергоемка по сравнению с обычным капельным орошением и может работать за счет напора, создаваемого естественным уклоном местности. Обоснованы расчетные расходы воды из низконапорных трубок-водоотпусков в зависимости от впитывающей способности почв, площади впитывания и поливной нормы. Для локального орошения лимона рекомендуются системы полива по кольцевой приствольной микроборозде глубиной 3-6 см и радиусом 0,2-0,7 м в зависимости



от возраста лимона. Расходы воды трубок-водоотпусков обеспечивают увлажнение при сохранении структуры почвы; подаваемая поливная норма в микроборозду за время установленное время не превышает объемов впитывания почвой воды за этот промежуток.

По экспериментальным данным уточнена зависимость скорости впитывания воды в почву из микроборозды  $K_{cp}$  в формуле А.Н. Костякова:

$$K_{cp} = \frac{K_1}{t^\alpha} = \frac{43,5}{t^{0,73}}, \text{ см / ч}, \quad (6)$$

где  $t$  – время, ч.

Объемы воды, впитавшейся почвой,  $V_t$  – определены с учетом поправки Л.Б. Вунетяна (1957):

$$V_t = \omega \frac{K_1 t}{(1 - \alpha)(2 - \alpha)t^\alpha}, \text{ м}^3 \quad (7)$$

где  $\omega = \pi d \chi$  – площадь смоченной поверхности микроборозды;  $d$  – диаметр кольцевой микроборозды, м;  $\chi = 1,12\sqrt{h_n} - 0,09$  – смоченный периметр микроборозды (по С.М. Кривовязу), м;  $K_1$  – коэффициент водопроницаемости почвы в первую единицу времени, м/ч;  $\alpha$  – коэффициент затухания скорости впитывания, зависящий от типа почв, в нашем случае  $\alpha = 0,78$ ;  $h_n = 3-5$  см – глубина наполнения микроборозды.

Применительно к условиям траншейных лимонариев предлагается номограмма по определению параметров кольцевых борозд вокруг штамба в зависимости от возраста лимона, поливных норм, продолжительности полива и расхода трубок – водоотпусков (рис. 8).

Рекомендуются следующие элементы техники полива плодоносящего лимона по закольцованным микробороздам:  $q = 14,2 \text{ л / ч}$ ;  $d = 1,2 \text{ м}$ ;  $h_n = 3 \text{ см}$ . Приведены результаты исследований по определению влияния перспективных водосберегающих способов орошения на рост и развитие культуры лимона. Подкрановое дождевание оказывает более благоприятное влияние на микроклимат приземного слоя воздуха в лимонарии.

В траншейном лимонарии Гиссарского опытного участка температура воздуха в июне-июле была на 1-2°C ниже, чем при внутрпочвенном орошении, а относительная влажность на 10-15% выше. В наземном лимонарии Вахшского опытного участка при подкрановом дождевании температура приземного слоя воздуха в этот период была на 2-4°C ниже, а относительная влажность на 20-28% выше, чем при внутрпочвенном орошении.

Выяснено, что при сопоставительном изучении различных способов полива лимона и соблюдении одинаковы поливных норм глубины активной зоны корней показатели отличаются несущественно, однако характер распределения скелетных и обрастающих корней по горизонтам заметно меняется. При подкрановом дождевании увеличивается протяженность обрастающих корней по сравнению с поливом по бороздам на 10 м/дерево, длина скелетных корней уменьшается на 9 м, верхний слой почвы (0-15 см) находится в более увлажненном со-

стоянии, что способствует развитию обрастающих корней. В вариантах внутрипочвенного и капельного орошения из-за сухости верхнего слоя наблюдалось незначительное развитие сорняков по сравнению с вариантами полива по бороздам и подкроновым дождеванием. В вариантах полива по бороздам в промежутках между поливами образуется почвенная корка и трещины шириной до 3 см и глубиной более 5 см, что приводило к повреждению обрастающих и скелетных корней культуры лимона. Высота деревьев, диаметры кроны и штамба плодоносящего лимона в условиях юга РТ при подкроновом дождевании были лучше, чем при других способах орошения, а в Центральном Таджикистане они лучше при подкроновом дождевании и капельном орошении.

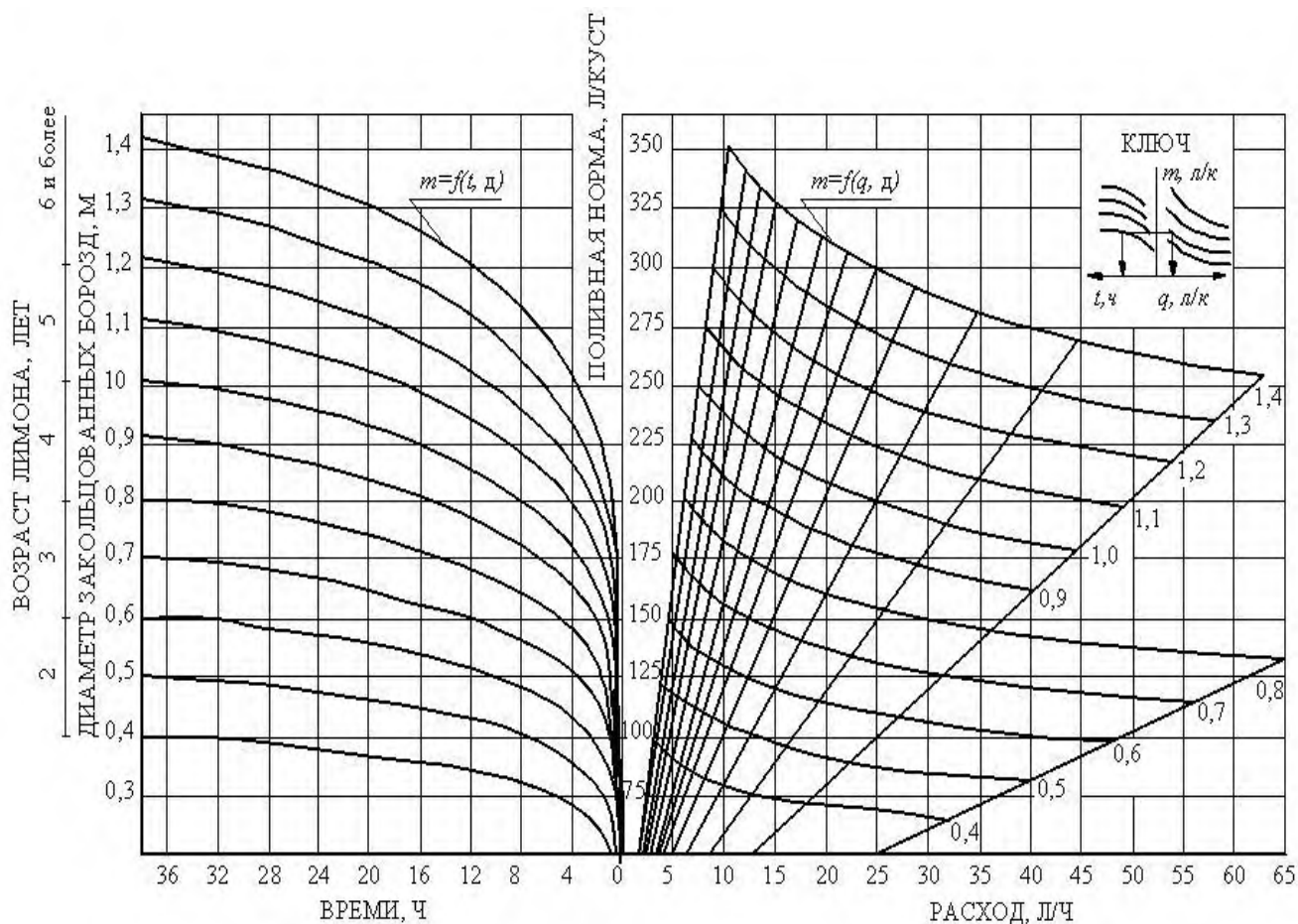


Рис. 8. Номограмма для определения элементов техники полива при локальном орошении лимона по закольцованным бороздам ( $h = 3$  см).

Показатели водобалансовых измерений для траншейной культуры лимона на примере центрального Таджикистана показало, что водопотребление культуры лимона увеличивается с его возрастом; наименьшие водозатраты на единицу продукции при подкроновом дождевании были для 3-5-летнего возраста 74,69; 54,26; 41,55 м<sup>3</sup>/ц, а в условиях юга Таджикистана для лимона 7-8-го года плодоношения - 39,66 и 38,24 м<sup>3</sup>/ц.

При сопоставлении данных по урожайности в условиях юга Таджикистана наибольшая урожайность была при подкроновом дождевании - 350-363 ц/га. В вариантах полива до бороздам и капельном орошении в урожае различий не бы-

ло. Отмечена низкая урожайность лимона 2-3-летнего возраста при внутриводном орошении, что объясняется недостаточным снабжением верхних слоев почвы поливной водой, питательными веществами при подкормах и накоплением солей.

Выяснено влияние способов орошения на процессы формирования солевого режима почв, поскольку в многолетнем разрезе происходит накопление солей на периферии контура увлажнения (рис. 9). При внутриводном орошении происходит концентрация хлор-иона, превышающая в 2,5 раза концентрацию при подкороновом дождевании, что связано с особенностями формирования контуров увлажнения. Для предупреждения накопления солей в почве и рациональном использовании оросительной воды рекомендуется орошение лимонов проводить на слабозасоленных почвах южного Таджикистана способом подкоронового дождевания.

При этом для прогноза водно-солевого режима использовались математические модели передвижения влаги и солей в почве при неполном насыщении.

Расчеты, проведенные по программе Access показали, что концентрация хлор-иона может превысить максимально допустимую (0,03%) на 10-й год от начала орошения. Для снижения засоления до исходного уровня необходимо в конце этого периода провести промывку почвы нормой 3000 м<sup>3</sup>/га.

**В шестой главе** рассматриваются особенности реализации принципов управления водными ресурсами при ирригации и пути повышения эффективности водохозяйственного комплекса.

Наиболее конкурентоспособными, экологически чистыми и экономически выгодными как на внутреннем, так и на внешнем рынке РТ из компонентов окружающей среды, являются гидроэнергетические ресурсы. Вместе с тем системы регулирования качества воды на основе жестких стандартов (ПДК) в странах ЦА не учитывают технические и экономические возможности. Такой подход приводит к тому, что требования в схожих предприятиях могут быть различны. Так как многие предприятия не могут соблюдать ПДС, установленных на основе ПДК, в странах ЦА практикуется применение «временных» (менее жестких) лимитов на сбросы. Все это касается разработки подходов к ИУВР путем способствования реформированию стандартов качества воды как инструментов для улучшения информационной основы для планирования управления водными ресурсами бассейнов рек.

В ходе анализа и оценки водного баланса выявлено, что для зон формирования стока, величина стока бассейна реки может быть установлена на основе следующего уравнения водного баланса (км<sup>3</sup>/год):

$$V_c = A - I - O_n + L_T \dots \dots \dots \quad (8)$$

где  $V_c$ - величина стока бассейна реки, км<sup>3</sup>/год;  $A$  - величина атмосферных осадков поступающих на единицу площади водосбора реки, км<sup>3</sup>;  $I$  - величина испарения влаги с единицы площади водосбора реки, км<sup>3</sup>/год;  $O_n$  - величина подземного оттока воды за пределы площади водосбора, км<sup>3</sup>/год;  $L_m$  - величина от таяния ледников.  $I$  - величина испарения влаги с единицы площади водосбора рек км<sup>3</sup>/год;  $O_n$  - величина подземного оттока воды за пределы площади водосбора, км<sup>3</sup>/год;  $L_m$  - величина от таяния ледников, км<sup>3</sup>/год.

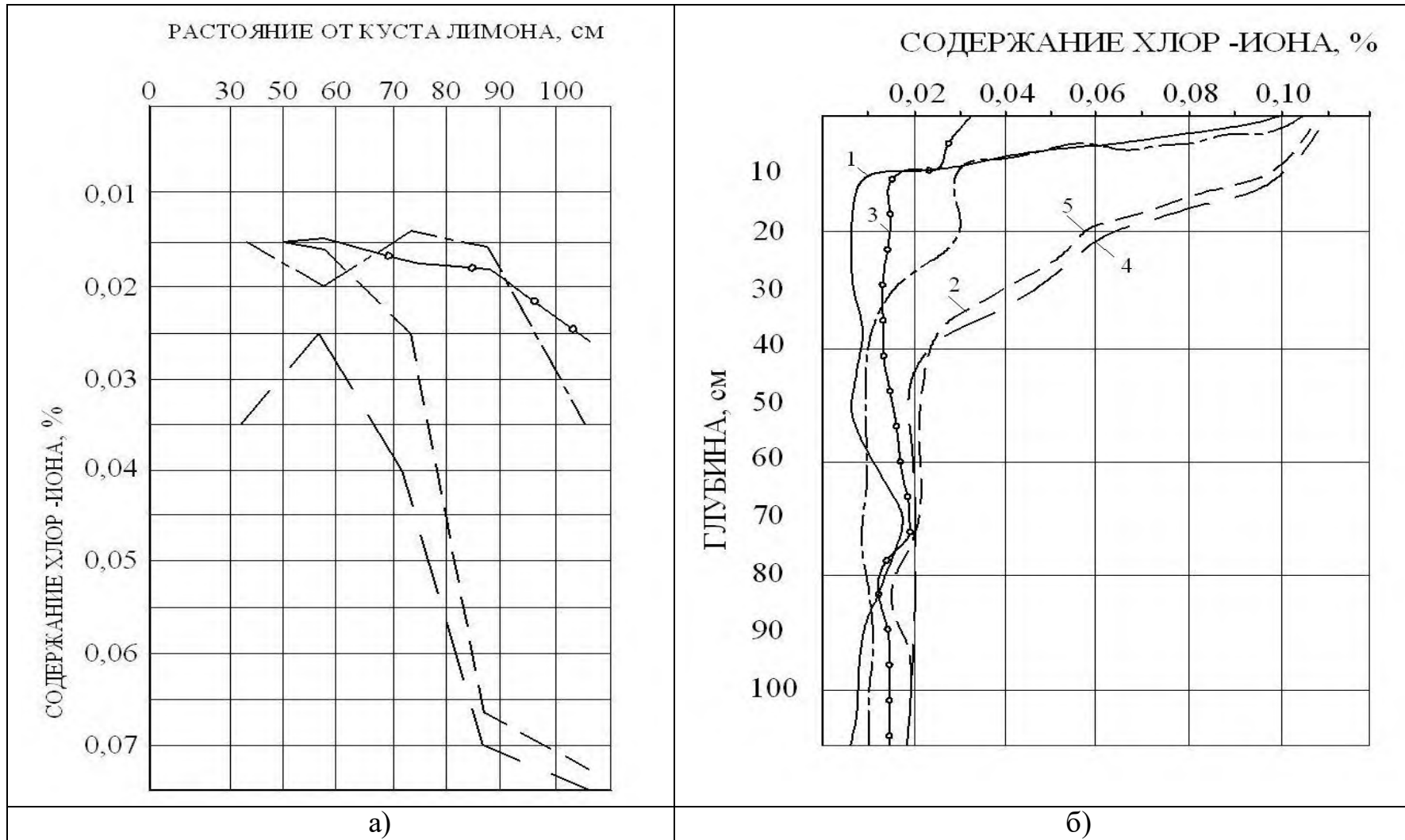


Рис. 9. Распределение содержания хлора-иона в % в радиальном(а)и вертикальном (б) направлениях площади питания лимона в различных вариантах орошения после 4-х лет.

1 - исходное содержание; 2 - вариант полива по бороздам; 3 - вариант подкоронового дождевания;  
 4 - вариант внутрипочвенного орошения; 5 - вариант капельного орошения.

Для расчета величины стока бассейна реки предлагается использовать математическое описание процесса с учетом изменяющейся во времени площади водосбора с помощью следующего уравнения:

$$V_c = \int_S \left\{ \int_{T_0}^T A(t) dt \right\} d\omega - \int_S \left\{ \int_{T_0}^T I(t) dt \right\} d\omega - \int_S \left\{ \int_{T_0}^T O_{II}(t) dt \right\} d\omega + \int_S \left\{ \int_{T_0}^T L_T(t) dt \right\} d\omega \quad (9)$$

Для орошаемого поля полное уравнение водного баланса зоны аэрации при отсутствии пополнения грунтовых вод за счет инфильтрации осадков и поливных вод, имеет вид:

$$\Delta V_{увз} = A_o + O_n - I_c \quad (10)$$

где:  $O_n$  – оросительная норма, мм;  $A_o$  – количество осадков, поступающих в активный слой почвы в течение вегетационного периода, мм;  $I_c$  – суммарное испарение с орошаемого участка, мм;  $\Delta V_{увз}$  – внутренние запасы влаги в почве за этот период, мм.

При этом  $I_c = I_\phi + I_{mp}$ , где  $I_\phi$  – физическое испарение воды (непродуктивный расход) и  $I_{mp}$  – транспирация (продуктивный расход).

Окончательно:

$$\Delta V_{увз} = A_o + O_n - I_\phi - I_{mp} \dots \dots \dots (11)$$

Формулу 11 с учетом технологии полива, изменяющейся во времени площади полива садовых культур можно представить с помощью следующих уравнений:

- для системы подкранового дождевания:

$$\Delta V_{увз} = \int_S \left\{ \int_{T_0}^T A_o(t) dt \right\} d\omega - \int_S \left\{ \int_{T_0}^T O_{II}(t) dt \right\} d\omega - \int_S \left\{ \int_{T_0}^T I_\phi(t) dt \right\} d\omega + \int_S \left\{ \int_{T_0}^T I_{mp}(t) dt \right\} d\omega \quad (12)$$

- для системы внутрипочвенного орошения (физическое испарение отсутствует):

$$\Delta V_{увз} = \int_S \left\{ \int_{T_0}^T A_o(t) dt \right\} d\omega + \int_S \left\{ \int_{T_0}^T O_{II}(t) dt \right\} d\omega - \int_S \left\{ \int_{T_0}^T I_{mp}(t) dt \right\} d\omega \quad (13)$$

- для системы капельного орошения (увлажняется 30-35% поверхности поля)

$$\Delta V_{увз} = \int_S \left\{ \int_{T_0}^T A_o(t) dt \right\} d\omega - \int_S \left\{ \int_{T_0}^T O_{II}(t) dt \right\} d\omega - 0,35 \int_S \left\{ \int_{T_0}^T I_\phi(t) dt \right\} d\omega + \int_S \left\{ \int_{T_0}^T I_{mp}(t) dt \right\} d\omega \quad (14)$$

На основе вышеизложенного, представлены рекомендации по проектированию оросительных систем при малообъемном капельном орошения и подкрано-

новом дождевании. Рекомендованы интегральные кривые водопотребления и подекадный расход воды на  $+1^{\circ}\text{C}$  - модуль испарения по И.А. Шарову или биофизический коэффициент по Г.К. Льгову для плодоносящего лимона в условиях южного и центрального Таджикистана. По этим кривым следует рассчитывать режимы орошения с поправкой на температурные условия районов проектирования.

По результатам сравнения технико-экономических показателей шести вариантов предложен оптимальный модуль лимонария. Для выбранного модуля рекомендуется принципиальная схема автоматизированного полива культуры лимона при подкромовом дождевании или капельном и внутрипочвенном орошении (рис.10).

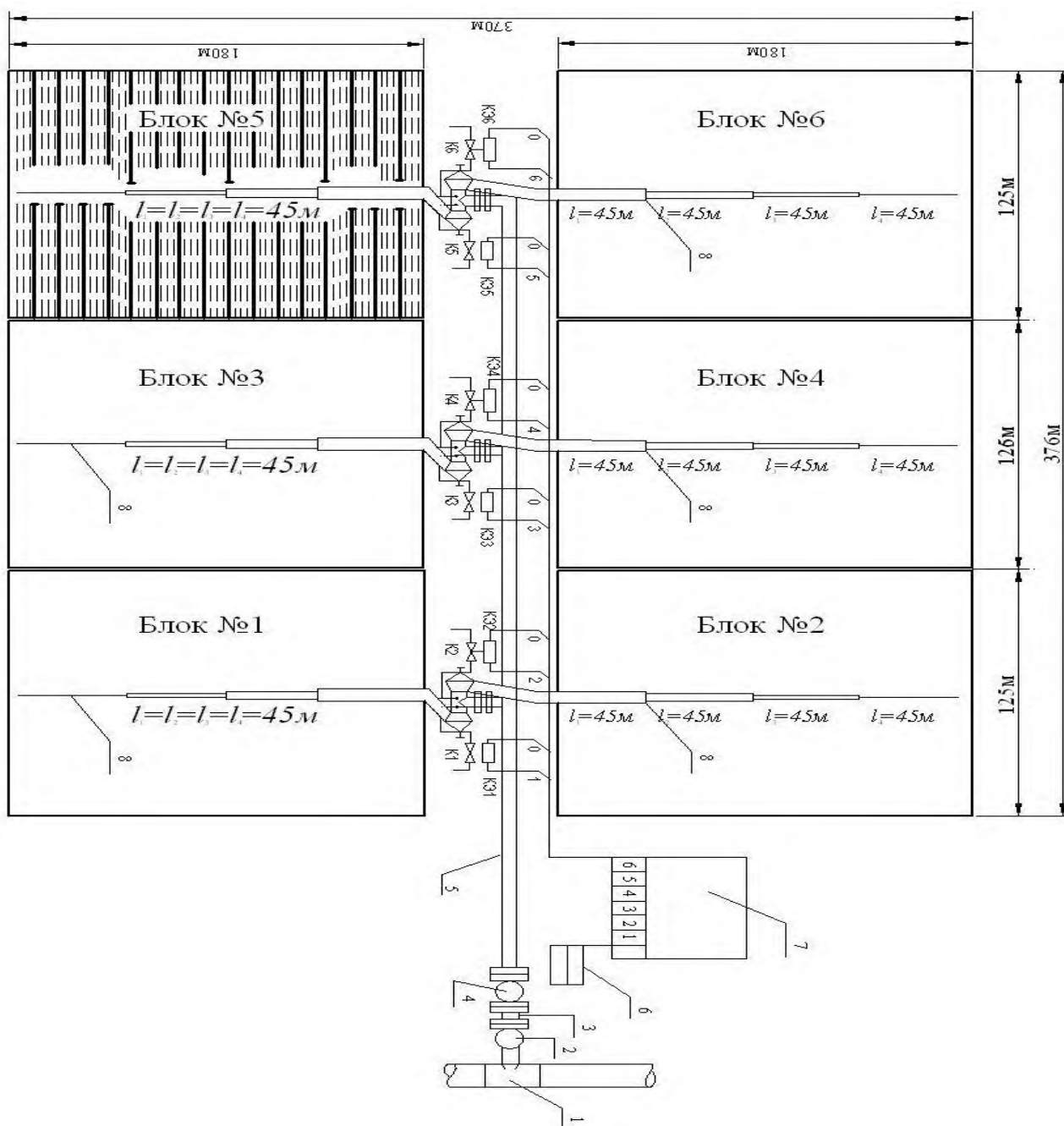


Рис. 10. Принципиальная схема разводящей сети для капельного траншейного лимонария на 10,08 га.

В качестве сигнализатора обратной связи использованы тензиометры, установленные в репрезентативных точках поливного участка. Управление водным потоком производится электрогидравлическими или электромагнитными клапанами.

Оценка экономической эффективности различных способов орошения проводилась на базе ГУ «ТаджикНИИГиМ» для Южной (Вахшский ОПУ) и Центральной (Гиссарский ОПУ) частей РТ. Расчеты годового экономического эффекта показывают, что наиболее эффективным являются варианты подкоронового дождевания, капельного и внутрипочвенного орошения. Сумма приведенных затрат по этим вариантам на единицу продукции минимальна. Годовой экономический эффект (по сравнению с поливом по бороздам) получен в сумме более 18500 долл. США/га.

Для сопоставления разновременных поступлений и платежей при инвестиционных расчетах используют метод дисконтирования. При этом основная задача при оценке инвестиционного проекта сводится к описанию денежного потока, который следует ожидать при его осуществлении.

Ежегодная внутренняя норма доходности (рентабельность) при 20-ти летней эксплуатацией теплиц составляет: при капельном орошении 19% или инвестиции окупаются за 5,3 года; при внутрипочвенном орошении 18% или инвестиции окупаются за 5,6 года; при подкороновом дождевании 16% или инвестиции окупаются за 6,25 года.

## ВЫВОДЫ

1. На основании проведенного научного и методологического анализа гидрогеологической ситуации в бассейнах рек Таджикистана выявлено, что для значительного числа рек Таджикистана с низкими водосборами период снежоледникового половодья отсутствует, а у рек, водосборы которых охватывают высотные зоны гор, снеговое половодье постепенно переходит в ледниково-снеговое. В период интенсивного орошения (август-октябрь) отмечено недостаточное количество воды в реках, составляющее около 10% годового стока; также наблюдается уменьшение модуля стока по мере приближения к устью.

2. Сформулированы концептуальные основы устойчивого управления водными ресурсами для зоны формирования стока. При этом водный режим суши рассмотрен в объеме основных звеньев его водообмена между атмосферными, почвенными, поверхностными и подземными водами. С учетом антропогенного воздействия на водный режим объектов, при непрерывном возрастании территорий и акваторий, решена задача управления водами суши в их единстве и взаимосвязи. Установлено, что все отрасли народного хозяйства вносят определённые изменения в водный режим суши, при этом отмечено существенное влияние изъятия речного стока и сброса возвратных вод в источники предприятиями орошаемого земледелия, а также предложены меры, осуществляемые в этих целях для регулирования речного стока.

3. Выявлено, что концептуальные подходы управления качеством вод, основанные на санитарном нормировании, требующем жесткого соблюдения предельно-допустимых концентрацией (ПДК) загрязняющих веществ в водных объектах остались неизменными. При этом предельно-допустимые сбросы (ПДС)

рассчитываются на основе ПДК и не учитывают экологических возможностей самоочищения водных бассейнов, учет которого необходим для гибкого перехода к нормативным значениям как временного, так и пространственного характера, что имеет важное значение при переходе на интегрированное управление водных ресурсов.

4. Определено, что для обеспечения мер, направленных на управление качеством вод суши, необходимы новые подходы, основанные на физико-химических, биологических и геофизических параметрах изучаемых объектов. Выявлено, что вода рек Вахш и Кафирниган в зоне формирования их стока относится к маломинерализованной (71-200 мг/л); ее качество на выходе из зоны формирования отвечает всем нормативным требованиям для ирригации. Однако из-за использования традиционной технологии бороздового полива, доминирующего как в РТ, так и в целом в ЦА, а также отсутствие природных водоприёмников для аккумуляции сбросных ирригационных и коллекторно-дренажных вод, происходит загрязнение поверхностных и подземных вод соединениями азота, фосфора, пестицидами и продуктами эрозии. Минерализация сбросной воды с поливных участков при норме 1000 мг/л иногда превышена в 1,2 раза, что является одним из главных источников загрязнения водной среды.

5. Предложена модернизированная структура бассейнового управления водными ресурсами для устойчивого обеспечения требуемого качества, повышения эффективности их использования, улучшения экологической обстановки, а также созданы гибкие системы координации, на основе которых разработана прогнозная дорожная Карта повышения эффективности водопользования в Республике Таджикистан на период с 2013 по 2025 гг. Разработаны модели системы оптимизации управления водными ресурсами при реализации проектов их развития с учетом применения процедуры ОВОС в качестве важнейшего законодательного инструмента по управлению природоохранной деятельностью.

6. Определены рекомендуемые значения показателей качества поверхностных и подземных вод, подаваемых в поливную сеть орошения: при общей минерализации воды до 0,5 г/л допускается микроорошение для различных почв; орошение водой с общей минерализацией 0,5-1,0 г/л допускается при отсутствии условий засоления и осолонцевания почв; на массивах с минерализованными грунтовыми и неблагоприятными условиями оттока следует составлять прогноз водно-солевого режима территории. Выявлено, что для условий подачи чистой воды через закрытые трубопроводы, указанные условия не лимитируются.

7. Установлено, что параметры водного и теплового режимов растительного покрова одновременно раскрывают биофизическую сущность процесса транспирации, которая необходима для количественного описания водного баланса. Выведены интегральные кривые водопотребления и подекадный расход воды на  $+1^{\circ}\text{C}$  – модуль испарения по И.А. Шарову или биофизический коэффициент по Г.К. Льгову для плодоносящего лимона в условиях Южного и Центрального Таджикистана. Предложена методика расчетов режимов орошения этой культуры с введением поправок на температурные условия зоны орошения. Установлено, что в условиях сухих субтропиков Таджикистана, при подкroновом дождевании, расход воды на  $+1^{\circ}\text{C}$  в течение вегетационного периода лимона в зависимости от возраста и места произрастания изменяется от 0,5 до 3,6 м<sup>3</sup>/га.

8. Выделены зоны гарантированной подачи воды из зарегулированных вод-



ных источников и даны конкретные предложения по формам и методам их мелиоративного освоения, а также рекомендации по обеспечению водохозяйственного обустройства водосборов бассейнов рек в различных регионах Республики Таджикистан. Выявлено, что с помощью различных способов (гидромеханизированная очистка, санация водохранилищ, увеличение зарастаемости водосборов, борьба с высшей водной растительностью на акваториях водохранилищ и т.д.) возможно увеличение срока эксплуатации Нурекской ГЭС на 10 лет, что приведет к повышению экономической эффективности, которая только для хлопководства составит порядка 27 млн. долл.США. С применением водосберегающей техники и технологии полива можно дополнительно повысить производство винограда, фруктов, цитрусовых и других культур, для чего можно использовать также и участок реки длиной примерно 65 км ниже плотины Нурекской ГЭС, которая характеризуется осветлением потока до гидравлической крупности наносов, характерной для мутности р. Вахш до водохранилища.

9. Проведен анализ и дана оценка существующей ирригационной системы для условий Таджикистана. Выявлено, что средневзвешенная годовая норма забора воды для орошения сельскохозяйственных культур за последние 20 лет по Республике Таджикистан составила 17,7 тыс.м<sup>3</sup>/га. Водопотребление растений за год, в зависимости от их вида и региона возделывания составляет 5-8 тыс. м<sup>3</sup>/га. Проведение многовариантных опытов при капельном и внутрпочвенном орошении и подкрановом дождевании культуры лимона позволили обосновать необходимость разработки экологически ориентированных технологических способов для ирригации, направленных на сокращение забора пресной воды из источников и полное исключение сбросов возвратных вод в поверхностные и подземные источники.

10. Предложена методика гидравлического расчета низконапорной локальной системы орошения и подкранового дождевания, позволяющая устанавливать диаметры поливных трубопроводов в зависимости от длин траншей и удельного расхода воды. При применении предложенного способа энергоемкость снижается в 10-20 раз, повышается надежность работы сети и сокращаются затраты труда на строительство и эксплуатацию систем орошения. Предложены графоаналитические методы определения запасов влаги в почве при локальных способах увлажнения по репрезентативным точкам с целью автоматизации процессов полива. Установлено, что для лимона 3-5-летнего возраста в условиях Центрального Таджикистана число поливов при подкрановом дождевании составляет 20-22; поливные нормы 300-470 м<sup>3</sup>/га; оросительные нормы 6600-9000 м<sup>3</sup>/га. В условиях юга Таджикистана для лимона в возрасте более 6 лет число поливов - 26-28, поливные нормы 500-600 м<sup>3</sup>/га и оросительные нормы 15500-16000 м<sup>3</sup>/га.

11. Разработана математическая модель водно-солевого режима при применении подкранового дождевания, позволяющая рассчитывать передвижение влаги и солей в почве при неполном насыщении. Показано, что концентрация хлор-иона может превысить максимально допустимую (0,03%) на 10-й год от начала орошения. Для снижения засоления до исходного уровня необходимо в конце этого периода провести промывку почвы нормой 3000 м<sup>3</sup>/га.

При разработке водосберегающих природоохранных способов орошения применительно к культуре лимона в защищенном грунте для условий сухих субтропиков, установлено, что на незасоленных почвах в условиях Центрального Таджики-

стана благоприятными для роста и развития культуры являются внутрипочвенное и капельное орошение, с подачей воды по кольцевым бороздам вокруг штамба, а также подкороновое дождевание. На слабозасоленных почвах Южного Таджикистана благоприятным является подкороновое дождевание; при капельном и внутрипочвенном орошении происходит концентрация солей хлор-иона, превышающая в 1,35 и 2,5 раза концентрацию при подкороновом дождевании.

12. Представлен расчет годовой экономической эффективности внутрипочвенного, капельного и подкоронового орошения в сравнении с традиционным бороздковым поливом лимона для условий незасоленных почв Таджикистана, который составил более 18500 долл.США/га. При этом затраты труда уменьшаются более чем в 5 раз, а экономия воды составляет более 10%.

Основные положения диссертации отражены в следующих опубликованных работах.

### Монографии и обзорные информации

1. Саидов И.И. Перспективы гармонизации стандартов и норм качества вод в странах Центральной Азии и Водной рамочной директивы Европейского Союза. [Текст] / М.Ж. Бурлибаев, Т.И. Неронова, И.И. Саидов, И.Х. Мирхошимов, Р.К. Кайдарова, М.Ю. Калинин, С.К. Садвокасова.-Алма-Аты: ОО «OST-XXI век». -2010. -240 с.

2. Саидов И.И. Усовершенствование техники и технологии орошения цитрусовых культур в сухих субтропиках Таджикистана. [Текст] / И.И. Саидов. -Душанбе: «Дониш», -2011. -302 с.

3. Саидов И.И. Научно-прикладные и организационно-методологические основы управления водными ресурсами в зоне формирования стока (на примере Республики Таджикистан). [Текст] / И.И. Саидов. -Душанбе-Бишкек: «Дониш». -2012. -382 с.

4. Саидов И.И. Перспективные способы орошения плодово-ягодных и цитрусовых культур в Таджикистане: Обзорная информация. [Текст] / И.И. Саидов—Душанбе: ПИО ТаджикНИИНТИ, 1988. -37 с.

5. Саидов И.И. Экологически эффективные технологии полива сельскохозяйственных культур для различных агроклиматических зон Таджикистана [Текст] /Р. Рахматиллоев, А. Акрамов, И.И. Саидов, Ш.Д. Саттаров, Ф.М. Рахматиллоев / Таджикиский филиал Регионального экологического центра (РЭЦ). -Душанбе, 2009. -51 с.

### Статьи

6. Саидов И.И. Режимы и способы орошения культуры; лимона[Текст] / Г. Ахмедов, И.И. Саидов // Тезисы докл.республ. науч. конф. «Комплексные агротехнические мероприятия для повышения плодородия почв Таджикистана».-Душанбе, 1982. -С.68-69.

7. Саидов И.И.Капельное и мелкодисперсное орошение культуры лимона[Текст] /Б.М. Крейдик, И.И.Саидов, Г. Ахмедов // Сельское хозяйство Таджикистана.—Душанбе, 1983. -№6. —С.58-60.

8. СаидовИ.И. Способы орошения наземной культуры лимона[Текст]/Г.Ахмедов, И.И. Саидов, Ч.М. Одилов// Информ. листок ТаджикНИИНТИ.—Душанбе, 1983. -№177-83. -4 с.

9. Саидов И.И. Совершенствование техники полива цитрусовых культур в Таджикистане[Текст]// В кн.: Новая техника орошения для предгорных районов аридной зоны / И.И. Саидов.-М.:ВНИИГиМ, 1983. -С.101-103.

10. Саидов И.И.Метод определения контрольных точек для наблюдения за влажностью почв[Текст] / И.И. Саидов. // Информ. листок ТаджикНИИНТИ.—Душанбе, 1984. -№3-84. -4 с.

11. Саидов И.И. Автоматизированная система полива многолетних культур в Таджикистане[Текст] / И.И. Саидов, Ф.Р. Маруфов// Информ. листок ТаджикНИИНТИ.—Душанбе, 1984. -№ 84-39. -4 с.

12. Саидов И.И. Графическое определение эффективности распределения влаги в почве при капельном орошении лимонов[Текст] / И.И. Саидов//Информ. листок ТаджикНИИНТИ.-Душанбе, 1984. -№13-84. -4 с.

13. Саидов И.И. Метод определения эффективности распределения влаги в почве на примере капельного орошения плодоносящего лимона [Текст] / И.И. Саидов // В кн.: Перспективные способы и техника орошения земель. -М.: ВНИИГиМ, 1984. –С.117 -124.
14. Саидов И.И. Способы орошения культуры лимона Мейера [Текст] / И.И. Саидов// Матер. республ. конф. молодых ученых и специалистов Таджикской ССР, посв. 60-летию образования Таджикской ССР и Компартии Таджикистана.-Душанбе, 1984. –С.110-111.
15. Саидов И.И. Прогрессивные способы орошения лимона на склоновых землях юга Таджикистана [Текст] / Г. Ахмедов, Р. Рахматиллоев, И.И. Саидов // Сб. трудов ТНИИСВиО, т.1: «Селекция и агротехника цитрусовых культур», ч.1. -Душанбе, 1985. –С.55 -58.
16. Саидов И.И. Подкроновое дождевание садов на склоновых землях юга Таджикистана [Текст]/ Р.М. Муртазин, И.И. Саидов, Ф.Р. Маруфов [Текст]//Информ. листок ТаджикНИИНТИ.-Душанбе, 1985. -№140-85. -4 с.
17. Саидов И.И. Подкроновое дождевание садов на склоновых новых землях Таджикистана [Текст]/ Р.М. Муртазин, И.И. Саидов, Ф.Р. Маруфов// Информ. листок ТаджикНИИНТИ. –Душанбе, 1985. -№141-85. -4 с.
18. Саидов И.И. Оценка работы системы капельного орошения [Текст] / Х. Пиров, Р. Рахматиллоев, И.И. Саидов // Информ. листок ТаджикНИИНТИ. -Душанбе, 1986. -№105-86. –4 с.
19. Саидов И.И. Водопотребление молодых насаждений лимона в условиях Центрального Таджикистана [Текст] / Х.К. Ташбеков, И.И. Саидов, Б.М. Крейдик// В.кн. «Технология орошения и программирования урожая».-М.: ВНИИГиМ, 1986. -С.147-151.
20. Саидов И.И. Влияние способов орошения лимона на распределение солей в почве в условиях юга Таджикистана [Текст] / И.И. Саидов, Г. Ахмедов, Б.М. Крейдик / В кн. «Технология орошения и программирования урожая». -М.: ВНИИГиМ, 1986. –С.171-174.
21. Саидов И.И. Микроудовыпуски для подкронового дождевания лимона [Текст]/ И.И. Саидов, Ф.Р. Маруфов//Информ. листок ТаджикНИИНТИ.-Душанбе, 1987. -№116-87. -4 с.
22. Саидов И.И. Влияние способов орошения лимона на процессы формирования солевого режима почв [Текст] / И.И. Саидов, Н.Г. Колесова // Информ. листок ТаджикНИИНТИ. -Душанбе, 1987. -№103-87. -4 с.
23. Саидов И.И. Выбор оптимальных размеров лимонариев и схем оросительной сети [Текст] / И.И. Саидов // Информ. листок ТаджикНИИНТИ. -Душанбе, 1988. -№205-88. –4 с.
24. Саидов И.И. Автоматизация полива лимона при капельном орошении и подкроновом дождевании [Текст] / И.И. Саидов // Информ. листок ТаджикНИИНТИ.-Душанбе, 1988. -№173-88. –4 с.
25. Саидов И.И. Оценка экономической эффективности орошения культуры лимона [Текст] / И.И. Саидов // Информ. листок ТаджикНИИНТИ.-Душанбе, 1988. -№189-88. –4 с.
26. Саидов И.И. Гидравлические параметры увлажнительной сети при подкроновом дождевании лимона [Текст] / И.И. Саидов // Информ. листок ТаджикНИИНТИ.-Душанбе, 1989. -№29-89. –4 с.
27. Саидов И.И. Эффективность малоинтенсивного внесения минеральных удобрений с поливной водой на системах синхронного импульсного дождевания при возделывании люцерны на кормовые цели [Текст] / И.И. Саидов, В.М. Головенко // Информ. листок ТаджикНИИНТИ. -Душанбе, 1989. -№62-89. -4 с.
28. Саидов И.И. Установление гидравлических параметров увлажнительной сети системы подкронового дождевания [Текст] / И.И. Саидов, Ф.Р. Маруфов// Информ. листок ТаджикНИИНТИ.-Душанбе, 1990. -№ 49-90. -4 с.
29. Саидов И.И. Перспективные способы орошения лимона в защищенном грунте для сухих субтропиков [Текст]/ Г.Ю. Шейкин, И.И. Саидов / Мелиорация и водное хозяйство. Передовой производственный и научно-технический опыт в мелиорации и водном хозяйстве: // Информационный сборник ЦБНТИ Минводстроя СССР. -М., 1990. -Вып.8. -С.19-29.
30. Саидов И.И. Водные ресурсы Памира - важный фактор устойчивого развития региона [Текст] / М. Абдусаматов, Р.Б. Латипов, И.И. Саидов // Сб. тезисов и докл. Междунар. науч.-практ. конф. (НПК) «Памир–источник пресной воды Центральной Азии» (г.Хорог, Таджикистан). -Хорог, 2003. –С.113-116.
31. Саидов И.И. Роль водных ресурсов в обеспечении человеческой безопасности и развитии Таджикистана [Текст] / И.И. Саидов// Сельское хозяйство и охрана природы.–Душанбе, 2007. -№2, 3. –С.54-58.

32. Саидов И.И. Управление водными ресурсами Таджикистана и его влияние на Центрально-Азиатский регион (экологическое, технологическое, экономическое) [Текст]/И.И. Саидов // Матер. Междунар. НПК «Актуальные проблемы развития стран Центральной Азии в условиях рынка». – Душанбе, 2008. – С.144-156.
33. Саидов И.И. О возможностях создания рынка водных и энергетических ресурсов в горных странах (на примере Таджикистана) [Текст]/ У.И. Муртазаев, И.И. Саидов, Р.Б. Латипов// Вестник педагогического университета. – Душанбе, 2008. – №3(31). – С.79-91.
34. Саидов И.И. Вопросы охраны и перспективы использования завальных озер Таджикистана [Текст] / М.Абдусаматов, Р.Б. Латипов, И.И. Саидов //Сб. матер. Междунар. технич.конф. «Озеро Сарез: текущая ситуация, аспекты безопасности и перспективы рационального использования его водных ресурсов» (г.Нурек, Таджикистан).–Нурек, 2009. –С.84-87.
35. Саидов И.И. Риски и барьеры в управлении водными ресурсами зоны формирования стока [Текст] / У.И. Муртазаев, И.И. Саидов // Матер. Междунар. НПК «Современные аспекты использования природно-ресурсного потенциала трансграничных рек Центральной Азии» (г.Алма-аты, 2010г.).–Алма-Ата, 2010. –С.44-60.
36. Саидов И.И. Комплексная оценка управления водными ресурсами Таджикистана [Текст] / Д.М. Маматканов, И.И. Саидов // Вестник Кыргызско-Российского Славянского университета.–Бишкек, 2011. –Том 11. –№9. –С.20-125.
37. Саидов И.И. Роль малых и средних водохранилищ в защите от селевых потоков (на примере Таджикистана) [Текст] / Д.М. Маматканов, У.И. Муртазаев, И.И. Саидов // Известия национальной Академии наук Республики Кыргызстан. –Бишкек: «Илим»,2011.-№2.-С.11-14.
38. Саидов И.И. Управление водными ресурсами Таджикистана в условиях изменения климата: барьеры, последствия адаптации [Текст] / У.И. Муртазаев, И.И. Саидов // Сб. тез.докл. Междунар. конф. «Стимулирование потенциала общества, науки и неправительственных организаций к сохранению биоразнообразия и охраны окружающей среды»–Душанбе: «Шинос», 2011. –С.77-78.
39. Саидов И.И. Организационные основы интегрированного эколого-экономического управления водными ресурсами в Таджикистане [Текст] / И.И. Саидов // Сб. тез.докл. Междунар. конф. «Стимулирование потенциала общества, науки и неправительственных организаций к сохранению биоразнообразия и охраны окружающей среды».–Душанбе: «Шинос», 2011. –С.104-105.
40. Саидов И.И. Предпосылки рационального использования водных ресурсов в целях ирригации в зоне формирования стока [Текст] / И.И. Саидов // Вестник Таджикского Национального Университета. –Душанбе: СИНО, 2011. –№12(76). –С.31-36.
41. Саидов И.И. Проблемы охраны земель в Таджикистане [Текст]/И.И. Саидов, Н. Зардиев// Матер. Республ. НПК, посв. 20-летию Государственной независимости Республики Таджикистан.–Душанбе, 2011. –С.175-180.
42. Саидов И.И. Модель системы управления взаимосвязями «Предприятие – окружающая среда» [Текст] / И.И. Саидов, З.В. Кобулиев, О.Х. Амиров// Вестник Кыргызско-Российского Славянского университета. –Бишкек: КРСУ, 2011. –Том 11. –№9. –С.157-166.
43. Саидов И.И. Современные подходы к управлению водными ресурсами в Таджикистане // Вестник педагогического университета. [Текст] / И.И. Саидов –Душанбе, 2011. –№5. –С.136-142.
44. Саидов И.И. Экологические, организационные, технические технологические барьеры интегрированного управления водными ресурсами (ИУВР) [Текст] / И.И. Саидов // Вестник педагогического университета.–Душанбе, 2011. –№5. –С.142-147.
45. Saidov I.I. Ways to improve water use efficiency and optimal use of water [Text] / Z.V. Kobuliev, I.I. Saidov // Association of Academies and Societies of Sciences in Asia (AASA) Regional Workshop on «The Roles of Academies of Sciences in Water and Energy Problems in Central Asia and Ways for Their Solution». -Bishkek, Kyrgyzstan, 2011. -p.53-57.
46. Saidov I.I. Organizational and methodological bases of operation of integrated water resources management in upper watershed [Text] / I.I. Saidov // AASA Regional Workshop on «The Roles of Academies of Sciences in Water and Energy Problems in Central Asia and Ways for Their Solution». -Bishkek, Kyrgyzstan, 2011. -p.47-53.
47. Саидов И.И. Роль экологически ориентированных способов орошения в управлении водно-ресурсными системами на примере ирригации [Текст] / И.И. Саидов // Матер. НПК «Технология полива в орошаемом земледелии Таджикистана (ГУ «ТаджикНИИГиМ»). -

Душанбе, 2012. -С.103-108.

48. Саидов И.И. Проблемы управления рациональным использованием и охраной вод суши в зоне формирования стока [Текст] / И.И. Саидов // Вестник Таджикского Национального Университета. -Душанбе: СИНО, 2012. -№1/3(85). -С.30-36.

49. Саидов И.И. Проблемы экономически эффективного и экологически безопасного водопользования и водопотребления в зоне формирования стока [Текст] / И.И. Саидов // Вестник Таджикского Национального Университета.-Душанбе: СИНО, 2012. -№1/2(81). -С.32-37.

50. Саидов И.И. Вертикальная поясность размещения сельскохозяйственных культур на зарегулированном речном стоке Таджикистана [Текст] / И.И. Саидов // Теоретический и научно-практический журнал «Кишоварз» (Земледелец). -Душанбе: «Мехргон», 2012. -№3(55). -С.38-43.

51. Саидов И.И. Влияние способов орошения на распределение солей в почве [Текст] / И.И. Саидов // Теоретический и научно-практический журнал «Кишоварз» (Земледелец).-Душанбе: «Мехргон», 2012. -№4(56). -С.51-53.

52. Саидов И.И. Водосберегающие способы малообъемного полива культуры лимона в Таджикистане. [Текст] / И.И. Саидов // Наука и новые технологии. -Бишкек -2012. -№6.-С. 52-57.

53. Саидов И.И. Проблемы создания системы землепользования в Таджикистане – зоне формирования стока. [Текст] / И.И. Саидов // Наука и новые технологии. -Бишкек -2012. -№6.-С. 82-88.

54. Саидов И.И. Оценка экономической эффективности различных способов орошения культуры лимона в Таджикистане. [Текст] / И.И. Саидов // Наука и новые технологии. -Бишкек, -2012. -№7.-С. 60-65.

55. Саидов И.И. Оценка воздействия реализации проектов развития водных ресурсов на окружающую среду (на примере Республики Таджикистан) [Текст] / И.И. Саидов // Вестник КГУСТА. -2013. -№1(39). -С.106-111.

56. Саидов И.И. Предпосылки рационального использования водных ресурсов в целях ирригации в зоне формирования стока [Текст] / И.И. Саидов // Вестник КГУСТА. -2013. -№1(39). -С.112-119.

#### **Авторское свидетельство и нормативные документы**

57. Саидов И.И. Капельное орошение «Мелиоративные системы и сооружения»: Пособие к СНиП 2.06.03-85 [Текст]Шейнкин Г.Ю., Гордеев В.Б., Губин В.К., Канардов В.И., Митянин Н.П., Саидов И.И., Валынов М.А., Колядич В.М. от ВНИИГиМ/ в/о «Союзпроект» (ОСОИТД). -М., 1986. -149 с.

58. Саидов И.И. Каталог типовых полимерных изделий для систем капельного орошения [Текст]Шейнкин Г.Ю., Гордеев В.Б., Губин В.К., Канардов В.И., Митянин Н.П., Саидов И.И., Валынов М.А. от ВНИИГиМ/ в/о «Союзпроект» (ОСОИТД). -М., 1986. -56 с.

59. Саидов И.И. Генератор командных импульсов системы импульсного дождевания / Г.Ю. Шейнкин, Н.К. Носиров, И.И. Саидов, Ч.М. Одилов // А.с. СССР №1586616 1990г., А 01G 25/06 25/16.

60. Саидов И.И. Рекомендации по предупреждению и разрешению конфликтных ситуаций при распределении и использовании водных ресурсов /Таджикское отделение Международного неправительственного фонда по экологии и здоровью «ЭКОСАН». [Текст]/ М. Абдусаматов, Р.Б. Латипов, Я.Э. Пулатов, Р. Рахматиллоев, И.И. Саидов. -Душанбе, 2003. -72 с.

#### **РЕЗЮМЕ**

**Саидов Ибрагим Ильёсович**

**«Управление водными ресурсами для ирригации в зоне формирования стока  
(на примере Республики Таджикистан)»**

Работа представлена на соискание ученой степени доктора технических наук по специальностям 05.23.07 – «Гидрология суши, водные ресурсы и гидрохимия» и 06.01.02 – «Мелиорация, рекультивация и охрана земель»

**Ключевые слова:** водные ресурсы, гидрология, гидрохимия, водопользование, сток, водохранилища, охрана, управление, ирригация, водосберегающие технологии, микроорошение, экологическая безопасность, водный баланс, изменение климата, лимон, испарение, фильтрация, водно-солевой режим, мониторинг, вертикальная поясность, увлажнение почвы, оценка воздействия.

**Объектом исследований** являются водные ресурсы Таджикистана, новая техника и технология полива на примере бассейнов рек Вахш и Кафирниган.

**Целью** исследований является создание научно-прикладных и организационно-методологических основ устойчивого управления водными ресурсами в зоне формирования стока и их рационального использования при внедрении эффективных водосберегающих технологий в ирригации.

**Методы исследований:** Полевые эксперименты на опытно-производственных участках, модельные, стендовые, расчетно-аналитические, графические, графоаналитические, математико-статистические и экспертные методы оценки водного баланса, качества воды и орошения, госиспытания дождевальных машин и установок, математическое и физическое моделирование, почвенное обследование участков и использование ГИС-технологий.

#### **Результаты:**

1. На основе методов логического и системного анализа сформулированы концептуальные основы устойчивого управления водными ресурсами в зоне формирования стока.

2. В соответствии с предлагаемой вертикальной поясностью выделены зоны гарантированной подачи воды из зарегулированных водных источников и даны конкретные предложения по формам и методам их мелиоративного освоения, а также представлены предложения и разработаны рекомендации по географическому обеспечению и сопровождению водохозяйственного обустройства водосборов бассейнов рек в различных регионах Таджикистана.

3. С целью обеспечения гидроэкологической безопасности в бассейнах рек, в качестве базового механизма предлагается использовать разработанную модель по процедуре оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС) в качестве важнейшего законодательного инструмента предназначенного для обеспечения улучшения процессов управления природоохранной деятельностью и принятия природоохранных решений, где в рамках ИУВР перспектива сохранения жизненно-важных экосистем (ЖВЭ) сочетается с адекватными перспективами социально-экономического развития, а экологическую экспертизу (ЭЭ) можно представить как инструмент экологического планирования, управления и принятия решений.

4. В условиях сухих субтропиков Таджикистана: установлены биофизические коэффициенты, выражающие расход воды в м<sup>3</sup>/га на 1°С среднесуточной температуры воздуха; усовершенствованы техники и технологии орошения цитрусовых культур; предложена методика расчетов водопотребления для культуры лимона в защищенном грунте; установлены режимы орошения лимона с учетом поправок на температурные условия.

5. Проведен прогноз водно-солевого режима слабозасоленных почв на основе однопараметрической модели влагосолепереноса при подкрановом дождевании культуры лимона; предложены эмпирические зависимости и номограммы, позволяющие определять параметры элементов техники полива культуры лимона в защищенном грунте.

#### **Рекомендации:**

Рекомендации по предупреждению и разрешению конфликтных ситуаций при распределении и использовании водных ресурсов в ЦА.

Разработанное пособие «Капельное орошение» к СНиП 2.06.03-85 – «Мелиоративные системы и сооружения», Каталог типовых комплектов полимерных изделий для систем капельного орошения (В/О «Союзводпроект, 1986г.) и «Исходные требования на проектирование ОПУ» (ГПИ «Таджиктипроводхоз», 1985, 1990, 2010 гг.).

**КЫСКАЧА МАЗМУНУ**

**Саидов Ибрагим Ильёсович**

**«Агыптүшүү түзүлүшүнүн алкагында ирригация болушуучун суу ресурстарын башкаруу (Таджикистан Республикасымисалындагы)»**

Эмгек 25.00.27 – «Жергидрологиясы, суу ресурстары жана гидрохимия» жана 06.01.02 – «Мелиорация, рекультивация жана жерлерди коргоо» адистиги боюнча техника илимдеринин доктору даража-сын алуу үчүн талаптанууга көрсөтүлдү.

**Негизги сөздөр:** суу ресурстары, гидрология, гидрохимия, суу колдонуу, агыптуу, суусактагыч, коргоо, башкаруу, ирригация, сууөнөмдөөчү технологиялар, микросуугаруу, экологиялык коопсуздук, суу балансы, климаттын өзгөрүүсү, лимон, буулануу, фильтрация, суу-туз режими, мониторинг, тик курчалуу, жернымдатуусу, таасиртүүнүн баалоосу.

**Изилдөөнүн объекти** борбор Тажикистандагы Каферниган дарыясынын жана түштүк Тажикистандагы Вахш дарыясынын бассейндеринде жайгашкан жаңы техника жана суугаруу технологиясы боюнча тажрыйба-өндүрүштүү аймактары жана Тажикистандын суу ресурстары болууда.

**Иштин максаты:** ирригациядагы сууөнөмдөө технологиялык суугаруу ыкмаларын эскесалып-суу ресурстарын туруктуу башкаруусунун илимий-тиркемелүү жана уюштуруучу-методологиялык негизде-риндалишдөө.

**Изилдөө ыкмалары:** тажрыйба-өндүрүштүү аймактардагы талаа эксперименттер, моделдүү, стенддүү, эсептөө-аналитикалык, графикалык, графоаналитикалык, математика-статистикалык жана эксперттүү суубалансынын баалоо ыкмалары, суунун сапаты жана суугарышы. Жаан машиналардын жана орнотуулардын мамлекеттик сыңдоо донөтүшү, математикалык жана физикалык моделдештирүү, ыныкмасы боюнча аймактын жеризилдөөсү жана ГИС-технологияларынын колдонушу.

#### **Жыйынтыктар:**

1. Логикалык жана системдүү анализдин малары негизинде агыптуу түзүлүшүнүн алкагында суу ресурстарынын туруктуу башкарылышынын концептуалдык негиздери түзүлдү.

2. Сунушталган тик курчалууга жараша көзөмөлдөнгөн суубулактарынан гарантияланган суу берүү алкактары белгиленди, анаалардын мелиоративдүү өздөштүрүү ыкмалары жана калыптары боюнча конкреттүү сунуштар берилди. Ошондой эле Тажикистандын артүрдүү региондорундагы дарыя бассейндеринин суу чогултуусуну чарба курулуштарынын коштоосу жана географиялык камсыздык боюнча рекомендациялар менен сунуштар кылынды.

3. Дарыя бассейндеринин гидроэкологиялык коопсуздугун камсыздык максатында-негизги механизм түрүндө айланачойргө таасиртүүнүн баалоо процедурасы боюнча иштелип чыгылган моделинин колдонуусу сунушталууда. Бул жерде ИУВР чегиндеги өтө маанилүү экосистемасынын сакталуу перспективасы менен социал-экономикалык өнүгүүнүн адекваттуу перспективалары айкалышууда. Ал эми экологиялык экспертизаны экологиялык пландоо, башкаруу жана чечим чыгаруу инструменти катары таанытуу мүмкүн.

4. Тажикистандын кургак субтропик шарттарында орточо суткааба температурасында суунун сарпкылыгынын (в  $1C^0$  на  $m^3/га$ ) көрсөткөн биофизикалык коэффициенттер аныкталды; цитрус өсүмдүктөрдү суугаруу технологиялар жана техникалар жакшыртылды; корголгон грунттагы лимон өсүмдүгүнүн суукаржоо эсеп методика сысунушталды; температура шарттарындагы оңдоолор эске алынып лимон суугаруу режимдери аныкталды.

5. Лимон өсүмдүгүнүн даракасты жаандалуу сундагыодно параметрикалык влагосолеперенос моделинин негизинде тузу аз жердин суу-туз режиминин прогнозу жүргүзүлдү; корголгон грунттагы лимон өсүмдүгүнүн суугаруу техникасынын элементтеринин параметрлерин аныкталышына мүмкүнчүлүк берген номограммалар жана эмпирикалык байланыштар сунушталды.

#### **Рекомендациялар:**

Борбор Азиядагы суу ресурстарынын колдонуусунда жана бөлүштүрүүсүндө конфликттүү абалдар-дычечүү жана алдыналуу боюнча рекомендациялар.

Иштелип чыккан окуу китеби «Тамчылатып суугаруу» («Капельное орошение» к СНиП 2.06.03-85) – «Мелиоративдүү системалар жана курулмалар» («Мелиоративные системы и сооружения»), тамчылатып суугаруу системасы үчүн полимердүү буюмдардын типтүү комплекстер каталогу (В/О «Союз-проект», 1986г.) жана «ОПУ проекттөөсүнө коюлган башкы талаптар» («Исходные требования на проектирование ОПУ»)(ГПИ «Таджикгипроводхоз», 1985, 1990, 2010гг.).

## **SUMMARY**

**Saidov Ibragim Iliyosovich**

**«Water Resources Management for irrigation in the catchment area  
(example of the Republic of Tajikistan)»**

This work is presented for obtaining the scientific degree of Doctor of Technical Sciences in specialities 25.00.27 - «Hydrology, water resources and hydrochemistry» and 06.01.02 - «Improvement, recultivation and protection of land»

**Keywords:** water resources, hydrology, hydrochemistry, water use, runoff, water reservoirs, protection, management, irrigation, water saving technologies, micro irrigation, ecological security, water balance, climate change, lemon, evaporation, filtration, water-and-salt mode, monitoring, vertical zones, soil humidifying, impact assessment.

**Object of research** are water resources of Tajikistan, new techniques and methods of irrigation using examples of the Vakhsh and Kafirnigan rivers.

**Aim:** To justify scientifically applied, organizational and methodological basis for stable water resources management in the runoff formation zone and their rational use when introducing water saving technologies in irrigation.

**Methods of research:** Field tests on experimental sites, simulated and development testing, calculated, graphical, analytical, mathematical, statistical and expert methods of water balance, water quality and irrigation estimation. Official tests of rain-producing equipment, mathematical and physical modeling, inspection of soil on experimental sites and as well as GIS-technologies.

**Results:**

1. Basing on logical and system analysis methods the conceptual background of stable water resources management in the area of runoff formation is developed.

2. According to offered vertical zonality, the areas with guaranteed water delivery from regulated water sources are identified; particular ideas with regard to forms and methods of selected zones reclamation are proposed; in addition recommendations are developed about geographical support and water maintenance of river catchments in various regions of Tajikistan.

3. In order to ensure hydro-ecological security in river basins, it is offered to use the developed model of Environmental Impact Assessment (EIA) as the basic mechanism, as the most important legislative instrument designed to provide improved processes for environmental management and environmental decision-making, where within the frameworks of IWRM the prospect of preservation of vital ecosystems (VE) is combined with adequate prospective of social and economic development; ecological expertise (EE) can be represented here as the tool for ecological planning, management and decision-making.

4. The biophysical coefficients are calculated for dry subtropical conditions of Tajikistan, expressing water discharge in  $\text{m}^3/\text{hectare}$  for  $1^\circ\text{C}$  of daily average air temperature; methods and techniques of citrus fruit crops irrigation are improved; the calculation technique of water consumption for lemon plant in protected soil is proposed; irrigation modes for lemon plant are identified taking into account temperature condition corrections.

5. Water-and-salt mode for poorly salted soils is predicted on the basis of one-parametrical model of moisture and salt transportation in conditions of under canopy irrigation of lemon culture; empirical relations and monograms allowing identifying parameters of irrigation technique elements for lemon cultures in protected soil are proposed.

**Recommendations:**

Recommendations are given with regard to prevention and solving conflicts in course of distribution and utilization of water resources in Central Asia.

The study «Dropped irrigation» are developed as scientific aids for the next documents: Construction Standards and Rules (CSR) 2.06.03-85 - «Irrigational systems and constructions», the Catalogue of typical sets of polymeric products for dropped irrigation systems (V/O «Soyuzvodpoekt, 1986), and «Initial requirements of OPU designing» (State Design Institute «Tajikgiprovodhoz», 1985, 1990, 2010).