

Министерство образования и науки Кыргызской Республики

Кыргызский государственный университет им. И. Арабаева

Ошский государственный университет

Диссертационный совет Д. 25.15.515

На правах рукописи
УДК 628.396+504.064.47

РАХИМОВ АБДУЛФАТТОХ ИБРОГИМОВИЧ

**НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ
РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
И ОХРАНЫ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ ТАДЖИКИСТАНА**

Специальность 25.00.36 - Геоэкология

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
доктора географических наук

Бишкек-2016

Диссертационная работа выполнена на кафедре физической географии Худжандского государственного университета им.акад. Б. Гафурова (Таджикистан)

Научный консультант: доктор геолого-минералогических наук, профессор **Гаев Аркадий Яковлевич.**

Официальные оппоненты: доктор географических наук, профессор **Достай Жакыпбай Достайулы;**

доктор географических наук, профессор, **Нестеренко Юрий Михайлович;**

доктор геолого-минералогических наук, профессор **Усупаев Шейшеналы Эшманбетович.**

Ведущая организация: Институт водных проблем, гидроэнергетики и экологии Академии наук Республики Таджикистан

Защита диссертации состоится 24-июня 2016 года в 10.00 часов на заседании диссертационного совета Д.25.15.515 при Кыргызском государственном университете им И.Арабаева и Ошском государственном университете по адресу: 720026, Кыргызская Республика, г.Бишкек, улица Раззакова, 51

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке КГУ им. И. Арабаева по адресу: 720026, Кыргызская Республика, г. Бишкек, улица Раззакова, 51.

Автореферат разослан «____» _____ 201 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета
кандидат географических наук,
доцент

Молдошев К.О.

Общая характеристика работы

Актуальность исследования. Таджикистан и еще пять государств Центральной Азии (ЦА) расположены в бассейнах рек Амударьи и Сырдарьи, впадающих в Аральское море. Среднегодовой сток этих рек определяется в 115 км^3 . Более половины его формируется в Таджикистане, но при этом 90 % стока расходуется за его пределами на орошение, созданной в середине XX века среднеазиатской водохозяйственной системой. Масштабы орошения привели к истощению водных ресурсов и гибели Аральского моря, вызвав экологическую катастрофу в Приаралье.

Территория Таджикистана на 90% представлена горными системами Тянь-Шаня и Памиро-Алая. Здесь расположен самый высокий в ЦА пик Исмоила Сомони на Памире с отметкой в 7495 м над уровнем моря. Проявляется высотная поясность с изменениями физико-географических условий от субтропических на равнинах и в предгорных впадинах до ледников горной тундры. Жаркий аридный климат на равнинах сменяется суровым, холодным климатом на горах с развитием оледенения.

Концепция устойчивого развития в экономическом и экологическом отношении основывается на восстановлении способности природных ресурсов к воспроизводству и самовосстановлению на продолжительный период. В этой связи выявление закономерностей процессов формирования природных вод в условиях сложившейся еще в советский период среднеазиатской водохозяйственной системы, с ее узкой энергетической и горнодобывающей направленностью, становится актуальной задачей.

Работа выполнена в соответствии с форматом национальной Концепции о рациональном использовании и охране водных ресурсов Таджикистана, принятой в 2001 г.; Государственной экологической программы на период 2010-2015 гг.; Республиканской целевой программы на период 2011-2015 гг. (РК 01.02.ТД 969), а также Национальной программы оздоровления и стабилизации социально-экологической обстановки бассейна Аральского моря (по Таджикистану).

Автором были выполнены гидрографические, морфометрические, картографические, гидрогеоэкологические исследования и разработки по оптимизации водопользования и защите водных ресурсов от загрязнения и истощения, в целях обеспечения решения социально-экономических и экосистемных задач.

По степени риска определены территории природно-техногенного характера с экологическими последствиями. Среди загрязняющих веществ установлено много токсичных и канцерогенных соединений, радиоактивных элементов и тяжелых металлов, а так же полициклические ароматические УВ (ПАУ) и их галогенпроизводных, поступающих в окружающую среду (ОС) из дымов и смолистых продуктов добычи, переработки и использования уг-

лей, нефти и горючих газов. Даже в зеленых растениях концентрации этих веществ превышают 1 мкг/кг. Поэтому исключительно актуальна разработка мероприятий по стабилизации ухудшающейся ситуации, и исследования этих негативных процессов становятся основой для их предотвращения в горнодобывающей отрасли и орошаемом земледелии.

Важной проблемой так же является оценка воздействия техногенных факторов на гидросферу и ОС с применением как количественных, так и качественных методов исследования. Только при наличии такой оценки возможен научно обоснованный прогноз экологической ситуации исследуемой территории на основе использования гидрогеоэкологических моделей с применением системы мониторинга и моделирования гидрогеологических процессов и явлений.

Объект исследования - природные и природно-техногенные геосистемы Таджикистана.

Предмет исследования - водные ресурсы территории, использование водных ресурсов, процессы естественного и техногенного преобразования, пути и способы их улучшения.

Цель диссертационной работы заключается в разработке методологических основ гидрогеоэкологического анализа и оптимизации рационального использования, охраны водных ресурсов Таджикистана.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

- провести ретроспективный анализ развития гидрогео-экологических исследований в горнодобывающих и техногенно нарушенных районах Таджикистана;
- усовершенствовать методику гидрогеоэкологической оценки региона и выполнить гидрогеоэкологическое районирование территории для стабилизации геоэкологической ситуации;
- анализировать использование водных ресурсов Таджикистана;
- выявить пространственно-временные зависимости посредством оценки геоэкологического состояния орошаемых земель и горнодобывающих районов на разных стадиях освоения;
- разработать систему мероприятий по стабилизации экологической ситуации и созданию систем мониторинга и управления этой ситуацией с комплексом соответствующих моделей.

Методы исследования, использованные в работе. Исследования теоретического характера включали в себя системный анализ, синергетический подход, геоинформационное картографирование, статистические и графические методы исследования. Экспериментальные методы исследования заключались в выявлении соответствий математико-картографических результатов лабораторным эмпирическим данным. Использовались аналитические методы, рекомендованные ВСЕГИНГЕО и ГЕОХИ им. В.И. Вернадского:

химический, приближенно-количественный спектральный, пламенно-фотометрический, полярографический и масс-спектрометрический.

Информационная база и личный вклад. Фактический гидрогеоэкологический материал, положенный в основу работы, автор собирал более 15 лет, работая в вузах и на предприятиях Таджикистана. Использованы физико-химические анализы проб воды (2350 проб), грунтов (около 4700), данные по литолого-минералогическому и химическому составу вмещающих пород (247), химические анализы водорастворённых и свободных газов (176) и водорастворённых органических веществ (340). Выполнены анализы водных вытяжек из почв и грунтов (215) и анализы сточных вод промышленных предприятий (121).

Рассчитаны и собраны данные о водном и химическом стоке, а так же о водно-физических свойствах грунтов. Собрана и систематизирована информация об источниках загрязнения природных вод. Исследованы участки загрязнения ОС вокруг ряда предприятий и характер связи ареалов и потоков рассеяния с источниками загрязнения. Фактический материал собирался так же и из фондовых источников. Созданы единые банки данных для изучения путей миграции загрязняющих веществ в водных потоках и водоемах. Собраны данные об атмосферных осадках и розах ветров, а так же информация о режимных наблюдениях за водотоками и водоемами. Пробы вод и грунтов анализировались в полевых и стационарных условиях. Выполнены водные вытяжки грунтов с внешним и внутренним контролем анализов. Результаты анализов статистически обработаны с учетом случайных погрешностей.

Обследованы десятки объектов и техногенно нарушенных площадей с целью их гидрогеоэкологической оценки, а так же использованы материалы геологических и гидрогеологических государственных съемок. Разработаны легенды и выполнены гидрогеоэкологические построения, создана серия геоэкологических карт.

Настоящая работа выполнена лично автором. Во всех использованных результатах исследований научно-производственного плана автор принимал непосредственное участие в качестве исполнителя или научного руководителя. Научные выводы по данной работе и сделанные в ней практические рекомендации, а также значительная часть фактического материала, положенного в основу работы, принадлежат лично автору.

Научная новизна.

1. Выполнена оценка гидрогеоэкологической ситуации горнодобывающих и техногенно нарушенных районов Таджикистана. Охарактеризованы техногенная трансформация природных вод, ее интенсивность, масштабность проявления и зависимость от техногенной нагрузки.

2. Усовершенствована методика гидрогеоэкологической оценки техногенно нарушенных территорий, что использовано для оценки и стабилиза-

ции гидрогеоэкологической ситуации этих районов Таджикистана с применением комплекса количественных и качественных методов.

3. Разработаны гидрогеоэкологические модели и схема гидрогеоэкологического районирования региона и сделан прогноз дальнейшего развития ситуации с учётом природных и техногенных условий.

4. Разработаны вопросы информационного обеспечения и технология сквозного гидрогеоэкологического мониторинга для перехода к управлению состоянием ОС и рациональному использованию и охране водных ресурсов.

На защиту выносятся следующие положения:

1. Предложенная методология и усовершенствованная методика гидрогеоэкологических исследований позволили выявить закономерности формирования природных вод Таджикистана в связи с высотной поясностью и бассейновым характером их пространственной дифференциации.

2. Комплексный и синергетический подходы исследования позволяют провести анализ и детальную оценку гидрогеоэкологической ситуации и уровня безопасности территории и объектов, находящихся на разных стадиях освоения.

3 Модифицированная методика гидрогеоэкологической оценки территории позволила обосновать и разработать мероприятия по стабилизации геоэкологической ситуации на основе использования количественных и качественных методов исследования.

4. Установлено, что каждой ландшафтной зоне соответствует свой тип вертикальной водногеохимической зональности отражающий условия формирования химического состава природных вод.

5. Разработанные модели и выполненная оценка техногенной трансформации природных вод позволили на основе системы мониторинга и современных технологий разработать систему мероприятий по совершенствованию водопользования и защите вод от загрязнения и истощения, что позволяет полностью обеспечить энергетику, промышленность и сельское хозяйство республики Таджикистан водой, а население - водами питьевого качества, резко снизив его заболеваемость и смертность.

Практическая значимость работы.

1 Выполнена оценка современной гидрогеоэкологической ситуации техногенно нарушенных районов республики (за период 2001-2011 гг.) и установлено, что интенсивность и масштабность проявления техногенной трансформации вод Таджикистана зависят от продолжительности освоения его территории, площади нарушенных земель и объемов добываемого сырья.

2. Выделены районы по уязвимости подземных вод к загрязнению с применением модуля предельно допустимого загрязнения, значения которых колеблется от 5 до 100 т/км² в год. Выделение зоны горных, предгорных и равнинных элементарных геохимических ландшафтов подчиняется

высотной поясности;

3. Разработаны гидрогеоэкологические модели и технология оценки гидрогеоэкологической ситуации техногенно нарушенных районов, находящихся на разных стадиях освоения.

4. Научно обоснована и разработана программа «Управление природными ресурсами и их использование в высших учебных заведениях». Государственный заказ (ГР) № 01. 02 ТД 969 (от 13.04.2011).

5. Разработаны элементы системы сквозного гидрогео-экологического мониторинга и мероприятия по защите водных ресурсов Таджикистана от загрязнения и истощения с целью совершенствования системы водопользования.

6. Предложенные методики и разработанные модели и схемы районирования Таджикистана использованы при оценке гидрогеоэкологической ситуации и составлении многочисленных карт и заключений по техногенно нарушенным районам республики.

7. Результаты исследования и материалы работы используются в Худжандском государственном университете им. акад Б. Гафурова для проведения занятий для студентов экологических и географических специальностей по учебным курсам: «Физическая география Таджикистана», «Гидрология», «Геоэкология» и «Рациональное использование и охрана природных ресурсов».

Апробация работы. Основные положения диссертационного исследования обсуждались и получили положительную оценку на 42 научно-практических конференциях, симпозиумах и совещаниях: VI Международная научно-практическая конференция «Татищевские чтения. Актуальные проблемы экологии и охраны окружающей среды» (Тольятти, 2009); Межрегиональная научно-практическая конференция «Вода для жизни» (Уфа, 2009); XII Международная конференция «Экология и развитие общества» (Сосновый бор – Санкт-Петербург, 2009); Вторая Всероссийская научно-практическая конференция «Эколого-геологические проблемы урбанизированных территорий» (Екатеринбург, 2009); VII Международная научно-практическая конференция «Татищевские чтения. Актуальные проблемы экологии и охраны окружающей среды» (Тольятти, 2010); Всероссийская научно-методическая конференция «Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры» (Оренбург, 2010); Региональная научно-практическая конференция «Геология и полезные ископаемые Западного Урала» (Пермь, 2010); Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием «Проблемы географии Урала и сопредельных территорий» (Челябинск, 2010); III Международная конференция «Геоэкологические проблемы современности» (Владимир, 2010); Всероссийская научная конференция, посвященная 85-летию А.А. Карцева «Современная гидрогеология нефти и газа» (Москва, 2010);

Международная конференция «Антропогенная трансформация природной среды» (Пермь, 2010); Международная конференция «Окружающая среда и менеджмент природных ресурсов» (Тюмень, 2010); Международная научная конференция «Наука и образование: фундаментальные основы, технологии, инновации» (Оренбург, 2010); Всероссийская научно-практическая конференция «Интеграция науки и практики в профессиональном развитии педагога» (Оренбург, 2010); VIII Всероссийская научно-техническая конференция «Вузовская наука - региону» (Вологда, 2010); VIII Международная научно-практическая конференция «Геология, полезные ископаемые и проблемы геоэкологии Башкортостана, Урала и сопредельных территорий» (Уфа, 2010); Международная научно-практическая конференция «Арчиковские чтения: науки о Земле и устойчивое развитие» (Чебоксары, 2010); XIX Международная научно-практическая конференция «Экология и жизнь» (Пенза, 2010); Международная научно-практическая конференция ВСЕГИНГЕО «Питьевые подземные воды. Изучение, использование и информационные технологии» (Москва, 2011); Международный научный симпозиум «Возобновляемые источники энергии: проблемы и перспективы» (Худжанд, 2011); III Международная научно-практическая конференция «Современные проблемы водохранилищ и их водосборов» (Пермь, 2011); II Уральский Международный экологический конгресс «Экологическая безопасность промышленных регионов» (Екатеринбург, 2011); X Международная конференция «Ресурсовоспроизводящие, малоотходные и природоохранные технологии освоения недр» (Москва, 2011); Ежегодная научно-практическая конференция (Душанбе, 2008-2013 гг.; Худжанд, 2001-2013 гг.).

Публикации. Автором опубликовано 109 работ. Из них по теме диссертации 64, в том числе монографий 4, статей 60 (11 из них опубликованы в изданиях из перечня ВАК Министерства образования и науки РФ), материалов конференций и тезисов докладов 49. Общий объем публикации составляет 86 п.л., в том числе авторских 68 п.л.

Структура и объем работы. Диссертация объемом 331 страница состоит из введения, пяти глав, заключения, библиографического списка из 504 наименований и 3 приложений. Содержит 45 рисунков и 22 таблицы.

Автор выражает благодарность научному консультанту, д.г.-м.н., профессору кафедры геологии Оренбургского государственного университета А.Я. Гаеву за постоянную поддержку и неоценимую консультативную помощь в период подготовки и написания настоящей работы; д.г.-м.н., зав.кафедрой геологии ОГУ, профессору П.В. Панкратьеву за ценные советы и дельные рекомендации; всем коллегам и консультантам за внимание, проявленное к работе.

Основное содержание работы

Во введении обосновывается актуальность работы, излагаются цель и задачи исследования, дана оценка их научной новизны и практической зна-

чимости. Приведены исходные данные и перечень защищаемых положений и наиболее значимых результатов, выносимых на защиту. Приводятся сведения о работе и ее структуре.

В первой главе «История исследования и использования водных ресурсов Таджикистана» проведен ретроспективный анализ гидрогеоэкологической изученности региона и выполнен обзор предшествующих исследований в Таджикистане.

Историю исследований гидросферы Таджикистана условно можно разделить на три этапа: дореволюционный, советский и современный.

1. Дореволюционный этап исследований представляют важные работы описательного характера. Научные сведения о водных ресурсах Таджикистана известны с 70-х гг. XIX в. и связаны с крупными исследователями Азии: Н.А. Семеновым-Тянь-Шанским, А.П. Федченко, Н.А. Северцовым, И.В. Мушкетовым, Г.Д. Романовским, Н.А. Маевым, В.И. Липским, В.Н. Вебером, Д.В. Наливкиным и др. Н.А. Маев (1876, 1881) в долинах Кафирнигана и Вахша и на Гиссарском хребте, описал рассолы соляных источников, из которых добывают ныне поваренную соль (Мынбатман и др.). В.И. Липский (1897) обследовал термы Ходжаобигарм на Гиссарском хребте. Нефтепродукты в водах источников описаны в Ферганской долине (К.П. Калицким (1914, 1918), на Гиссарском хребте (Г.Д. Романовский, 1890; А.А. Кушакевич, 1871; В.Н. Вебер, 1913, 1917), в верховьях р. Теболяй Кулябского района (М.А. Варыгин, 1916).

2. В советский период, вплоть до середины 1980-х гг. накапливался большой, но неравноценный по качеству материал об ОС: составлялись мелко- и среднемасштабные геологические и другие карты, выполнялись режимные наблюдения за природными водами. С.С. Неустроевым (1913-1916 гг.), НИИ почвоведения и геоботаники САГУ (с 1920 г.), Вахшской почвенно-мелиоративной станцией (с 1936 г.) и др. разрабатывались научные основы изучения почвенных вод республики.

Материалы и десятки тысяч анализов компонентов ОС начали накапливаться с 50-х годов XX в. попутно с поисками месторождений полезных ископаемых. Этому способствовали научно-методические разработки ВНИГНИ, ВНИГРИ, ИГиРГИ и ученых МГУ имени М.В. Ломоносова по гидрогеологии и геохимическим методам поисков месторождений полезных ископаемых.

Обобщение материалов не производилось, но создавалась основа для последующих работ, и выявлялись закономерности изменения качества вод под влиянием различных факторов. Выполнено районирование региона по структурно-гидрогеолого-мелиоративным условиям формирования водных ресурсов.

3. На современном этапе, начиная с середины 80-х гг. XX века выполнялись методические разработки в техногенно напряженных районах, состав-

лялись атласы, создавались системы мониторинга. Но проблемы формирования гидросферы в условиях техногенеза остаются важнейшими в науках о Земле. Эти проблемы поднимаются в работах многих ученых по отдельным регионам планеты. Они актуальны и в Таджикистане в связи с резко возросшими потребностями в воде и ростом техногенной трансформации водных ресурсов. Гидрогеологическое картографирование региона выполнено группой гидрогеологов под руководством В.С. Самариной. С.Я. Абдурахимов (2003 г.) выполнил обобщение по рациональному использованию и охране геологической среды Таджикистана, а Д.Н. Саидова (2008 г.) осуществила на той же территории ландшафтно-геоэкологические исследования.

В настоящее время гидрогеоэкологические закономерности региона нуждаются в дальнейшем изучении, поскольку возникли новые задачи по борьбе с загрязнением ОС, особенно на орошаемых территориях и в пределах их горного обрамления. Требуется диагноз современного состояния гидросферы (рис.1) и разработка актуальных рекомендаций по защите природных вод.

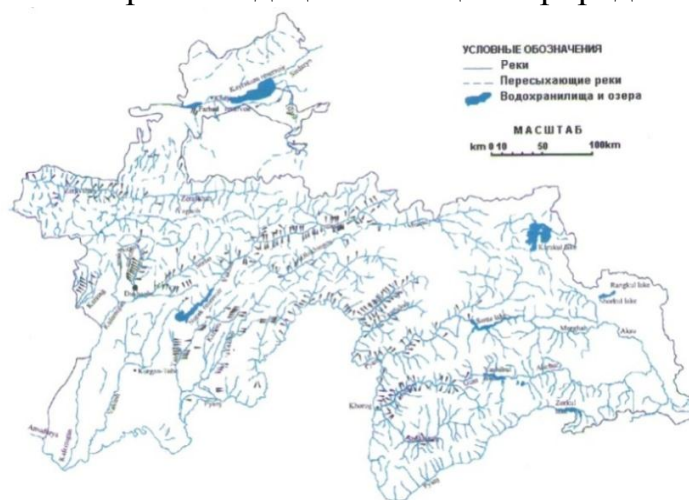


Рис.1. Гидрографическая сеть Таджикистана

Во второй главе «Природные условия формирования водных ресурсов» выявлены природные факторы, причинно-следственная связь и значительная дифференциация в формирования поверхностных и подземных вод региона и прежде всего, в техногенно нарушенных районах.

Горный характер территории определяет резкую континентальность климата республики со значительными колебаниями температуры и влажности, а так же неравномерность распределения осадков, формирующих сток поверхностных и подземных вод. Так, с ростом абсолютных отметок рельефа в горах Кураминского хребта количество осадков возрастает до 600 мм и более, а среднегодовая температура снижается до $7\div 10^{\circ}$ С. На Туркестанском, Зеравшанском и Гиссарском хребтах количество осадков на отметках 1500÷3000 м увеличивается до 1000 мм, а затем, в районе Анзобского и Шахристанского перевалов, на отметках 3349 и 3391 м снижается до 400мм.

Ферганская и Афгано-Таджикская межгорные впадины с палеозойским фундаментом на глубинах 8÷12 км формировались с мезозоя. В неоген-четвертичное время произошла дифференциация впадин, и сформировалась ярусность рельефа в виде ступеней ($N_2—Q_1$ и $Q_2—Q_4$) с отметками 400÷1600 м в Ферганской и 300÷2500 м в Афгано-Таджикской впадине. Петро-Заалайская область занимает промежуточное положение между Таджикской депрессией и соседними горными сооружениями с ярусностью рельефа на отметках 2000÷5000 м.

Дифференциация рельефа сопровождается климатической дифференциацией от зоны пустынь и полупустынь с ничтожным количеством осадков и высокой испаряемостью до криолитозоны с суммой осадков более 1000 мм в год. Там, где горные хребты преграждают пути проникновения влажных ветров, сформировались высокогорные пустыни с суровым климатом и многолетней мерзлотой. Дифференциация рельефа определяет и характер формирования водного стока от микробассейнов стока в горах до зон их сосредоточения на равнинах.

Водный сток с территории Таджикистана осуществляется трансграничными Амударьей и Сырдарьей с выделенными нами мезобассейнами стока (рис. 2). Значительная часть этих бассейнов приходится на территории соседних стран. В пределах Сырдарьинского макробассейна стока в работе выделены и рассмотрены мезобассейны (Восточно-Сырдарьинский, Западно-Сырдарьинский и Белынский) и группы мезобассейнов стока (Северо-Сырдарьинская, Лайлако-Аксунская и Исфарино-Кравшинская). Амударьинский макробассейн стока занимает большую часть территории республики и представлен следующими мезобассейнами стока: Зеравшанским, Кафирниганским, Сурхандарьинским, Вахшским, Пянджским, Бессточным Каракульским, Бартангским, Рангулским бессточным, Гундским и Верхне-Пянджским, а также Язгулемо-Ванджской группой мезобассейнов стока. Каждый бассейн имеет свои области питания, формирования вод и их разгрузки.

Сформировались четыре типа питания рек в республике: ледниково-снеговое, снегово-ледниковое, снегово-дождевое и снеговое. При ледниковом и снегово-ледниковом питании максимальный речной сток приходится на июль и август, а для рек со снегово-дождевым, дождевым и родниковым питанием максимальный сток смещается на период с мая по июнь. Максимальный среднегодовой сток с модулем стока в $45 \text{ л/с} \cdot \text{км}^2$ установлен в мезобассейне р. Вахш, а именно по ее притокам - Каратаг, Ширкент и Кафирниган. Воды малых рек в вегетационный период полностью расходуются на орошение земель.

В ледниках и снежниках Таджикистана сосредоточено более 400 км^3 пресной воды высокого качества, что и обеспечивает республику богатыми водными ресурсами, выделяющими ее среди других республик Центральной

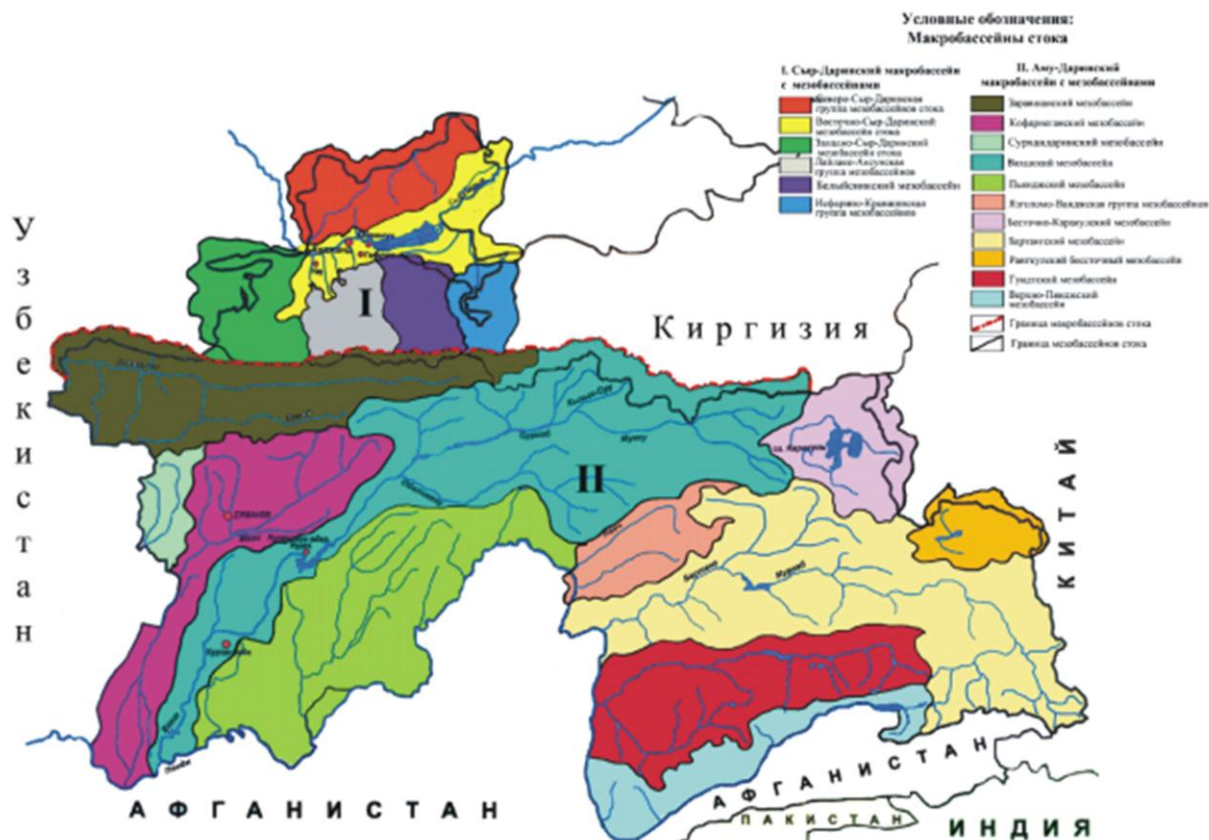


Рис 2. Бассейны стока Таджикистана

Именно благодаря горному рельефу и запасам воды в ледниках и снежниках на небольшой территории Таджикистана формируются основные реки Центральной Азии: Амударья, Зеравшан, Сырдарья, Вахш, Кафирниган и др., составляющие более 60% всех водных ресурсов Центральной Азии и до 50% среднегодового стока в бассейне Аральского моря.

Нижняя граница снегов и льдов находится над уровнем моря на отметках 3500÷3600 м на западе и до 5000 м на востоке. В истоках реки Сурхоб (мезобассейн р. Вахш) она часто опускается до 2300 м над уровнем моря. В республике насчитывается до 8492 ледников с общей площадью до 8,5 тыс. км². Это – около 6% территории, что больше посевных площадей республики. Основные массы снежников и льда сосредоточены в бассейнах рек, стекающих с Памира. Так, на водосборной площади бассейна р. Муксу общая площадь ледников и снежников превышает 2 тыс. км². На горные сооружения Памира приходится около 5,5 тыс. ледников площадью более 5400 км² или более 80% площади ледникового покрова Таджикистана. Семь ледников имеют длину более 20 км каждый. В ледниках Памира сосредоточено 360 км³ льдов и снежников, что на порядок больше годового стока рек региона.

Талые воды ледников поступают в реки с июня по август, когда до 25% речного стока и 11,1% стока в бассейне Аральского моря расходуется на орошение. Ледники и снежники регулируют речной объем стока, смещая па-

водок на июль и август и восполняя в сухие и жаркие годы сток в бассейне Аральского моря на 25%.

Потепление климата вызвало деградацию и отступление ледников и снежников. Так, Зеравшанский и Гиссаро-Алайские ледники отступили за последние 50 лет на 1,5 км, а площадь их местами сократилась на 14%, в основном, за счет мелких ледников. При этом снизилась водность рек. То есть в перспективе от сохранности ледников зависит благополучие водного хозяйства.

В третьей главе «Методология и методика исследований» регионы Таджикистана рассматриваются под гидрогео-экологическим углом зрения.

Переход человечества на модель устойчивого развития, тесно связан с переходом к управлению экологическими процессами и геоэкологизацией жизнедеятельности, заключающейся в: 1) накоплении знаний по водопользованию в условиях техногенеза; 2) формировании новых методических подходов в гидрогеоэкологии нарушенных территорий и научных основ гидрогеоэкологии; 3) разработке проектов комплексного освоения водных ресурсов; 4) применении и внедрении в практику систем мониторинга и концепции устойчивого развития региона.

Таким образом, предложенные методология и методика гидрогеоэкологических исследований позволили выявить закономерности формирования природных вод в связи с высотной поясностью и бассейновым характером распределения водного стока.

При проведении оценки гидрогеоэкологической ситуации техногенно нарушенных районов Таджикистана использованы стандартные методы подготовки и проведения полевых, лабораторных и камеральных работ. Результаты контроля за качеством анализов обработаны статистически и сравнивались с результатами других авторов. Для оценки загрязнения природных вод использованы такие параметры, как ПДК, ПДВ, ПДУ вредных веществ, модуль предельно допустимого загрязнения и коэффициент их концентрации с оценкой аномальности. В составе природных вод и грунтов определены: карбонаты, сульфаты, хлор, нитриты, нитраты, кремнекислота, натрий, калий, кальций, магний, аммоний, алюминий, марганец, селен, нефтепродукты и pH. Приближенно-количественным спектральным и атомно-абсорбционным анализами определены: железо, цинк, свинец, мышьяк, молибден, марганец, никель, кобальт, хром, медь, ртуть.

При помощи системы мониторинга оценивалось состояние природных вод и ОС на контролируемых объектах с выдачей исходных материалов для прогноза экологической ситуации. Выполнена типизация территории по уязвимости природных вод к загрязнению с применением модуля предельно допустимого загрязнения со значениями от < 5 до $\geq 100 \text{ т/км}^2$ в год.

Зоны сосредоточения поверхностных и подземных вод приурочены к

субаквальным элементарным геохимическим ландшафтам, а области их питания расположены в высокогорной зоне, где обнажаются палеозойские породы, отмытые от реликтов солей морского солевого комплекса. Здесь в условиях микробассейнов стока формируются воды от ультрапресных до пресных гидрокарбонатных натриево-кальциевых и кальциево-магниевых (рис. 3).

В предгорьях палеозойские породы перекрыты делювиальными глинистыми отложениями, а в нижних частях склонов – третичными и мезозойскими глинистыми осадками с реликтами морского солевого комплекса и следами вторичного засоления. Инфильтрация атмосферных осадков здесь затруднена, и подземные воды формируются преимущественно в конусах выноса. Межгорные впадины и равнины покрыты лессовидными породами и сероземными почвами, которые сформировались на орошаемых землях.

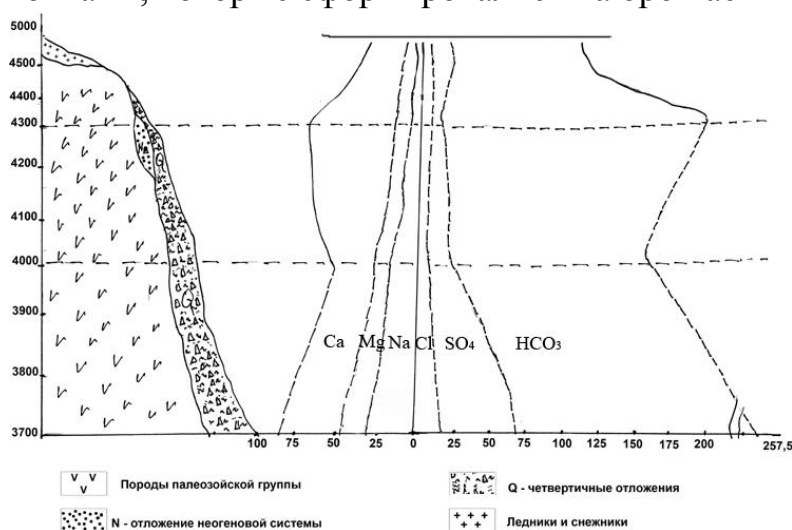


Рис.3. Схематический гидрогеохимический разрез Мургапского микробассейна стока с ледниковым типом питания

Автором установлено, что каждой ландшафтной зоне соответствует свой тип вертикальной гидрогеохимической зональности, отражающий условия формирования химического состава природных вод. На равнинах выделено два типа зональности; один приурочен к площадям развития хорошо промытых почв и кор выветривания, а второй – к солончакам и солонцам. Для первого типа характерно формирование пресных вод, минерализация которых возрастает сверху вниз по профилю (рис.4).

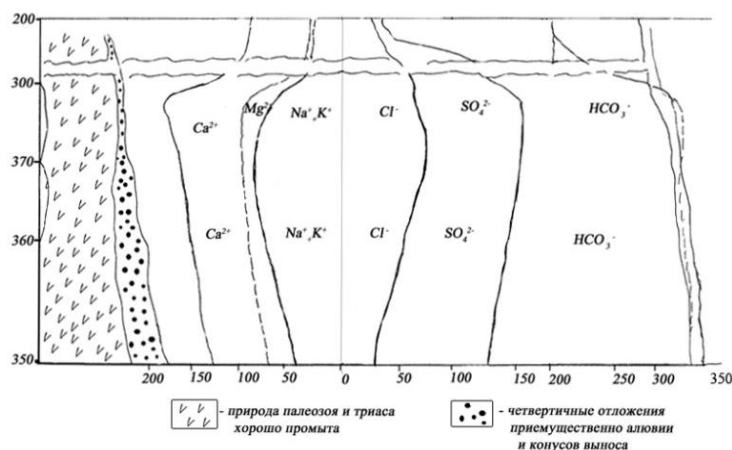


Рис. 4. Схематический гидрогеохимический разрез

межгорных впадин при ледниково-дождевом питании

А для второго— инверсия гидрогеохимического разреза, в пределах которого максимальная минерализация вод согласуется с солонцами и солончаками, а ниже по разрезу воды сменяются на менее минерализованные вплоть до пресных(рис. 5).

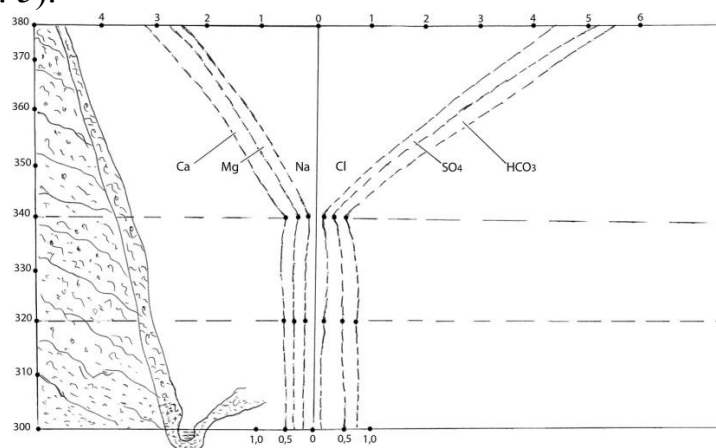


Рис. 5. Инверсионный тип гидрохимической зональности

При оценке гидрогеоэкологической ситуации использованы методы типизации и картографирования территории с построением гидрогеоэкологических схематических карт на основе картосхем элементарных геохимических ландшафтов (рис 6.).

На составленной автором картосхеме таджикской территории Сырдарьинского макробассейна стока учтены проницаемость, водоносность грунтов и положение в ландшафте. В трансэлювиальных суглинках миграция загрязняющих веществ незначительна из-за малых коэффициентов фильтрации. На них и рекомендуется размещать экологически опасные объекты, что повысит экологическую безопасность. В подчиненных ландшафтах геологическая среда уязвима к загрязнению и рекомендуется ограничить хозяйственную деятельность.

В Северном Таджикистане, в пределах Сырдарьинского макробассейна стока обследовано 14 участков, по каждому из которых рассчитаны фоновое значение, коэффициент загрязнения и суммарный показатель загрязнения.

Наиболее высокими концентрациями в водах, почвах и грунтах характеризуются свинец, серебро и цинк. Они обычно присутствуют в водах, грунтах и почвах совместно и превалируют над другими элементами в 10 раз и более (рис. 6). Наиболее высокие концентрации этих элементов в водах и почвах установлены у пос. Адрасман с его комбинатом, в урочище Беномозбола (20 км к югу от п. Адрасман) и регионально, в районах свинцово-цинковых горнодобывающих предприятий, на северных склонах гор. Моголтау, Акбель и Шумтаг. Здесь концентрации свинца, цинка и серебра в водах и почвах достигают соответственно: 0,1, 0,5 и 0,03 мг/л и 100, 200 и 20 мг/кг; Кс составил соответственно 12,3, 2,0 и 48,8, а суммарный показатель загрязнения достиг 65,5 (проба № 321).

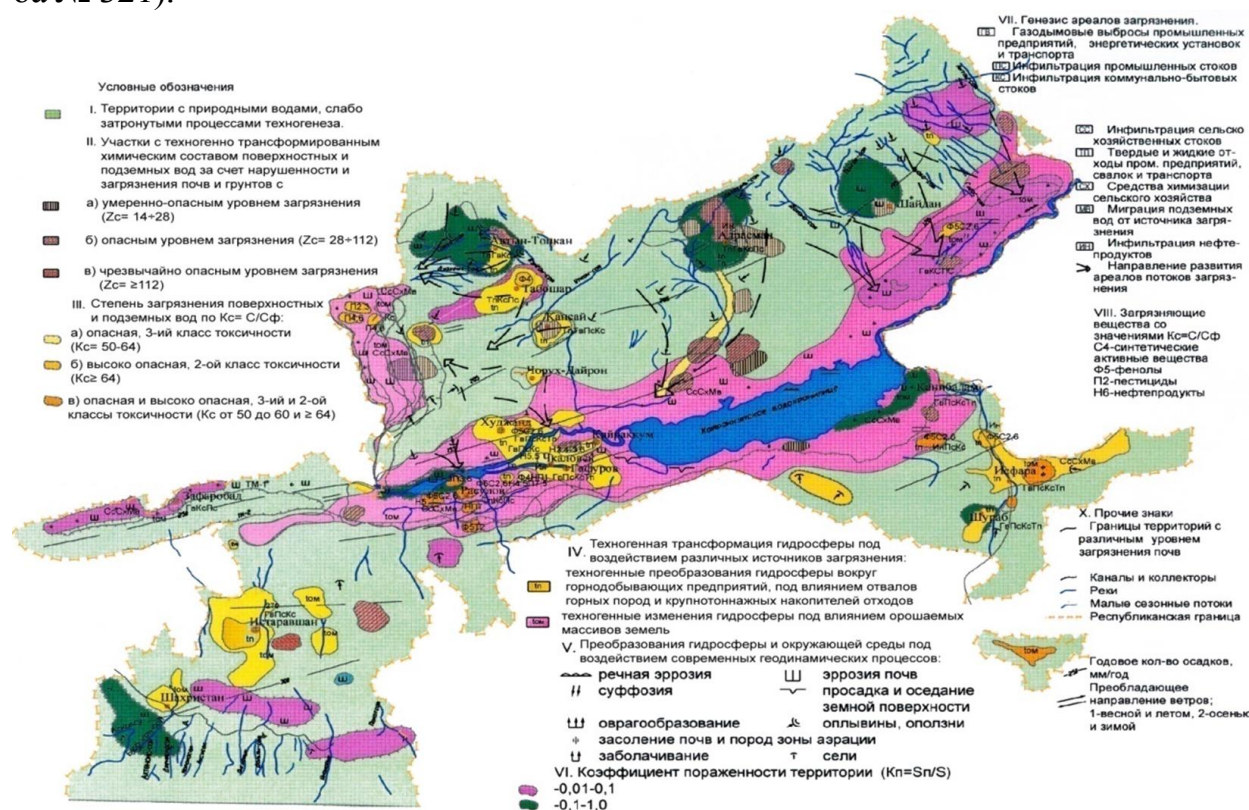


Рис.6. Схематическая гидрогеоэкологическая карта таджикской территории Сырдарьинского макробассейна стока

Ареалы загрязнения природных вод, а так же почв, грунтов и растительности прослежены на 20 км к юго-западу от п. Адрасман, где суммарный показатель загрязнения геологической среды достигает 29 (проба № 329). На этом участке определен и геохимический фон марганца в почвах и грунтах (380 мг/кг) и аномальные его содержания на конусах выноса Карамазарская и в урочищах Беномозбола и Дашта соответственно 2000 мг/кг; 1200 мг/кг и 1300 мг/кг в пробах № 321, 328 и 329. Кс составил 3,45, 2,07 и 2,21. Фон по меди и никелю составил в почвах и грунтах на этом же участке 37,7 и 15,7 мг/кг с отклонением от фона в 1,8. Для мышьяка отклонение от фона (5,8 мг/кг) достигает 3,77. Содержание ртути составило у к. Ошоба и к.

Саркамыш (пробы №№ 228, 290) 38 и 46 мг/кг при коэффициенте концентрации – до 12,8. Это в 10÷12 раз превышает фон. В большинстве случаев концентрации ртути и мышьяка в водах, почвах и грунтах находятся за пределами чувствительности анализа, но в отдельных пробах превышают фон в 3÷84 раза (на левом берегу у г. Худжанда, проба № 400 и в к. Самгар).

При геоэкологическом картографировании по содержанию тяжелых металлов в водах, почвах и грунтах и по степени их опасности для здоровья населения установлено, что большая часть опасных участков находится на правом берегу р. Сырдарьи (рис. 6). В то же время, в Дальварзинской степи на левобережье Сырдарьи концентрации металлов в почвах, водах и растениях не превышают фона.

Ареалы и потоки загрязняющих веществ формируются на участках: а) выпадения газопылевых выбросов предприятий, энергетических установок и транспорта; б) инфильтрации различных загрязненных сточных вод; в) скопления крупнотоннажных твердых и жидких отходов производства и потребления; г) вокруг плохо оборудованных складов средств химизации сельского хозяйства; д) вокруг различных источников загрязнения. Выявлены такие загрязняющие органические вещества, как фенолы, нефтепродукты, пестициды и синтетически активные вещества. Стрелками на карте показано направление миграции загрязняющих веществ. Таким образом, построенная нами схематическая гидрогеоэкологическая карта таджикской территории Сырдарьинского макробассейна стока представляет собой объемную модель, отражающую картину развития процессов техногенеза в гидросфере региона.

В основе оценки состояния природных вод нами положен принцип оценочного картографирования с применением интегральных показателей с использованием следующих принципов (В.Н. Островский, 1997; Метод. рекомендации ВСЕГИНГЕО, 2002): показатели выстраиваются в порядке уменьшения экологических эффектов; смежные показатели оцениваются экспертным путем; ситуация характеризуется по средним баллам.

В работе выделено 5 групп показателей: 1) опасные для человека; 2) угрожающие его гибели; 3) загрязняющие и истощающие водные ресурсы; 4) опасные для сооружений и зданий; 5) ухудшающие экологическую ситуацию. Первая группа имеет высокие баллы, и показатели выстроены в ряд по уменьшению воздействия: загрязнение природных вод, почв, донных осадков, пород зоны аэрации и защищенность или устойчивость природных вод к загрязнению.

Опасность представляют так же землетрясения, сели, оползни и обвалы и истощение водных ресурсов. Разрушению зданий и сооружений угрожают просадочные и карстово-суффозионные явления, а так же подтопление, засоление почв, оврагообразование, термокарст, речная эрозия, дефляция, плоскостной смыв. Вода активно оказывает влияние на эти показатели, которые ранжируются (табл. 1-5).

Таблица 1.

Оценка уровней концентраций загрязнителей в баллах

№	Ранжирование кон- центраций загряз- няющих веществ	Компоненты гидросферы и геологической среды				
		Почвы	Породы зо- ны аэрации	Подземные воды		Донные осадки во- доёмов
				Без- напор- ные	Суб- напор- ные или напор- ные	
1	Допустимые	1	1	1	1	1
2	Умеренно опасные	4	3	4	4	2
3	Опасные	7	5	7	7	3
4	Весьма опасные	10	7	10	10	4

При оценке состояния гидросферы учитывается каждый компонент ОС, включая литогенную основу, почвы, ландшафт, атмосферу, растительный и животный мир.

Таблица 2.

Защищённость подземных вод от загрязнения

№	Степень защищённости	Типы вод	
		безнапорные	Субнапорные или напорные
1	Не защищённые	1	1
2	Условно-защищённые	3	3
3	Защищённые	5	5
4	Весьма защищённые	7	7

В предгорьях линзы глинистых отложений препятствуют инфильтрации, формируя подпоры и изменяя направление водных потоков. Межгорные и речные долины выполнены аллювиальными и пролювиально-делювиальными отложениями, содержащими прослой галечников и песков. По ложкам сформировался так называемый ложковый аллювий. Техногенные процессы трансформируют их воды в непригодные для водоснабжения за счет повышенных концентраций солей и тяжелых металлов. На равнинах в водах появляются пестициды, нефтепродукты, радионуклиды.

Таблица 3.

Обеспеченность территории естественными
ресурсами природных вод

№	Степень обеспеченности	Оценочный балл
1	Обеспеченная	1
2	Ограниченно обеспеченная	3
3	Весьма слабо обеспеченная	5
4	Необеспеченная	7

Таблица 4.

Оценка опасности проявлений экзогенных геодинамических процессов

Степень опас- ности	Критерии			Бал-лы
	Виды про- цессов	Особенности прояв- ления	Негативные последствия	
Практи- чески от- сутствует	Все процес- сы стабили- зи-рованы	Пораженность тер- ритории $\leq 5\%$, акти- визации процессов не ожидается	Практически отсутствуют	1
Умеренная	Плоскостной смыв, линей- ная и русло- вая (речная) эрозия, под- топление, за- болачивание, аккумуляция осадков	Пораженность тер- ритории в основном 5-20 %, происходит техногенная активи- зация процессов	Усложнение условий строи- тельства, ухудшение не- сущей способ- ности грунтов и условий использования сельхозугодий	3
		Пораженность тер- ритории 20-30 %, происходит техно- генная активизация процессов		4
Сте- пень опас- ности	Критерии			Баллы
	Виды про- цессов	Особенности прояв- ления	Негативные последствия	
Сильная	Карст, суф- фозия, про- садки, абра- зия и др.	Высокая поражен- ность территории (карст, суффозия, просадки свыше 20- 30%), иногда с ката- строфическими по- следствиями	Деформация зданий и со- оружений, вывод из строя сельскохозяй- ственных зе- мель	7
Очень силь- ная	Сели, ополз- ни, обвалы объёмом ≥ 1 млн.м ³	Высокая катастро- фич-ность, внезап- ности скорость проявления процес- сов	Разрушение зданий и со- оружений, ги- бель людей и сельхозугодий	10

Таблица 5.

Интегральные оценки экологического состояния ГС

№	Экологическое состояние	Интегральная оценка (Бср)
1	Благоприятное	1-2,0
2	Условно благоприятное	2,1-4,4
3	Неблагоприятное	4,5-6,8
4	Весьма неблагоприятное	>6,9

Текущая техногенная нагрузка горных предприятий оценивается по показателям добычи полезных ископаемых, площади нарушенных земель, обводненности и ареалов загрязнения. Учитывается количество откачиваемой воды на 1 т. руды, фонд горных выработок и их глубины (табл. 6, 7).

Месторождение оценивается средним баллом, а при наличии радиоактивных и токсичных элементов (Hg, Sb, Pb.) добавляется 0,5 балла из-за их повышенного негативного воздействия.

Таблица 6.

Балльная оценка накопленной техногенной нагрузки

Баллы	Площадь, км ²	Накопленная добыча руд на 1 км ² , тыс. т / км ²	Плотность горных выработок и отвалов, %	Количество откачиваний воды на 1 т руды, м ³ /т	Сроки работы (лет)
1	1-10	0-100	< 10	< 2.5	1-10
2	10-30	100-300	10-30	2.5-3.5	11-25
3	> 30	> 300	30-60		26-40
4			> 60	> 3.5	> 40

Таблица 7.

Балльная оценка текущей техногенной нагрузки

Баллы	Добыча сырья, тыс. т	Площадь воздействия на ОС, км ²	Обводненность территории, в %	Количество воды, м ³ /т, откачив. на 1 т руды	Нарушенные земли, %
1	0-100	≤ 5	< 20	< 2.5	1-10
2	100-240	6-10	20-50	2.5-3.5	11-20
3	240-1000	11-30	50-80	3.5	21-30
5	> 4000	> 30	80	> 3.5	> 30

Источники загрязнения природных вод разделены на четыре группы по степени воздействия в баллах: слабое – ≤ 1, среднее – 1÷2, высокое – 2÷3 и очень высокое – ≥ 3-х. Составлена схематическая карта природопользования с источниками загрязнения Таджикистана, отражающая степень их воздействия на ОС (рис. 7).

В работе сделана попытка оценить уязвимость подземных вод к загрязнению, используя схему, которая учитывает способность пород извлекать загрязняющие вещества из подземных вод путем их адсорбции, ионного обмена, осаждения и разложения органического вещества микроорганизмами и кислородом.

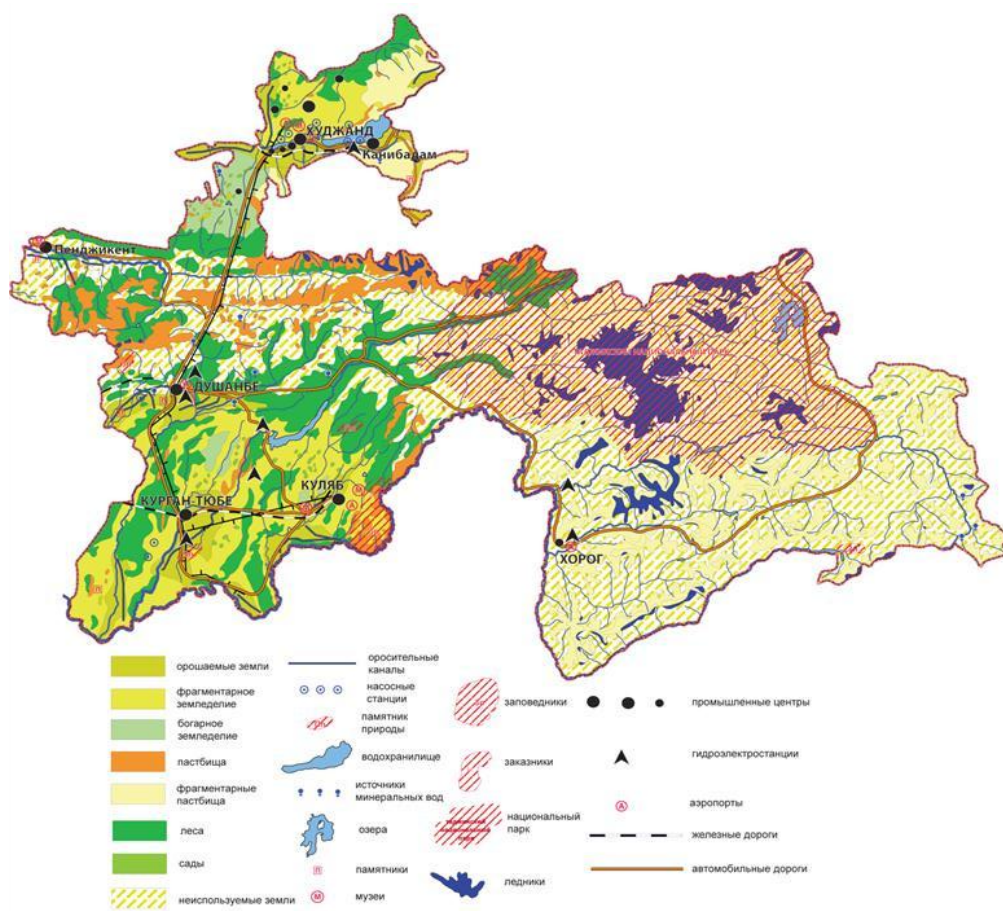


Рис.7. Схематическая карта природопользования Таджикистана

Гольдберг различает по баллам три класса защищенности вод: защищенные, условно защищенные и незащищенные. Л. Аллен, Т. Беннетт, Дж. Лен и К. Нейкетт (1987) предложили близкую систему оценки уязвимости-подземных вод под названием Drastic.

Они учитывают глубину уровня грунтовых вод (УГВ), состав горных пород и характер питания вод. Умножая "вес" на "рейтинг" каждого фактора, они получили "показатель" (Number). Сумма этих показателей ("Драстик-индекс") отражен ими на карте. Близкая по приемам построения карта выполнена в Бельгии (Джоут и Госсен, 1990), отразившая 16 участков с комбинацией аналогичных признаков

Для Таджикистана интерес представляет карта по уязвимости подземных вод к загрязнению масштаба 1:2000000 по штату Калифорния, построенная И. Зекцером, Л. Эвереттом и С. Каленом в 1991 г. и их вывод о том, что чем больше мощность вадозной зоны и больше время водообмена, тем меньше уязвимость вод к загрязнению. При этом выделяются такие факторы, как глубина залегания УГВ, мощность и проницаемость пород кровли, темпы водообмена, сорбционные свойства пород, наличие нарушенных земель, сорбционные свойства и особенности взаимодействия загрязняющих

веществ с горными породами.

Нами построена схематическая карта уязвимости природных вод к загрязнению по территории Таджикистана (рис. 8).

Указанные выше факторы учитываются через модульные параметры питания грунтовых вод, которые позволяют количественно оценить уязвимость подземных вод к загрязнению (Гаев, 1989-2007). Для оценки их предельно допустимого загрязнения используется так называемый модуль предельно допустимой концентрации ($M_{ПДК}$). Например, норма минерализации для вод хозяйственно-питьевого назначения равна 1 г/л. Произведение этого норматива на модуль подземного стока дает величину $M_{ПДК}$. Вычитая из $M_{ПДК}$ величину модуля химического стока ($M_{ПХС}$), получаем величину модуля предельно допустимого загрязнения ($M_{ПДВ}$).

$$M_{ПДВ} = M_{ПДК} - M_{ПХС} \quad (1)$$

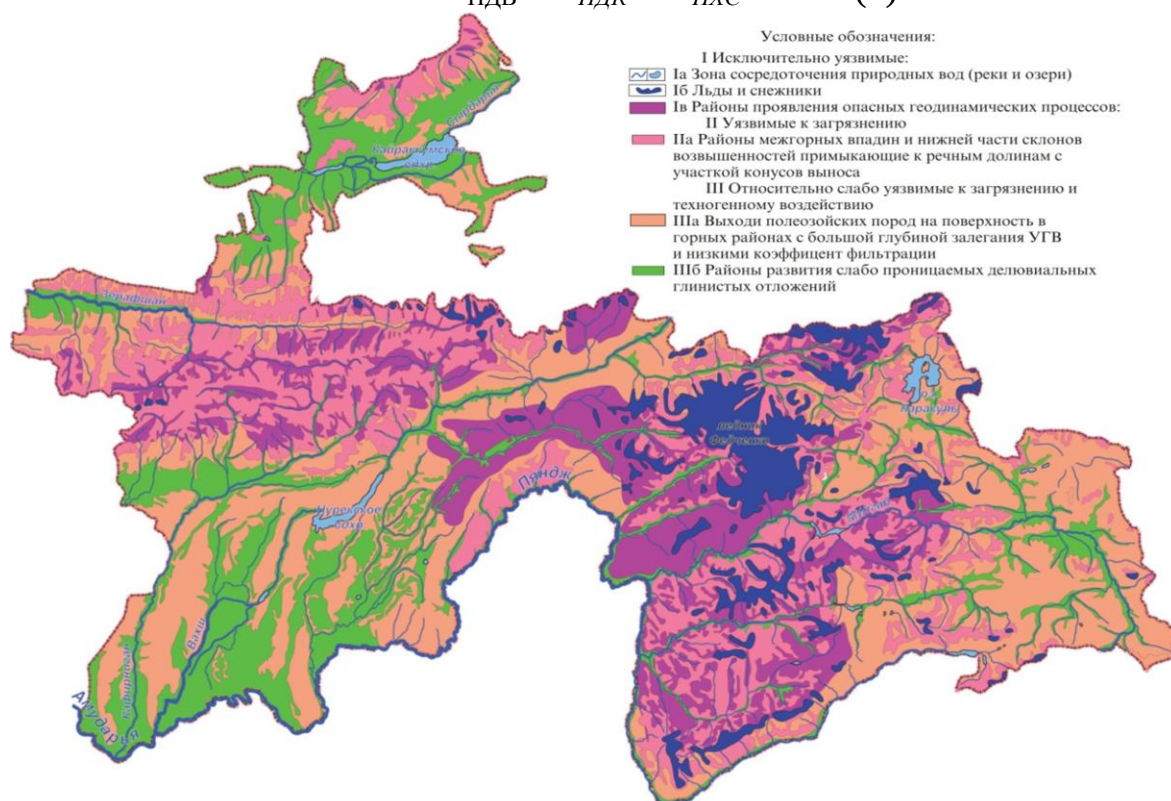


Рис.8. Схематическая карта уязвимости природных вод Таджикистана к загрязнению и техногенному воздействию

Эти расчеты, выполненные до начала освоения территории, характеризуют естественный запас ее экологической устойчивости. Горнодобывающие районы под техногенным прессингом утрачивают часть естественной устойчивости. Требуется непрерывно осуществлять прогнозную оценку остаточной естественной устойчивости вод и ОС при разработке соответствующих вариантов водопользования в случае намечаемых мероприятий и их предпроектной экспертизы.

При этом естественная и остаточная экологическая устойчивость среды становятся предметом анализа ретроспективных карт уязвимости террито-

рии к загрязнению. На участках, где техногенная нагрузка максимальная, может произойти полное истощение естественной устойчивости и речь должна идти об экологическом кризисе.

В четвертой главе «Теоретические основы рационального использования и охраны водных ресурсов Таджикистана» использовался бассейновый принцип изучения гидросферы региона, который дает возможность рассмотреть все элементы водного баланса в тесной взаимосвязи.

Установлено, что водный баланс на исследуемой территории определяется количеством атмосферных осадков в $100,5 \text{ км}^3/\text{год}$ и объемом водного стока с территории республики в среднем за многолетие в $51,7 \text{ км}^3/\text{год}$.

Каждый бассейн стока отличается своеобразием проявления вертикальной поясности в формировании поверхностного и подземного стока. И это особенно характерно для гористой территории Таджикистана.

Нами проведены расчеты площадей с различным количеством осадков по мезобассейнам стока (табл. 8) и модули стока соответствующих мезобассейнов в пределах Сырдарьинского и Амударьинского макробассейнов стока (табл. 9).

В пределах Сырдарьинского макробассейна рассмотрен ряд мезобассейнов стока, расположенных частично в Кыргызстане. Поэтому общая площадь исследуемой территории получилась несколько большей ($161,2 \text{ тыс км}^2$), чем площадь Таджикистана (142 тыс. км^2).

В целом, можно говорить об увеличении количества осадков по мере роста абсолютных отметок рельефа местности, поскольку при этом снижается температура воздуха и уменьшается величина испарения.

Поверхностный сток формируется за счет таяния снега, ледников и дождей. В предгорьях весеннее потепление проявляется раньше, чем в горах, поэтому здесь раньше тает сезонный снег, и выпадают дожди. Поверхностный сток формируется благодаря талым водам и дождям весеннего периода и в начале лета. Поэтому максимальные расходы воды в реках наблюдаются в марте-апреле. В горах, с ростом их абсолютных отметок в составе поверхностного стока растет роль снеговых вод. Из-за отмеченных отличий в водном питании у подножий гор и в горах половодье удлиняется с марта до августа и заканчивается только после истощения запасов таящих снегов на водосборных хребтах. Пик половодья приходится на апрель-май.

В тех мезобассейнах стока, где на водосборных площадях и хребтах есть ледники и фирновые поля, поверхностный сток на 50% формируется за счет таяния снегов и льдов. В предгорьях, в межгорных впадинах и на равнинах растет доля подземной составляющей в водном стоке, составляя в целом для региона порядка 25-35% от величины общего стока. Эта величина существенно растет в районах орошаемых полей, где выходы грунтовых вод, в значительной степени, обусловлены антропогенным фактором.

Таблица 8.

Площади мезобассейнов стока с разным количеством осадков, км²

Мезобассейны стока	менее 100 мм.	200 мм.	400 мм.	800 мм.	1200 мм.	1800 мм.	Всего
1. Северо-Сырдарьинская группа	20	4194	1527	-	-	-	5741
2. Восточно-Сырдарьинский	1828	2939	829	-	-	-	5596
3. Западно-Сырдарьинский	-	1626	1641	1932	-	-	5199
4. Лайлако-Аксунская группа	-	-	3171	-	-	-	3171
5. Белысникский	-	-	2709	-	-	-	2709
6. Исфарино-Кравшинская группа	-	177	1696	-	-	-	1873
7. Зеравшанский	-	986	4276	7226	1355	221	14064
8. Кафирниганский	-	-	1524	4895	3592	2979	12990
9. Сурхандарьинский	-	-	-	1271	617	433	2321
10. Вахшский	-	-	4382	11982	11540	2436	30340
11. Пянджский	-	20	3323	8129	5650	1143	18265
12. Язгулемо-Ванджская группа	-	273	326	1186	1572	1037	4394
13. Бессточно-Каракульский	2022	3329	289	107	300	-	6047
14. Бартангский	9146	8236	5544	1667	472	875	25940
15. Рангкулский бессточный	3437	8	-	-	-	-	3445
16. Гундский	1927	5636	5328	329	-	-	13220
17. Верхне-Пянджский	20	3466	1563	836	-	-	5885
Всего	18400	30890	38128	39560	25098	9124	161200

Нами построены соответствующие карты исследуемой территории, а именно карта годового количества осадков (рис. 9) и поверхностного стока (рис.10).

Анализ созданных карт свидетельствует о том, что величина стока совершенно очевидно зависит от количества осадков. При более детальном рассмотрении раскрывается роль испарения и транспирации, а так же типа питания речного стока, а именно роль ледников и подземных вод.

Таблица 9.

Площади мезобассейнов с различными модулями стока, км²

Мезобассейны стока	≤1 л/с с км ²	1 л/с с км ²	5 л/с с км ²	10 л/с с км ²	20 л/с с км ²	30 л/с с км ²	Всего км ²
1. Северо-Сырдарьинская группа	-	-	4323	-	1420	-	5743
2. Восточно-Сырдарьинский	4332	-	1264,9	-	-	-	5596,9
3. Западно-Сырдарьинский	2358	-	1757	575,1	509,2	-	5199,3
4.Лайлако-Аксунская группа	1106	-	1316	485,6	263	-	3170,6
5.Белысникский	1185	-	1083	411,3	23,38	5,5	2708,2
6. Исфарино-Кравшинская группа	1025	-	703,6	145,3	-	-	1873,9
7.Зеравшанский	-	2439	3479	3314,7	2800	1877	13909,7
8. Кафирниганский	5800	213,2	336,7	706,2	616,9	5290	12963
9. Сурхандарьинский	769	136	148,3	127,9	307	832	2320,2
10.Вахшский	5015	342,2	549,3	3189,1	10828,2	10010,2	29934
11.Пянджский	11036,2	770,9	1048	2398	1866,7	1426	18545,8
12.Язгулемо-Ванджская группа	-	-	-	1812	1813	780,4	4405,4
13.Бессточно-Каракульский	-	1332	4262	453,5	-	-	6047,5
14.Бартангский	-	12856,2	5081	7150	1135	11,33	26233,5
15.Рангкулский бессточный	-	3445	-	-	-	-	3445
16.Гундский	-	3283	4443	5494	-	-	13220
17. Верхне-Пянджский	-	1398	4059	427	-	-	5884
Всего	32626,2	26215,5	33853,8	26689,7	21582,38	20232,43	161200

При этом нельзя не учитывать, что значительная часть водосборной площади находится за пределами республики. Значения величин испарения и аккумуляции воды существенно отличаются в разных мезобассейнах стока. Поэтому требуется дифференцированный подход с учетом рельефа, который очевидно влияет на особенности водного баланса территории.

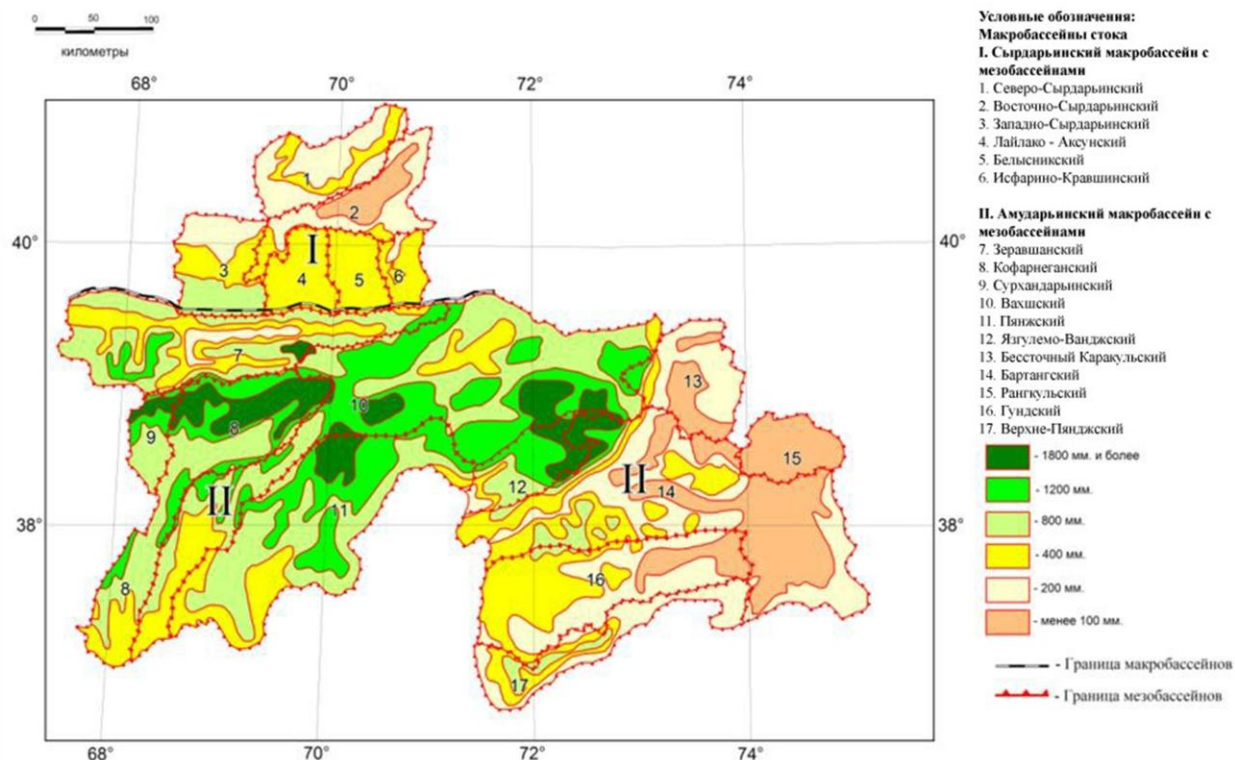


Рис. 9. Распределение атмосферных осадков на исследуемой территории по бассейнам стока

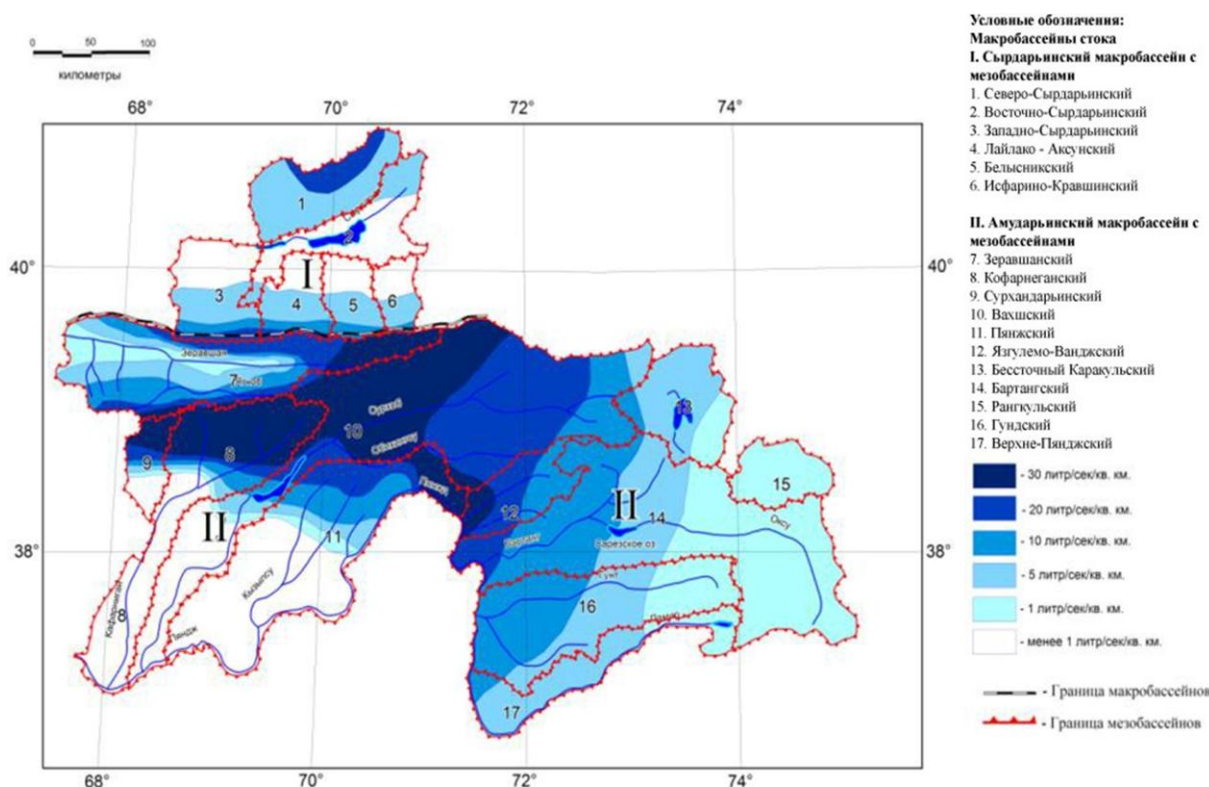


Рис. 10. Поверхностный сток с исследуемой территории

Водный сток с территории Таджикистана осуществляется Амударьинским и Сырдарьинским макробассейнами. Река Зеравшан относится к макробассейну Амударьи, имея среднегодовой сток в $5,0 \text{ км}^3$. Вода реки полно-

стью расходуется на орошение и до Амударьи не доходит. В бассейне Пянджа выделяются многоводная таджикская и маловодная афганская гидрологические области.

Река Вахш образуется слиянием рек Обихингоу и Сурхоб. Она составляет в длину 524 км со среднегодовым стоком в $16,2 \text{ км}^3$. Сурхоб образован слиянием рек Кызылсу и Муксу. Река Кафирниган стекает с южного склона Гиссарского хребта, имея в длину 387 км при среднегодовом стоке $5,1 \text{ км}^3$.

Река Сырдарья в пределах Таджикистана имеет транзитный участок длиной в 197 км с притоками Исфара, Ходжабакирган, Аксу, Бураган, Катасай, Ширинсай, имеющими большое значение для орошения земель. Здесь функционируют Кайраккумское, Катасайское и Даганайское водохранилища с объемами соответственно $4,16 \text{ км}^3$, 55 млн. м^3 и 15 млн. м^3 . Общая водосборная площадь р. Сырдарьи составляет около 265 тыс. км^2 . Средний годовой расход реки за многолетие составляет $488 \text{ м}^3/\text{сек}$ или $15,4 \text{ км}^3$.

Ледники питают реки, сток которых с территории республики обеспечивает до 44% стока всех Среднеазиатских республик. Потепление климата вызвало деградацию и отступление ледников и снежников. Так, Зеравшанский и Гиссаро-Алайские ледники отступили за последние 50 лет на 1,5 км, а площадь их местами сократилась на 14%, в основном, за счет мелких ледников. При этом снизилась водность рек. То есть в перспективе от сохранности ледников зависит благополучие водного хозяйства. Поэтому необходима организация систем мониторинга, чтобы обеспечить сохранение ледников и питаемых ими горных озер, расположенных непосредственно ниже фронта оледенения. В республике насчитывается до 1450 озер с общей площадью 716 км^2 (0,5% площади республики). Более 80% озер находятся на отметках $3000 \div 5000 \text{ м}$ над уровнем моря и в них аккумуляровано 44 км^3 воды, включая 20 км^3 гидрокарбонатно-кальциевых вод с минерализацией до 200 мг/л. Изменения климата влияют на положение границы оледенения и на сохранность горных озер. Поскольку тенденция к потеплению климата сохранится в ближайшем столетии, то можно ожидать увеличение водного стока, как за счет талых вод, так и атмосферных осадков. Однако, периодически бывают и сухие периоды, например, с 1941 по 1950 гг. Затем отмечен влажный период до 1960 г. и после 1990 г. с максимумом осадков в 1999 г, после чего количество осадков резко снизилось.

Результаты полевых исследований имоделирования свидетельствуют о том, что потепление климата отрицательно скажется на геоэкологических условиях и социально-экономическом развитии республики. Очевидно, что режим накопления и таяния ледников и снежников и система их взаимосвязи с горными озерами требуют водохозяйственного освоения и регулирования. В связи с этим, следует отметить, что в предгорьях, межгорных впадинах и наравнинах доля подземной составляющей в водном стоке достигает $25 \div 35$

% от величины общего стока, а на орошаемых полях еще больше.

В предгорных районах с абсолютными отметками не более 1,5÷2,8 км и на равнинах формирование водного стока осуществляется за счет снегового и дождевого питания. В районах, где высота больше, период минимальной межени длится от 10÷100 дней и приходится на февраль-март. Там, где отметками водосборов ниже, межень продолжается 7÷70 дней и приходится на август-ноябрь. Средний слой стока в межень колеблется от 4,3 мм в мезобассейнах Восточного Памира до 289 мм в Зеравшанском мезобассейне стока на южных склонах Гиссарского хребта.

Подземные воды на территории республики изучены в 10 гидрогеологических районах с 49 расчетными участками. В пределах макробассейна Сырдарьи, в юго-западной части Кураминского хребта, горного массива Моголтау, Мирзораватской и Сардобской впадин воды формируются в пролювиально-аллювиальных четвертичных образованиях долин рек и саев и залегают на глубинах от 1÷3 до 10÷30 м. Скважины имеют дебит от 1 до 20 л/с, а минерализация их вод составляет 0,2÷0,6 г/л, возрастая на юге до 7,0 г/л. В Сардобской впадине дебиты достигают 72 л/с при глубине вскрытия вод до 25 м. В Мирзораватской впадине глубина залегания вод составляет 22÷53 м при минерализации их до 0,72 г/л. Практическое значение имеют так же водоносные горизонты гравийно-галечниковых аллювиально-пролювиальных отложений конусов выноса рек с Кураминского и Туркестанского хребтов. Воды аллювиальных отложений р. Сырдарьи взаимосвязаны с водами реки и Кайраккумского водохранилища. У Худжанда они залегают на глубинах от 1÷1,5 до 13÷17 м. Дебиты скважин составляют 40÷60 л/с, а минерализация вод – 0,5÷2 г/л. Глубина залегания вод возрастает до 30 м в Самгарской и Камышкурганской впадинах при удельных дебитах скважин 0,5÷3,9 л/с. Глубина залегания в Лякат-Сазатской впадине растет до 63÷116 м, а в Исфара-Лякатской впадине - до 100 м при минерализации вод 0,3÷0,9 г/л и дебитах скважин - 5÷25 л/с.

Решение о переводе хозяйственно-питьевого водоснабжения населения за счет подземных вод исключительно актуально поскольку имеет место 100% загрязнение поверхностных вод в горнодобывающих районах Таджикистана. Растет заболеваемость и смертность населения из-за недоброкачественной питьевой воды.

Сегодня в водном хозяйстве республики на нужды сельского хозяйства с орошаемым земледелием и в энергетике расходуется 92% объема потребляемой воды, а на промышленность и коммунальное хозяйство - 4%. Построено около 200 магистральных и распределительных каналов, с общей протяженностью до 28 тыс. км, что соразмерно длине всех рек республики. Самыми многоводными каналами являются Вахшский магистральный и Большой Гиссарский. Для аккумуляции паводкового стока и рационального использования водных ресурсов на реках созданы водохранилища, об-

щий объем которых превышает 16 км³.

Анализ показал, что при темпе роста населения равной в городах 1,94% и в сельской местности 2,04%, к 2025г. численность населения в сельской местности городов соответственно составят 7,504 и 2,640 млн. человек. Расчеты показывают, что с учетом принятия за начальное положение январь 2009г., число людей охваченных Программой к 2025г должны составлять в сельской местности 4,437 млн. чел и в городах 0,804 млн. человек (рис.11).

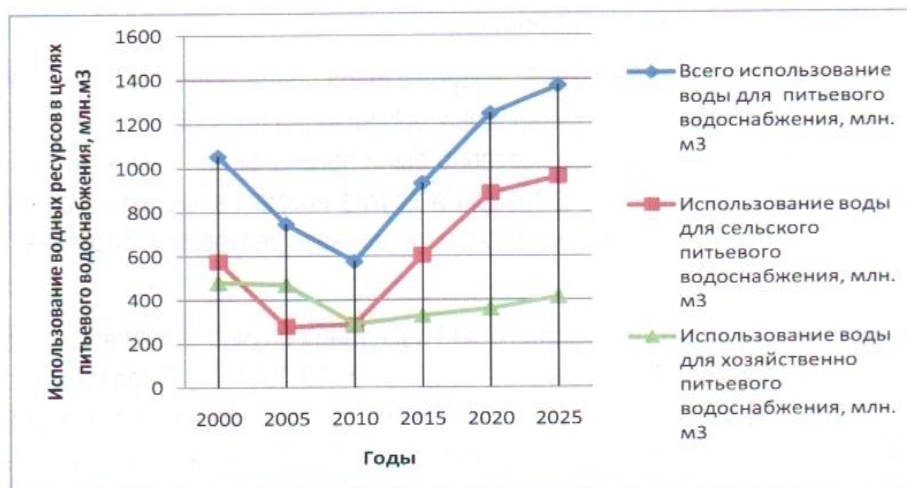


Рис 11. Настоящее и ожидаемое использование водных ресурсов для нужд питьевого водопотребления населения Таджикистана на период до 2025г.

Частичный перевод поверхностных вод в подземные резервуары и широкое использование в водном хозяйстве систем вертикального дренажа может существенно снизить безвозвратные потери воды на испарение, которые имеют место сегодня, и помочь в решении острых водохозяйственных проблем республики.

Установлено, что снижение уровня подземных вод на прилегающих территориях обуславливает возрастание уклонов водных потоков (Центральный Таджикистан и Памир) стока и разгрузки их в пределах изменение элементов водоносного баланса. Эти изменения могут привести к истощению подземных вод, ухудшению питания глубоких водоносных горизонтов, водоемов, понижению уровней воды в скважинах, уменьшению увлажнённости почво-грунтов, снижению продуктивности сельскохозяйственных и других угодий, изменению микроклимата, наконец, экосистемы в целом.

Таким образом, выполнен анализ экологического состояния территории с учетом природных и техногенных факторов и оценка гидрогеоэкологической ситуации техногенно нарушенных районов; установлено, что интенсивность и масштабность проявления техногенной трансформации вод зависят от продолжительности освоения территории, площади нарушенных земель и объемов добываемого сырья.

Разработка мероприятий по совершенствованию водопользования и защите вод от загрязнения и истощения рассмотрена в **пятой главе** «Рекомендации по рациональному использованию и защите водных ресурсов Таджикистана». Отмечено, что водозабор республики составляет всего $9 \div 12$ % от стока в бассейн Аральского моря, и 40 % возвращается в реки с дренажными водами. Республика обеспечена водой хорошо, но налицо ее дефицит из-за ухудшения качества и неравномерного распределения. Нет современных очистных сооружений и оборотных систем водоснабжения. Построено 20 ГЭС мощностью ≥ 3 млн. кВт., 200 каналов протяженностью до 28 тыс. км, 36 гидротехнических и 350 ирригационных сооружений, но они изношены более, чем на 50 %, включая системы вертикального дренажа. Водомерные устройства практически отсутствуют. Таджикистан полностью электрифицирован, но в холодное время таяние ледников прекращается, и воды для энергоагрегатов не хватает.

Правительством Таджикистана до 2020 г. принята программа освоения ресурсов подземных вод. Наибольшее практическое значение имеют водоносные горизонты в аллювии и в отложениях конусов выноса четвертичных отложений. Эксплуатационные ресурсы четвертичных отложений оценены в 14,2 млн. $\text{м}^3/\text{сут}$ при модуле $20 \div 30 \text{ л/сек/км}^2$. Выполнена оценка и др. водоносных комплексов. Минимальные модули (< 1) определены для районов с полупустынным климатом, а высокие – для Центрального Таджикистана ($5,3 \div 9,7 \text{ л/сек/км}^2$). Бассейновый анализ территории по методу расчленения гидрографа Б.И. Куделина, позволил оценить естественные ресурсы подземных вод в 45,1 млн. $\text{м}^3/\text{сут}$. или 522 $\text{м}^3/\text{сек}$, что значительно больше эксплуатационных ресурсов (6,8 млн. $\text{м}^3/\text{сут}$, или 69,7 $\text{м}^3/\text{с}$) (рис. 8). Современные технологии позволяют увеличить их еще на порядок и очистить на геохимических барьерах.

Для обеспечения населения качественной питьевой водой необходимо выполнить более детальную оценку процессов загрязнения в процессе опытно-методических и опытно-промышленных работ и детальнее изучить взаимосвязь между содержанием загрязняющих веществ в водах, грунтах, почвах и пищевых цепях на разных расстояниях от источников загрязнения.

Рекомендуется создать гидрогеоэкологические карты Таджикистана 1:50000 масштаба, отражая на них геоэкологическое состояние поверхностных и подземных вод, грунтов, почв и растительности. При этом, можно существенно скорректировать природоохранные мероприятия и внести экологически обоснованные изменения в планы перспективного размещения инженерной инфраструктуры.

При орошении происходит подъем уровня грунтовых вод с увеличением их минерализации до 15 г/л. Потери воды из каналов, достигают 30% от водозабора, а на полях теряется еще 220 мм на фильтрацию. При использовании вертикального дренажа и капитальных промывок почв за ряд лет по-

верхностный сброс можно снизить до 10% от нормы, водозабор на 35%, а эксплуатационные затраты на орошение на 20÷30%, задействовав до 2 млн. м³ грунтовых вод на орошение 25% подлежащих орошению земель.

Выполнена схема гидрогеоэкологического районирования Таджикистана, отличающаяся от предыдущих дифференцированным подходом к изучению водного баланса. Ранее выделенные области и подобласти рассматриваются в качестве районов в пределах мезобассейнов Амударьинского и Сырдарьинского макробассейнов стока с учетом 4-х типов питания рек: ледниково-снегового, снегово-ледникового, снегово-дождевого и снегового. Максимальный модуль стока (45 л/с·км² в год) характерен для 1-го типа питания в бассейне р. Вахш. В ледниках и снежниках с площадью 8,5 тыс. км² сосредоточено ≥ 400 км³ пресной воды высокого качества. При их таянии сформировалось до 1450 горных озер с общей площадью 716 км². Для освоения их ресурсов требуется постановка режимных наблюдений.

В глубоких речных долинах рекомендуется создание каскадов водохранилищ объемом более 50 км³. Небольшие зеркала снизят потери на испарение и фильтрацию. Для защиты от загрязнения вод питьевого качества рекомендуется использовать гидродинамические и геохимические барьеры. Откачивая одновременно пресные и загрязненные воды, мы создаем между ними гибкий непроницаемый барьер, перекрывающий пути миграции загрязняющих веществ к водозабору пресных вод. Перспективны так же щелочные и сорбционные барьеры в бортовых частях речных долин и межгорных впадин, а так же на конусах выноса. Барьеры способны эффективно защитить воды от загрязнения тяжелыми металлами и их соединениями. Высокой сорбционной способностью к тяжелым металлам при щелочной и нейтральной реакции среды обладают местные породы (известняки, доломиты, мергели, песчаники), осаждающие их в присутствии сульфата кальция. Извлечение металлов из раствора в осадок в среднем растёт в ряду от цинка к меди и свинцу. Рассчитаны коэффициенты их диффузии, и установлено, что по сорбционной активности породы образуют ряд: известняк > доломит > мергель > песчаник. Их можно использовать для очистки вод. Необходимо перейти к картографированию геохимических барьеров в процессе геологической съемки и к их применению, учитывая, что источники загрязнения 1) расположены в горах, над речными долинами, или 2) в долинах, и загрязняющие вещества поступают в водозабор через аллювий и со стороны водоема; 3) поступают с обеих сторон. В первом случае выполняются вертикальная планировка территории и очистка вод, создаются цементные завесы, или стенки из глинобетона. Вскрывается и изолируется весь проницаемый пласт. В межгорных и речных долинах создаются комплексные барьеры с учетом ширины ареалов загрязнения, состава и степени консерватизма загрязняющих веществ и коэффициента фильтрации вмещающих пород, который даже в аллювии варьирует от 0,00n в супесях до 1000 м/сут в гравийно-

галечных отложениях. В этих условиях комплексные барьеры могут изолировать чистые кондиционные воды от загрязненных. Когда загрязняющие вещества поступают со стороны реки, самоочищение вод зависит от системы вода – порода и времени их фильтрации. Когда загрязняющие вещества поступают к водозабору с обеих сторон, кондиционные воды надо отделять барьерами с обеих сторон.

Необходимо утилизировать дренажные воды в сельскохозяйственных и технических целях. Ныне потоки загрязненных вод от предприятий, созданных в середине XX в., достигли аллювия рек, проникая за 1 год на сотни метров, и требуются кардинальные мероприятия по защите водоемов. Надо применять пылеподавление, покрывать отвалы глинистыми грунтами, полимерными пленками, посевами многолетних трав, препятствуя эрозии и инфильтрации атмосферных осадков. Барьеры можно создать и в водоносном горизонте нагнетанием известкового молока и добавками коагулянтов и флокулянтов (FeCl_3 , квасцов, гидроксохлоридов, гидроксосульфидов и хлоридов алюминия). Образуются трудно растворимые сульфоалюминаты кальция. В смеси коагулянтов с полимерами и нейтральными полиакриламидами эффективность очистки вод растет. Применение этих способов позволит экономить средства, производственные площади и избежать нитрификации органического азота при удалении осадков.

Для улавливания загрязняющих веществ из потоков в ложковом аллювии рекомендуется применять установки совмещенного горизонтального и вертикального дренажа. Они способны перехватить потоки загрязняющих веществ. Воды аллювиальных водозаборов в долинах рек уже сегодня имеют повышенную минерализацию (до 2,7 г/л) и жесткость, содержание хлоридов и сульфатов, железа (> 10 мг/л), азотистых соединений ($\geq 60,0$ мг/л), селена (до 5,0 мкг/л) и окисляемости (до 8,1 мг/л O_2). Ширина ложков меняется, что учтено в нашей конструкции установки совмещенного горизонтального и вертикального дренажа. Очищаемые дренажные воды можно использовать на полях орошения. Конструкция установки включает дренажную канаву глубиной 4÷6 м и две-четыре эксплуатационные скважины на ее крыльях. Скважины бурятся на всю мощность верхнего водоносного горизонта и являются совершенными. Установка обеспечивает перехват загрязненных вод.

Система гидрогеоэкологического мониторинга должна включать республиканский, областной и местный уровни наблюдений с соответствующим финансированием и секторами (рис.12).



Рис. 12. Система гидрогеоэкологического мониторинга

Недропользователи отвечают за наблюдения по своим объектам, используя специализированные организации. Опасные объекты контролируются систематически, чтобы предотвратить техногенную перегрузку территории (г. Чкаловск и др.), использование устаревших технологий и внедрять безотходные и малоотходные технологии, стимулируя подготовку кадров, способных осуществлять модернизацию производства. А пока растет заболеваемость и смертность населения, расширяются случаи уродств и генетических отклонений у детей из-за экологического иммунодефицита. Система контроля за ОС

и здоровьем населения должна базироваться на автоматизированных средствах и современных методах исследования, Но пока нет приборов для применения ГИС-технологий и построения экологических карт, включая схемы экологического обоснования размещения производительных сил.

Основная цель мониторинга – выработка управленческих решений по водопользованию на основе оценки техногенной трансформации природных вод для обоснования экологических мероприятий. Эти мероприятия заключаются в использовании инженерных устройств, способов и установок для перехвата загрязненных потоков, включая комплексные барьер. Надо предусматривать эти мероприятия на стадии планирования инженерной инфраструктуры территории, в территориальных планах социально-экономического развития, чтобы селитебные районы были отделены зелеными насаждениями от производственных объектов, а экологически опасные сооружения размещены на площадях устойчивых к геодинамическим процессам и техногенезу. То есть система мониторинга должна стать инструментом управления состоянием гидросферы и ОС. Ее реорганизация обеспечит создание научно-методической основы контроля гидрогеоэкологической ситуации в виде гидрогеоэкологических и геолого-геофизических моделей и позволит прогнозировать развитие процессов техногенной трансформации природных вод и ОС.

Намечена программа дальнейших работ.

1. При перспективном планировании производительных сил Таджикистана размещать объекты с учетом уязвимости природных вод и ОС к техногенному воздействию и оценки эколого-экономической ситуации.

2. Организовать опытно-методические работы на наиболее загрязненных участках урбанизированных территорий для уточнения связей между содержанием тяжелых металлов в водах, почвах и культурных растениях.

3. Детально изучить техногенную нагрузку на природные воды на горнодобывающих и других предприятиях, которые являются источниками их загрязнения.

4. Построить серию гидрогеоэкологических карт масштаба от 1:200000 до 1:50000 на урбанизированных территориях для обоснования перспектив развития водопользования в республике. На основе этих карт разработать геолого-геофизические модели и систему мониторинга с целью прогноза процессов техногенной трансформации природных вод, опираясь на сотрудничество и НТР других стран.

5. Организовать зоны санитарной охраны и создать на водохозяйственных объектах защитные комплексные гидродинамические и геохимические барьеры. Научно обосновывать новые производственные проекты, превратить систему мониторинга в инструмент нормирования техногенной нагрузки. Повысить уровень образования в области прикладных и фундаменталь-

ных водных проблем и охраны ОС, чтобы обеспечить переход Таджикистана на модель устойчивого развития.

6. Правительством Таджикистана до 2020 г. принята программа освоения ресурсов подземных вод. Подземные воды республики изучены на 49 расчетных участках. Воды, формирующиеся в четвертичных пролювиально-аллювиальных образованиях долин рек и саев, залегают на глубинах 1÷30 м. Скважины дают до 20 л/с пресных вод, а в Сардобской впадине до 72 л/с. Практическое значение имеют и отложения конусов выноса рек. Мощность водоносных отложений составляет 50÷250 м при коэффициенте фильтрации 2÷100 м/сут. Бассейновый анализ территории позволил оценить естественные ресурсы подземных вод в 45,1 млн. м³/сут. или 522 м³/сек, что позволяет на порядок увеличить их эксплуатационные ресурсы.

7. Для защиты от загрязнения вод питьевого качества рекомендуется использовать гидродинамические и геохимические барьеры в бортовых частях речных долин и межгорных впадин, а так же на конусах выноса. Для их создания можно использовать местные известняки, доломиты, мергели, песчаники.

Заключение

Таким образом, предложенные методология и методика гидрогеоэкологических исследований позволили обосновать защищаемые положения:

1. Выявить закономерности формирования природных вод в связи с высотной поясностью и бассейновым характером их пространственного распределения.

2. Выполнить оценку гидрогеоэкологической ситуации техногенно нарушенных районов и установить, что интенсивность и масштабность проявления техногенной трансформации вод зависят от продолжительности освоения территории, площади нарушенных земель и объемов добываемого сырья.

3. Разработать модели, выполнить оценку техногенной трансформации природных вод, разработать на основе системы мониторинга и современных технологий мероприятия по совершенствованию водопользования и защите вод от загрязнения и истощения, что позволяет полностью обеспечить энергетику, промышленность и сельское хозяйство водой, а население водами питьевого качества, резко снизив его заболеваемость и смертность.

Республика обеспечена водой хорошо, но налицо ее дефицит из-за ухудшения качества и неравномерного распределения. Нет современных очистных сооружений и оборотных систем водоснабжения. Сельское хозяйство с орошаемым земледелием и энергетика расходуют 92% объема потребляемой воды. Построено 20 ГЭС мощностью ≥ 3 млн. кВт., 200 каналов протяженностью до 28 тыс. км, 36 гидротехнических и 350 ирригационных сооружений, но они изношены более, чем на 50 %, включая системы вертикального дренажа. Водомерные устройства практически отсутствуют. Та-

джикистан полностью электрифицирован, но в холодное время таяние ледников прекращается, и воды для энергоагрегатов не хватает. Поэтому освещены вопросы по оптимизации водопользования для решения всего комплекса социально-экономических, энергетических и экологических задач. Разработаны методология и предложена методика гидролого-гидрогеологических исследований вододефицитных территорий, выявлены закономерности формирования природных вод и прогноз экологической ситуации в связи с перспективами социально-экономического развития республики.

Для каждой ландшафтной зоны установлен свой тип вертикальной зональности, отражающий условия формирования состава природных вод. В межгорных впадинах и на равнинах выделено два типа вертикальной гидрогеохимической зональности, нормального и инверсионного характера с максимальной минерализацией в верхней части разреза. Построены схематические гидролого-гидрогеологические карты-схемы на основе выделения макро-, мезо- и микробассейнов стока.

Картографические построения позволили установить уровень экологического благополучия территории и обосновать размещение производительных сил при планировании на основе применения систем мониторинга, в основу которого положены гидрогеоэкологические модели территории, пополняемые гидролого-гидрогеологической и геолого-геофизической информацией и обеспеченные интеллектуальными ресурсами экспертных систем.

Исследован водный баланс территории, определяемый количеством атмосферных осадков в $100,5 \text{ км}^3/\text{год}$ и объемом водного стока с территории республики в среднем за многолетие в $51,7 \text{ км}^3/\text{год}$. Разница между этими величинами испаряется или аккумулируется в ледниках и снежниках, но это проявляется неодинаково в разных бассейнах стока, которые существенно отличаются по водному балансу и уровню истощения. 8492 ледника с запасами $\geq 400 \text{ км}^3$ пресной воды формируют до 50% стока в бассейне Аральского моря с июня по август, когда до 25% речного стока расходуется на орошение. Ледники питают 1450 горных озер, аккумулирующих 44 км^3 воды. Воды малых рек полностью расходуются на орошение земель. Разработан комплекс гидрогеоэкологических моделей и схема гидрогеоэкологического районирования региона и сделан прогноз дальнейшего развития ситуации с учётом природных и техногенных условий. Выполнена оценка техногенной трансформации природных вод на основе картографирования и построения гидролого-гидрогеологических схем с выделением бассейнов стока, которым соответствуют свои условия формирования природных вод.

Водный баланс в бассейне Аральского моря нарушен из-за необоснованно больших масштабов и отсталой технологии орошения в соседних равнинных государствах СНГ. Потери воды в целом по бассейну Арала по нашим расчетам, превышают $20 \text{ км}^3/\text{год}$. В условиях рынка вода должна

стать товаром, что обеспечит мероприятия по внедрению капельного орошения и снижению его водоёмкости в 2÷3 раза. Проблема может решаться при выводе ее из под юрисдикции отдельных государств и создании органа типа ЕЭС и свободной экономической зоны для преодоления катастрофы района Аральского моря. Надо разработать и принять за основу единую нормативно-правовую базу и механизм взаимоотношений. Необходимо создать технопарки в орошаемом земледелии со статусом частного, государственного, или межгосударственного предприятия и приоритетом в получении налоговых льгот. Система мониторинга должна стать инструментом управления состоянием гидросферы на основе моделирования и прогнозирования развития процессов техногенной трансформации природных вод и ОС.

Публикации по теме диссертации

Монографии

1. История и методика гидрогеоэкологических исследований водных ресурсов Таджикистана. Худжанд: Изд. Меъродж, 2013.-172 с.
2. Теоретические основы использования водных ресурсов Таджикистана и их защита. Худжанд: Изд. Меъродж, 2014.-176 с.

Статьи в изданиях, рекомендованных ВАК

1. О состоянии водных ресурсов Таджикистана // Проблемы региональной экологии. 2011. № 5. С.139-142.
2. О гидрогеоэкологических особенностях горнорудных районов // Известия АН РТ, отд. физ-мат., хим., геол. и техн наук. Д., 2009. № 1(134), С. 88-95.
3. Гидрогеохимические особенности техногенеза в районах нефтедобычи Северного Таджикистана // Вестник Таджикского национального университета. Душанбе, 2010. № 1 (49). С. 232-236.
4. О водных ресурсах Таджикистана // Вестник Таджикского национального университета. Душанбе, 2010. № 1 (49). С. 250-252.
5. Об экологическом значении глубоких поглощающих горизонтов // Проблемы региональной экологии. М., 2010. № 1. С. 72-76.
6. Перспективные способы защиты водохозяйственных объектов // Экология и промышленность России. М., 2009. № 7. С. 23-25.
7. Гидрогеоэкологические особенности территории Северного Таджикистана // Известия АН РТ, отд. физ-мат., хим., геол. и техн наук. Д., 2009. № 3(136). С. 78-82.
8. Характеристика гидросферы Таджикистана // Вестник Таджикского национального университета. Душанбе, 2012. № 1 – 3 (85). С. 260-265.
9. О водных ресурсах ледников и снежников // Вестник Таджикского

национального университета. Душанбе, 2012. № 1 – 3 (85) С. 274-277.

10. Гидролого-гидрогеологическое районирование территории Республики Таджикистан по бассейновому принципу // Вестник педагогического университета. Изд. Тадж. гос. Университета им. Садриддина Айни. Душанбе, 2012. № (45). С. 210-213.

11. Результаты изучения качества природных вод Таджикистана // Вода: химия и экология. 2012. № 5. С. 109-113. – URL: <http://watchemec.ru/article/24646/> (соавторы Гаев А.Я., Саидова Д.Н.)

12. Анализ и гидрогеоэкологическая оценка формирования поверхностного стока Таджикистана // Гидроресурсы. Казань. № 5 (55) – 2013. – с. 12.

Учебники и учебные пособия

1. Экономическая география Таджикистана. Худжанд: Изд. Нури Марифат, 2002. 84 С.

2. Крупные реки Евразии. Худжанд; Изд. Ношир, 2009. 106 С.

3. Евразия (природно-географическая характеристика) Худжанд: Изд. Меъродж., 2010. 254 С.

4. Из истории географических исследований Средней Азии. Худжанд: Изд. Меъродж., 2011. 169 С.

5. Подготовка будущих учительских кадров по экологическому воспитанию. Худжанд. Изд. Меъродж., 2011. 189 С.

Статьи в журналах и научных сборниках

1. К палеогидрогеологической характеристике территории Таджикистана // Гидрогеология и карстоведение. Вып. 18. Пермь, 2009. С. 61-63.

2. К проблеме оптимизации использования подземных вод на примере Северо-Востока Таджикистана // Гидрогеология и карстоведение. Вып. 18. Пермь, 2009. С. 91-96.

3. Особенности формирования подземных вод Таджикистана // Гидрогеология и карстоведение. Вып. 18. Пермь, 2009. С. 114-121.

4. О гидрогеоэкологическом районировании территории Северного Таджикистана // Гидрогеология и карстоведение. Вып. 18. Пермь, 2009. С. 161-165.

5. О возможных направлениях совершенствования водного хозяйства Таджикистана // Гидрогеология и карстоведение. Вып. 18. Пермь, 2009. С. 172-178.

6. К обоснованию водохозяйственной политики в вододефицитных районах. Медицина, фармацевтика и экология // Труды II Сибирского конгресса по экологии с международным участием/ МАНЭБ, Иркутск – Байкал, 2010. С. 140-145.

7. Глубокие поглощающие горизонты и их экологическое значение // Медицина, фармацевтика и экология: Труды II Сибирского конгресса по экологии

гии с международным участием /МАНЭБ, Иркутск – Байкал, 2010. С. 145-151. (соавторы Гаев А.Я., Алферов И.Н.).

8. О стратегии обеспечения безопасности жизнедеятельности // Экологические проблемы промышленных городов. Сб. науч. тр. / Под ред. проф. Е.И. Тихомировой. Ч. 2. Саратов: Изд. Саратовского гос. тех. университета, 2011. С. 38-39.(соавторы Гаев А.Я, Алферов И.Н., Гацков В.Г., Балабанова Ю.М., Килин Ю.А.).

9. Об экологизации жизнедеятельности и образования // Экологические проблемы промышленных городов. Сб. науч. тр. / Под ред. проф. Е.И. Тихомировой. Ч. 2. Саратов: Изд. Саратовского гос. тех. университета, 2011. С. 283-285.

10. О факторах и природных условиях формирования водных ресурсов Таджикистана // Ученые записки Худжандского госуниверситета им. акад. Б.Гафурова. Серия: Естественные и экономические науки. Худжанд, 2011. № 4 (19). С. 143-152.

11. О принципах оценки водных ресурсов горно-складчатых областей // Сергеевские чтения. Роль инженерной геологии и изысканий на предпроектных этапах строительного освоения территорий. Выпуск 14. Материалы годичной сессии Научного совета РАН по проблемам геоэкологии, инженерной геологии и гидрогеологии (22 марта 2012 г). – М.: РУДН, 2012. – С.14-17. (соавторы Гаев А.Я., Алферов И.Н., Алферова Н.С., Погосян Ю.М.).

12. Рахимов А.И., Чодураев Т.М. Особенности формирования стока рек Таджикистана. //Наука и новые технологии №7, Бишкек, 2013 , с.-60-62

13. Рахимов А.И. Некоторые вопросы истории исследования водных ресурсов Таджикистана.//Наука и новые технологии №7, Бишкек, 2013, с.-67-69.

14.Рахимов А.И. Гидрогеоэкологические особенности вододефицитных районов Таджикистана.//Известия ВУЗов №8, Бишкек, 2014г. с.-42-45

15. Рахимов А.И., Чодураев Т.М. Бассейновый принцип изучения водных ресурсов Таджикистана. //Известия ВУЗов №8, Бишкек, 2014г. с.-52-54

16. Рахимов А.И.Гидроэкологические исследования Северного Таджикистана.//Наука и новые технологии №6, Бишкек, 2014

17. Рахимов А.И.О необходимости и мероприятиях по предотвращению негативных последствий разведки и разработки минерального сырья.//Наука и новые технологии №6, Бишкек, 2014

18. Рахимов А.И. Нарушение в бассейнах рек Таджикистана при добыче и переработке рудных месторождений.//Известия вузов 7 выпуск Бишкек, 2015 г. в печати

19. Рахимов А.И. Охрана ресурсов Таджикистана и улучшения водоснабжения населения.// Известия вузов 7 Бишкек, выпуск 2015 г. в печати

Материалы конференций

1. О гидрогеоэкологических особенностях горнорудных районов // Мат. VI Междунар. научн.-практ. конф. «Татищевские чтения. Актуальные проблемы экологии и охраны окружающей среды. Тольятти: Волжский ун-т им. В.Н. Татищева, 2009. С.183-193.
2. О перспективах использования водных ресурсов Таджикистана // Вода для жизни – 2009: Мат. Межрегион. научн.-практ. конф. – Уфа: Информреклама, 2009. С. 158–160.
3. Подземные воды северо-востока Таджикистана и вопросы оптимизации их использования // Экология и развитие общества: Мат. XII Междунар. конф. / Под ред. проф. Л.К. Горшкова. Сосновый бор - СПб: МАНЭБ, 2009.С. 139– 141.
4. О новых способах защиты водных ресурсов // Экология и развитие общества: Мат. XII Междунар. конф. / Под ред. проф. Л.К. Горшкова. Сосновый бор – СПб: МАНЭБ, 2009. С. 146-149. (соавторы Гаев А.Я., Алферов И.Н.).
5. О геоэкологической ситуации в районе горнорудного предприятия «Анзоб» // Экология и развитие общества: Мат. XII Междунар. конф. Сосновый бор. СПб. / Под ред. проф. Л.К. Горшкова. СПб: МАНЭБ, 2009.С. 289–290. (соавторы Гаев А.Я., Алферов И.Н.).
6. О необходимости магазинирования подземных вод в вододефицитных районах (на примере Оренбуржья и Таджикистана): Материалы 2-ой Всеросс. научн.-практ. конф. «Эколого-геологические проблемы урбанизированных территорий. 25-26.11.09. Екатеринбург, 2009. С. 92-95.
7. Гидролого-гидрогеологический подход к оценке перспектив водоснабжения на примере Оренбуржья и Республики Таджикистан: Материалы 2-ой Всеросс. научн.-практ. конф. «Эколого-геологические проблемы урбанизированных территорий. 25-26.11.09. Екатеринбург, 2009. С. 95-97.
8. О водохозяйственных проблемах Республики Таджикистан: Материалы 2-ой Всеросс. научн.-практ. конф. «Эколого-геологические проблемы урбанизированных территорий. 25-26.11.09. Екатеринбург, 2009. С. 137-140. (соавторы Гаев А.Я., Алферов И.Н.).
9. О главных источниках питания поверхностных и подземных вод Таджикистана // Материалы VII Междунар. научн.-практ. конф. «Татищевские чтения: «Актуальные проблемы экологии и охраны окружающей среды». Тольятти: Волжский ун-т им. В.Н. Татищева, 2010. С. 393-397.
10. Научные основы экологизации образования // Материалы Всеросс. научно-практ. конф. Оренбург: ОГУ, 2010. URL: http://conference.osu.ru/assets/files/conf_info/conf6/1.pdf (дата обращения: 10.06.2013). С.24-33 (соавторы Гаев А.Я., Килин Ю.А., Нечитайло О.Н.).
11. Об экологизации и геологизации жизнедеятельности // Геол. и по-

лезные ископаемые Зап. Урала: Мат. регион. науч.-практ. конф./Перм. ун-т. Пермь, 2010. С. 291-294.(соавторы Гаев А.Я, Клин Ю.А., Нечитайло О.Н.).

12. Об экологической роли глубоких поглощающих горизонтов в районах нефтегазопромыслов // Геол. и полезные ископаемые Зап. Урала: Мат. регион. науч.-практ. конф./Перм. ун-т. Пермь, 2010. С. 295-297.(соавторы Гаев А.Я, Гацков Ю.М., Нечитайло О.Н., Алферов И.Н.).

13. Характеристика подземных вод Таджикистана // Геол. и полезные ископаемые Зап. Урала: Мат. регион. науч.-практ. конф./Перм. ун-т. Пермь, 2010. С. 235-238.

14. О ресурсах подземных вод Таджикистана // Проблемы географии Урала и сопредельных территорий: Мат. Всеросс. науч.-практ. конф. с международ. участием. Челябинск: АБРИС, 2010. С.91-94.

15. Об экологических свойствах питьевой воды и методах ее подготовки // Геоэкологические проблемы современности: Доклады 3-ей Международ. конф. /Под ред. И.А. Карловича: Владимир, ВГТУ, 2010. С. 74-76.

16.Роль вертикальной поясности в формировании водных ресурсов Таджикистана // Геоэкологические проблемы современности: Доклады 3-ей Международ. конф. /Под ред. И.А. Карловича: Владимир, ВГТУ, 2010. С.254-255.

17. К разработке моделей геологической среды нефтегазоносных районов на примере Южного Приуралья // Современная гидрогеология нефти и газа (фундаментальные и прикладные вопросы): Мат. Всеросс. науч. конф., посвященной 85-летию А.А. Карцева. М.: ГЕОС, 2010. С. 30-35.(соавторы Гаев А.Я, Абукова Л.А., Нечитайло О.Н., Алферов И.Н., Балабанова Ю.М.).

18. К методике оценки ресурсов подземных вод на нефтепромыслах // Современная гидрогеология нефти и газа (фундаментальные и прикладные вопросы). Мат. Всеросс. науч. конф., посвященной 85-летию А.А. Карцева. М.: ГЕОС, 2010. С. 492-496.(соавторы Гаев А.Я, Гацков Ю.М., Нечитайло О.Н., Алферов И.Н., Пампушка А.М.).

19. О гидросфере и водных ресурсах Таджикистана // Антропогенная трансформация природной среды: Материалы Международ. конф. /Перм. Гос. ун-т. - Пермь, 2010. Т. 1, Ч. 2.С. 172-176.

20. К оценке экологического состояния нефтегазоносных районов // Антропогенная трансформация природной среды: Материалы Международ. конф. /Перм. гос. ун-т. - Пермь, 2010. Т. 1, Ч. 1.С. 193-201.

21. Барьерный принцип защиты окружающей среды // Окружающая среда и менеджмент природных ресурсов: Тезисы док. Международ. конф. - Тюмень: Изд. Тюменского гос. ун-та, 2010. С. 29-31. (соавторы Гаев А.Я., Алферов И.Н.).

22. О стратегии сохранения биоразнообразия. Окружающая среда и менеджмент природных ресурсов: Тезисы док. Международ. конф., г. Тюмень: Изд. Тюменского госун-та, 2010. С. 33-35. (соавторы Гаев А.Я, Алферов И.Н., Балабанова Ю.М.).

23. О новых технологиях защиты водохозяйственных объектов // Наука и образование: фундаментальные основы, технологии, инновации: Мат. Междунар. науч. конф. Ч. 5. Оренбург: ИПК ГОУ ОГУ, 2010. С. 133-136.(соавторы Гаев А.Я, Алферов И.Н.).

24. О внедрении ГИС-технологий в системы мониторинга нефтегазодобывающих районов // Наука и образование: фундаментальные основы, технологии, инновации: Мат. Междунар. науч. конф. Ч. 5. Оренбург: ИПК ГОУ ОГУ, 2010. С. 140-144. (соавторы Гаев А.Я, Алферов И.Н., Балабанова Ю.М.).

25. Научные основы экологизации образования // Интеграция науки и практики в профессиональном развитии педагога: Мат. Всеросс. науч.-практ. конф. Оренбург: ИПК ГОУ ОГУ, 2010. С. 24-33.(соавторы Гаев А.Я, Алферов И.Н., Нечитайло О.Н., Килин Ю.А.).

26. Роль гор в формировании гидросферы Таджикистана // Вузовская наука – региону: Мат. Восьмой Всеросс. НТК. Вологда: ВоГТУ, 2010. Т. 1. С. 462-464.

27. О стратегии защиты водохозяйственных объектов от загрязнения // Вузовская наука – региону: Мат. Восьмой всерос. науч.-техн. конф. Вологда: ВоГТУ, 2010. Т. 1. С. 397-398.(соавторы Гаев А.Я, Алферов И.Н., Гацков В.Г., Килин Ю.А.).

28. Об экологизации и геологизации образования и жизнедеятельности // Вузовская наука – региону: Мат. Восьмой Всеросс. науч.-техн. конф. Вологда: ВоГТУ, 2010. Т. 1. С. 399-400.

29. О проблеме водоснабжения населения в вододефицитных районах на примере бассейна р. Урал. Геология, полезные ископаемые и проблемы геоэкологии Башкортостана, Урала и сопредельных территорий: Мат. 8-ой Междунар. НПК. Уфа: ДизайнПолиграфСервис, 2010. С. 240-242. (соавторы Гаев А.Я., Балабанова Ю.М.).

30. К методике региональных гидрогеоэкологических исследований в вододефицитных районах //Арчиковские чтения: науки о Земле и устойчивое развитие: сб. мат. Междунар. науч.-практ. конф. Чебоксары: Изд. Чуваш.ун-та, 2010. Вып. 1. С. 12-16.

31. О системах мониторинга в вододефицитных районах // Экология и жизнь: сб. статей XIX Междунар. науч.-практ. конф. – Пенза: Приволжский Дом знаний, 2010. С.83-85.(соавторы Гаев А.Я, Алферов И.Н., Гацков В.Г., Балабанова Ю.М., Килин Ю.А.).

32. О перспективах развития стратегии водопользования в вододефицитных районах на примере Оренбургской области // Экология и жизнь: сб. статей XIX Междунар. науч.-практ. конф. – Пенза: Приволжский Дом знаний, 2010. С.86-89.

33. Способы защиты качества питьевых подземных вод // Питьевые подземные воды. Изучение, использование и информационные технологии.

Мат. Междунар. науч.-практ. конф. ВСЕГИНГЕО. Ч.1. 2011. С. 224-233.(соавторы Гаев А.Я, Погосян Ю.М., Алферов И.Н., Гацков В.Г., Балабанова Ю.М.,Килин Ю.А.).

34. О питьевых водах и элементах водного баланса Таджикистана // Питьевые подземные воды. Изучение, использование и информационные технологии: Мат. Междунар. науч.-практ. конф. ВСЕГИНГЕО. Ч.1. С. 253-263.

35.О водохозяйственных и энергетических проблемах Таджикистана // Мат. Международн. науч. симпозиума «Возобновляемые источники энергии: проблемы и перспективы». Худжандский гос. ун-т, Худжанд, 2011. С. 253-256.

36. О состоянии и перспективах развития водного хозяйства вододефицитных районов (на примере Оренбургской области) // Современные проблемы водохранилищ и их водосборов: в 4 т. Т. III. Управление водными ресурсами речных водосборов: тр. Междунар. науч.-практ. конф. Перм. гос. ун-т. Пермь, 2011. С. 33-36.

37. Водохозяйственные проблемы горнодобывающих вододефицитных районов (на примере Оренбургской области) // Экологическая безопасность промышленных регионов: Мат. II Уральск. Междунар. экол. конгресса. Екатеринбург, Пермь. СОО ОО – МАНЭБ. Ин-т экономики УрО РАН, 2011. С. 41-44.(соавторы Гаев А.Я, Алферов И.Н., Погосян Ю.М., Гацков В.Г., Балабанова Ю.М., Перов В.П.).

38.Экологическая емкость подземной гидросферы важнейший ресурс природопользования // Ресурсовоспро-изводящие, малоотходные и природоохранные технологии освоения недр: Материалы X Междунар. конф. (12 – 18 сент. 2011 г.). – Москва. Махачкала, М.: РУДН, 2011. С. 230-234. (соавторы Гаев А.Я, Абукова Л.А., Панкратьев П.В., Алферов И.Н., Погосян Ю.М.).

Рахимов Абдулфаттох Иброгимовичтин «Таджикистандын суу ресурстарын коргоо жана сарамжалдуу пайдалануунун илимий негиздери» деген темада 25.00.36 -Геоэкология адистиги боюнча география илимдеринин доктору даражасын изденүүгө жазылган диссертациянын

РЕЗЮМЕСИ

Өзөк сөздөр: Геосистема, жаратылыш-техногендик геосистема, геоэкологиялык абал, гидрогеохимиялык кесилиш, зоналдуулук, мониторинг, табигый туруктуулук, алап.

Изилдөөнүн объектиси: Таджикистандын жаратылыш жана жаратылыш-техногендик системалары.

Иштин максаты: Таджикистандын суу ресурстарын коргоодо, гидрогеоэкологиялык анализ жана сарамжалдуу пайдаланууну оптимизациялоонун методологиялык негиздерин иштеп чыгуу болуп эсептелет.

Иште 2350 суунун физико-химиялык анализинин, 4700 гө жакын грунт, 247 литологиялык жактан минералдык жана химиялык курамы аралаш тектердин, 176 сууда эриген жана бош газдардын химиялык анализдеринин, 340 сууда эриген органикалык заттардын үлгүлөрү пайдаланылды.

Чогулган материалдарды талдоо процесинде: системалуу талдоо, синергетикалык ыкма, геомаалыматтык карта түшүрүү, статистикалык жана графикалык ыкмалар колдонулду.

Иште Таджикистандын жаратылыш-техногендик геосистемасында гидроэкологиялык абалдын өнүгүшүнүн ретроспективдүү талдоосу жүргүзүлгөн, изилденип жаткан регионду баалоодо гидроэкологиялык баалоо ыкмасы жакшыртылган, аймакты гидроэкологиялык райондоштуруу жүргүзгөн, сугат жерлеринин геоэкологиялык абалын жана тоолуу райондорду өздөштүрүүнүн ар кандай тепкичтери бааланып, алардын мейкиндиктен-мезгилден көз карандылыгы аныкталды. Экологиялык абалды турукташтыруу боюнча байкоо системасын түзүүдө жана тиешелүү моделдердин комплекси менен бул абалды башкаруудагы иш чаралардын системасы иштелип чыкты.

Автордун теориялык иштелмелери жана практикалык сунуштары Таджикистандын суу чарба министирлигинин курамдарында жана академик Б. Гафуров атындагы Худжанд мамлекеттик университетинде пайдаланылат.

Иштин жыйынтыгы. Таджикистандын геосистемасын коргоо жана сарамжалдуу пайдалануу иш чараларын иштөө үчүн негиз болуп саналат.

РЕЗЮМЕ

диссертации Рахимова Абдулфаттаха Иброгимовича на тему «Научные основы рационального использования и охраны водных ресурсов Таджикистана» на соискание ученой степени доктора географических наук по специальности 25.00.36.- Геоэкология.

Ключевые слова. Геосистема, природно-техногенная геосистема, геоэкологическая ситуация, гидрогеохимический разрез, зональность, мониторинг, естественная устойчивость, бассейн.

Объектом исследования диссертационной работы являются природно-природно техногенные геосистемы Таджикистана.

Цель диссертационной работы заключается в разработке методологических основ гидрогеоэкологического анализа и оптимизации рационального использования, охраны водных ресурсов Таджикистана.

В работе использованы 2350 физико-химические анализы проб воды, около 4700 проб грунтов, 247 данные по литолого минералогическому и химическому составу в мешающих пород, 176 химические анализы водоростворенных и свободных газов, 340 водорастворенных органических веществ и т.д.

В процессе обработки собранных материалов использовались системный анализ, синергетический подход, геоинформационное картографирование, статистические и графические методы.

В работе проведено ретроспективный анализ развития гидроэкологической ситуации в природно-техногенной геосистеме Таджикистана, усовершенствована методика гидроэкологической оценки изучаемого региона, проведено гидроэкологическое районирование территории, выявлены пространственно-временные зависимости посредством оценки геоэкологического состояния орошаемых земель и горнодобывающих районов на разных стадиях освоения. Разработана система мероприятий по стабилизации экологической ситуации и созданию систем мониторинга и управления этой ситуацией с комплексом соответствующих моделей.

Теоретические разработки и практические рекомендации автора используются в структурных подразделениях Минводхоза республики и в Худжандском государственном университете им. академика Б. Гафурова.

Результаты работы послужат основой для разработки мероприятий по рациональному использованию и охране геосистем Таджикистана.

SUMMARY

The dissertation of Rakhimov Abdulfattah Ibrogimovich on the theme "Scientific bases of rational use and protection of water resources in Tadzhikistan" for the degree of Doctor of Geographical Sciences specialty 25.00.36.-Geoecology.

Keywords. Geosystem, natural and technogenic geosystems geoecological situation hydrogeochemical cut, zoning, monitoring, natural resistance, pool.

The object of study of the thesis are natural and man-made natural geosystems in Tadzhikistan.

The aim of the dissertation devoted to develop methodological bases hydrogeoecological analyze and optimize the rational using protection of water resources Tadzhikstana.

We used 2350 physical-chemical analysis of water samples, about 4700 soil samples, 247 data on lithologic mineralogical and chemical composition in preventing species, 176 chemical analyzes vodorostvorenniyh and free gas, 340 water-dissolved organic matter, etc.

During the processing of the collected materials have used systems analysis, synergistic approach geoinformation mapping, statistical and graphical methods.

The work carried out a retrospective analysis of the development of hydroecological situation in the natural and man-made geosystem Tadzhikistan has, improved methods of hydro-ecological assessment on under shedsying in has study, conducted hydroecological zoning, revealed spatial and temporal dependence by assessing geo-environmental conditions of irrigated lands and mining areas at different stages of development. A system of measures for stabilization of the ecological situation and the establishment of monitoring and control systems of situation with a set of appropriate models.

Theoretical developments and practical recommendations of the author are used in the structural units of Ministry of Water Resources of the Republic and in Khujand State University. Academician B. Gafurov.

The results serve as a basis for the development of measures for the rational use and protection of geosystems in Tadzhikistan.

Подписано к печати 20.05.2016 г. Формат 60X84 1/16.
Бумага офсет. Печать офсет. Объем. 2,75 п. л. Тираж 100 экз.

г. Бишкек, ул. Раззакова, 49. ЧП «Сарыбаев Т.Т.» т. 0 708 058 368
e-mail: talant550@gmail.com