

Худжандский государственный университет им.акад.Б. Гафурова

На правах рукописи

УДК 628.396+504.064.47

РАХИМОВ АБДУЛФАТТОХ ИБРАГИМОВИЧ

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

Специальность 25.00.36 - Геоэкология

диссертация на соискание ученой степени
доктора географических наук

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

Бишкек - 2016

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
ГЛАВА 1 АНАЛИЗ ИЗУЧЕННОСТИ ПРОБЛЕМЫ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ ТАДЖИКИСТАНА.....	11
1.1. Анализ изученности проблемы использования водных ресурсов Таджикистана до1917 года(до советский период).....	11
1.2. Анализ изученности проблемы использования водных ресурсов Таджикистана после 1917 года.....	13
ГЛАВА 2. ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ.....	21
2.1. Современные физико-географические условия.....	21
2.2. Геологическое строение региона.....	33
2.3. Палеогеографические условия формирования водных ресурсов региона	49
ГЛАВА 3. МЕТОДОЛОГИЯ И МЕТОДИКА ГИДРОГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	58
3.1. Общие вопросы методологии исследования.....	58
3.2. Оценка влияния техногенеза на водные ресурсы Таджикистана.....	75
3.3. Методика проведения предполевых и полевых работ.....	79
3.4. Обработка и обобщение материалов	82
3.5. Уязвимость и защищенность природных вод и окружающей среды к загрязнению.....	104
3.6. Система гидрогеоэкологического мониторинга.....	109
ГЛАВА 4. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И ОХРАНЫ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ ТАДЖИКИСТАНА.....	121
4.1. Ресурсы гидросферы Таджикистана и их специфика.....	121
4.2. Анализ и гидрогеоэкологическая оценка формирования поверхностного стока.....	134

4.3. Гидрогеоэкологические исследования в вододефицитных районах Таджикистана.....	146
ГЛАВА 5. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И ОХРАНЫ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ ТАДЖИКИСТАНА.....	169
5.1. Водохозяйственные проблемы Таджикистана.....	169
5.2. Гидрогеоэкологическое районирование территории республики по бассейновому принципу.....	182
5.3. Пути преодоления негативных последствий в гидросфере Таджикистана и в бассейне Аральского моря в пределах границы Таджикистана.....	197
5.4. Пути совершенствования водопользования и минимизации загрязнения гидросферы на основе системы геоэкологического мониторинга.....	208
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	242
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	245
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	285

ВВЕДЕНИЕ

Таджикистан и другие государства Центральной Азии 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 XXв. 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 Центральной Азии пик Исмаила Сомони на Памире с отметкой 7495 м над уровнем моря. Проявляется высотная поясность с изменениями физико-географических условий от субтропических на равнинах и в предгорных впадинах до горной тундры на высокогорье. Жаркий аридный климат на равнинах сменяется суровым, холодным климатом в горах с развитием оледенения.

Концепция устойчивого развития 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 ирригационной, 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 также полициклические ароматические УВ (ПАУ) и их галогенпроизводных, поступающих в окружающую среду (ОС) из дымов и смолистых продуктов добычи, переработки и использования углей, 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 также 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 гидрогеоэкологических процессов и явлений.

Объект исследования - природные гидрологические геосистемы и комплексы Таджикистана.

Предмет исследования - водные ресурсы территории, процессы естественного и техногенного преобразования, путей и способов их решения.

Целью диссертационного исследования является теоретико-методологическая разработка и практическая реализация комплекса методов гидрогеоэкологической оценки состояния и обоснования охраны и рационального использования водных ресурсов Таджикистана.

Для достижения поставленной цели были решены следующие **задачи**:

- провести ретроспективный анализ развития гидрогеоэкологических исследований в горнодобывающих и техногенно нарушенных районах Таджикистана;
- усовершенствовать методику гидрогеоэкологической оценки региона и выполнить гидрогеоэкологическое районирование территории для стабилизации геэкологической ситуации;
- анализировать использование водных ресурсов Таджикистана;
- выявить пространственно-временные зависимости посредством оценки геэкологического состояния орошаемых земель и горнодобывающих районов на разных стадиях освоения;
- разработать систему мероприятий по стабилизации экологической ситуации и созданию системы мониторинга (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 Российской Федерации: 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. Используются 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).

Расчитаны 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 также 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 стабилизации 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. 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;

3. 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;

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

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

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 гидрогеоэкологического 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 40

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 «Арчииковские 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 105 работ. Из них по теме диссертации 68, в том числе монографий и учебники и учебные пособия 7, статей 60 (4 из них опубликованы в изданиях из перечня ВАК КРи 12 в изданиях рекомендованных ВАК Министерства образования и науки РФ), материалов конференций и тезисов докладов 38. Общий объем публикации составляет 86 п.л., в том числе авторских 68 п.л.

Структура и объём работы. Диссертация объемом 287 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.

ГЛАВА 1. ИСТОРИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ ТАДЖИКИСТАНА

1.1. Анализ изученности проблемы использования водных ресурсов Таджикстана до 1917 года (до советский период)

Гидрогеоэкологические условия развития региона Центральной Азии, к которому относится Таджикистан и его гидросфера отличаются большим своеобразием (рис. 1.1). Семитысячники Памира являются центром широкого развития ледников с горными реками и крупными конусами выноса. В межгорных областях сформировались широкие речные долины с теплым субтропическим климатом и плодородными землями. Благоприятные природные условия и богатые недра Таджикистана издревле привлекали к себе внимание купцов и путешественников из разных стран [50, 447, 495, 496]. С XVIII в. здесь проводили экспедиционные исследования русские академики Н.М. Пржевальский, А.Е. Ферсман, К.И. Скрябин, В.В. Бертольд и др. Эти экспедиции способствовали активизации научных исследований водных ресурсов и минерального сырья, а также развитию землепользования [6, 7, 50, 51, 53, 58]. Они способствовали так же созданию первых ВУЗов и научных институтов по изучению и оценке водных и минеральных ресурсов Таджикистана, развитию гидролого-гидрогеологических, физико-географических, геологических и геохимических исследований. Начали производиться поисково-оценочные работы и накапливаться материалы по гидрологии, гидрогеологии, гидрометеорологии, геоморфологии, геолого-геофизическому строению, тектонике, почвенно-растительному покрову, географии и картографии. Водохозяйственные исследования были начаты в XIX в. экспедициями Н.А. Северцева, Г.Д. Романовского, И.В. Мушкетова, И.Д. Иванова, Д.И. Мушкетова, Д.В. Наливкина и др. [69-71, 79, 80, 83]. Метеорологические наблюдения в Худжанде начаты в 1866 г. и продолжены в Ура-Тюбе (1883) и в Пенджикенте (1995). Гидрологические исследования на р. Сырдарье начаты в Худжанде с 1885 г., а на р. Зеравшан — с 1889 г. В г. Ташкенте организован Гидрометрический сектор Управления земледелия, проводивший под руководством В.Г. Глушкова гидрологические исследования. В 1929г. в Республике создан гидрометеорологический комитет, выпускающий «Ежедневный бюллетень погоды» и агрометеорологические сезонные обзоры по сельскохозяйственным зонам с краткосрочными прогнозами. П.Н. Никулиным опубликована монография «Климат Таджикистана» (1946) [499]. С.С. Неустроев (1913-1916) охарактеризовал почвенные растворы, а НИИ почвоведения и геоботаники

САГУ с 1920 г. начаты стационарные исследования почв и почвенных вод Республики [213]. Они были усилены с 1936 г. Вахшской почвенно-мелиоративной станцией, по результатам работы которой сформированы научные основы осушения и рассоления почв Вахшской долины, изложенные в сб. «Почвы Вахшской долины и их мелиорация». В 1951 г. создан Институт почвоведения, исследовавший физико-химические свойства почв и грунтов и составивший почвенные карты и карты почвенно-мелиоративного районирования орошаемых земель Республики.



Рис. 1.1. Физическая карта государств Центральной Азии

Исследуются экзогенные геодинамические процессы, закономерности распространения различных типов почв и разрабатываются меры борьбы с этими негативными процессами [386, 387, 490, 491].

Исследование гидролого-гидрогеологических условий и гидросферы региона осуществлялись в тесной связи с использованием и изучением процессов формирования его природных и техногенных ландшафтов. Теоретические основы этих научных направлений заложили выдающиеся ученые: Л.С. Берг, И.П. Герасимов, М.А. Глазовская, С.П. Горшков, О.П. Добродеев, К.Н. Дьяконов, И.В. Зубов, А.А. Исаев, А.Г. Исаченко, И.А. Карлович, Б.И. Качуров, С.В. Колесник, А.Н. Ласточкин, К.К.Марков, Ф.Н. Мильков, В.А. Николаев, А.П.Окладников, Б.Б. Полюнов, А.И. Перельман, В.С. Самарина, В.Т. Трофимов, Ф.И. Тютюнова, В.И. Федотов, С.Л. Шварцев, и мн. др. [6, 7, 53, 84, 139, 173, 147-149, 203,

204, 275-277, 294, 300, 324, 325, 379, 397, 442, 444]. Разработка гидрогеоэкологических проблем региона осуществляется с развития идей В.И. Вернадского, Е.М. Сергеева, А.В. Сидоренко, В.И. Осипова, В.Д. Бабушкина, В.Н. Быкова, А.Я. Гаева, Г.А. Голодковской, В.М. Гольдберга, И.С. Зекцера, В.А. Мироненко, Р.Ф. Абдрахманова, С.Я. Абдурахимова, К.Е. Питьевой, В.Т. Трофимова, А.П. Хаустова, и др. [3-10, 34, 35, 54, 66, 75-77, 95-101, 107, 108, 114, 115, 182, 278, 307, 308, 331, 410, 411, 413-416].

В истории исследований гидросферы Таджикистана выделено три периода: дореволюционный, советский и современный. 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), например, 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. Калицкий, 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).

1.2. Анализ изученности проблемы использования водных ресурсов Таджикистана после 1917 года

В советский период выполнен большой объем водохозяйственных, гидрогеологических и гляциологических исследований. В 1932 г. создана Таджикская (впоследствии Таджикско-Памирская) комплексная экспедиция для изучения минерально-сырьевых ресурсов Республики. В ее составе П.П. Чуенко, П.К. Чихачев, Н.П. Луппов, С.И. Клунников, Б.А. Борнеман, А.Р. Бурачек и др. заложили основы и выполнили крупные водохозяйственные, гидрогеологические работы. В 1938г. организовано Таджикское геологическое управление, а в 40-е гг. – Геологический институт АН Таджикской ССР, которые углубили исследования региона, осуществляемые также Среднеазиатским госуниверситетом, трестом Узгеолразведка, Таджикским и Среднеазиатским Водпроизом. Расширились поливные земли под хлопчатник и продовольственные культуры, осуществлялось водоснабжение совхозов и колхозов, обводнялись пастбища отгонного скотоводства. Изучались также минеральные, рудничные воды и воды нефтяных месторождений. На ряде месторождений осуществлялись

режимные наблюдения за подземными водами. Ирригационно-мелиоративными исследованиями были охвачены долины крупных рек, предгорные равнины и межгорные впадины.

В долине Вахша к 1934 г. был построен канал и эксплуатация его ирригационной сети привела к засолению и заболачиванию земель. Для предотвращения этих негативных явлений к 1951 г. функционировали сети государственных режимных наблюдений за грунтовыми водами. В Гиссарской долине в 1942 г. был построен одноименный канал. В результате гидролого-мелиоративных исследований были составлены крупномасштабные мелиоративно-гидрогеологические карты по ряду участков Гиссарского бассейна, а по рекам Кызылсу и Яхсу созданы сети режимных наблюдений за подземными водами. Мелиоративно-гидрогеологическими исследованиями были охвачены так же долина р. Сырдарья и Ура-Тюбинская впадина. Вопросы водоснабжения за счет подземных источников решались для рудных месторождений Карамазара и рабочих поселков с конца 20-х гг. XX века. На юге Республики решались вопросы водоснабжения городов Душанбе, Куляб и ряда совхозов.

Исследованиями минеральных вод Памира и Центрального Таджикистана занимались А.С. Уклонский (1930), Н.М. Прокопенко (1932), И.Е. Хрисанфов и Г.И. Жуков (1933), В.И. Попов (1936), В.П. Александров (1939), С.И. Ильин (1941). По источникам Ходжаобигарм и Обигарм геологическим управлением в 1957 г. подсчитаны запасы минеральных вод, на базе которых построены курорты республиканского значения. При поисках нефти трестом «Термезнефть» в Южно-Таджикской депрессии выявлены глубокие минеральные воды в структурах Кызылтумшук и Обигарм. После подсчета запасов этих вод геологическим управлением были организованы водолечебницы республиканского значения.

На рудных месторождениях Карамазара, Моголтау, Центрального Таджикистана и на Шурабском бурогольном месторождении Ферганы изучались шахтные воды, и на ряде рудников организованы режимные наблюдения за подземными водами. Воды нефтяных месторождений изучались в Ферганской впадине многими организациями. В частности, изучались вопросы формирования пластовых вод (Митгарц, 1956).

Гидрогеологические работы регионального характера начаты в Республике с 1932 г. В 1936 г. П.Г. Григоренко составлен первый каталог родников и других водоисточников. Более детальная кадастровая работа была завершена в 1947 г. Н.М. Чуршиной. При этом были учтены родники, скважины, колодцы, шурфы, шахты; составлены учетные карточки и регистрационные карты водопунктов.

По результатам комплексных некондиционных геологических съемок О.К. Ланге (1948), а затем Б.А. Борнеманом и Е.Е. Керкисом были составлены схемы гидрогеологического районирования с выделением пяти областей и ряда районов. Большая работа по обобщению материалов по подземным водам была выполнена Узбекской экспедицией и Таджикским геологическим управлением. П.А. Панкратовым и др., (1956) составлена мелкомасштабная гидрогеологическая карта с объяснительной запиской и схемой районирования по условиям сельскохозяйственного водоснабжения. М.И. Герасимовым и Т.Н. Федотовой (1955) составлена карта гидрогеологического районирования по условиям водоснабжения пастбищ Республики.

С середины 50-х гг. гидрогеологические исследования получили широкое развитие в связи с работами по водоснабжению и орошению. Мелиоративные работы в речных долинах и межгорных депрессиях сопровождалось изучением режима грунтовых вод. Так, в долине р. Вахш наблюдения осуществлялись на 115 водопунктах. Сеть режимных наблюдений была создана в Гиссарской, Бишкентской, Нижне-Кафирниганской долинах и на орошаемых площадях Фархадского и Кайраккумского водохранилищ. Наблюдения продолжались так же в долинах рек Кызылсу и Яхсу. Бурились многочисленные скважины для изучения динамики и химического состава подземных вод. Таджикским геологическим управлением составлялись Ежегодники, по которым результаты наблюдений обобщались (Ю.Г. Планин, 1964-1967; М.В. Бабаев, 1965-1967; Цабут, 1965). Были разработаны методы картографирования орошаемых земель (Антонов, 1967) и рекомендации по регулированию режима грунтовых вод. Изучалась эффективность их использования для целей вертикального дренажа (Панкратов, Антонова и др., 1967) и выполнено гидрогеологическое районирование Южно-Таджикской депрессии по условиям применения вертикального дренажа (Антонов, Сердюк, 1967) [139].

Широко развернулись работы по водоснабжению городов и населенных пунктов Таджикистана за счет подземных вод (Курган-Тюбе, Арал, рудничных поселков Карамазара и др.), работы по подсчету запасов подземных вод по долинам рек (Кафирниган, Вахш, Кызылсуй, Яхсуй и др.), а так же по межгорным впадинам (Исфара-Ляканской, Нау-Костакозской, Лякат-Соватской и др.). Ю.И. Антонов (1967) охарактеризовал основные водоносные горизонты Республики и совместно с А.Г. Амелиным и др. оценил эксплуатационные запасы подземных вод.

В 1958г. создана экспедиция по изучению минеральных вод Таджикистана. Ею обследованы минеральные источники, минеральные и грязевые озера Памира, Южного и Центрального Таджикистана. Разведаны и подсчитаны запасы минеральных вод на месторождениях Ховатаг, Явроз, Сандхок, минеральных вод и терм на месторождении Ходжаобигарм, а также вод соляных месторождений. Опубликовано ряд работ (Сердюк и др., 1965-1967; Гордиенко и др., 1965) и составлена сводка по минеральным водам Таджикистана (С.П. Тарасова), а также мелкомасштабная карта и схема районирования территории Республики, отражающая классификацию и закономерности распространения минеральных вод.

Буровая контора Таджикского геолуправления развернула разведочные работы на нефть и газ, а тематическая партия начала исследования промышленных и термальных вод [139]. Подземные воды с промышленным содержанием йода и брома вскрыты на многих площадях Южно-Таджикской депрессии в неогеновых, палеогеновых, меловых и юрских отложениях. Выполнена оценка запасов минеральных вод по депрессии (1968) и начата разработка технологии извлечения полезных компонентов. По результатам многолетних исследований термальных вод изучены закономерности их распространения, и наиболее перспективным оказался Гиссарский район с термальными водами риштан-алайского, бухаро-сенонского и турон-барремского водоносных комплексов.

С 50-х гг. XX в. отрядом ВСЕГИНГЕО на площади в 2000 км² северо-западного Таджикистана выполнена гидрохимическая съемка масштаба 1:1000000, разрабатываются и внедряются в Республике гидрогеохимические методы поисков рудных месторождений (Пищерова, 1959, 1960) [133]. С 1954 г. на юго-западе Ферганы изучаются химический состав вод, донные осадки водоемов, водовмещающие породы, и охарактеризованы условия формирования химического состава вод Кураминского хребта. На Кармазаре Б.Н. Наследовым и О.Б. Гуренным (1960-63 гг.) гидрохимической съемкой масштаба 1:50 000 [8, 10, 12] установлены аномалии по свинцу, ртути и раскрыты связи между повышенными концентрациями ртути, свинца и цинка. Выявлены участки, перспективные на полиметаллическое оруденение. На Памире в небольших объемах изучены водные ореолы рассеяния месторождений боросиликатов (Крайнов, Петрова, 1962).

В 1981-1984 гг. Среднеазиатской ГРЭ проводятся ревизионно-оценочные работы на склонах гор южного Канибадама (Ферганского Каратау) в масштабе 1:50000, и выявлено оруденение золота, а при его

детализации выявлена высокая сереброносность, а также наличие сурьмяно-ртутной минерализации.

В конце советского периода и на современном этапе исследований региона стало очевидным, что техногенную трансформацию поверхностных и подземных вод нельзя противопоставлять природным процессам их преобразования. Она протекает под влиянием жизнедеятельности человека, но подчиняется естественно-историческим закономерностям и к настоящему времени охватила все внешние геосферы Земли. Особенно контрастно она протекает на орошаемых землях и в горнорудных районах Карамазара.

С послевоенных лет XX в. в регионе систематически проводятся геолого-съёмочные и геологоразведочные работы на подземные воды для водоснабжения населения и решения гидромелиоративных задач, а также на месторождения руд цветных металлов. На севере Таджикистана гидрогеологические работы выполнены Кайраккумской комплексной геолого-разведочной экспедицией [495-501].

Институтом химии АН Таджикистана с 1970-1971 гг. выполнены гидрохимические и бактериальные исследования вод рек и водохранилищ. В водах р. Сырдарья у г. Худжанда и в нижнем бьефе у Кайраккумского водохранилища выявлены высокие концентрации фенолов и БПК. Бактериологическое загрязнение реки установлено повсеместно. Кайраккумской партией работы по изучению поверхностных и подземных вод проводятся с 60-х гг. XX в. В результате составлен каталог водозаборных скважин Северной части Таджикистана (1968-1972 гг.), обследованы водозаборы на предмет выявления потенциальных источников загрязнения природных вод, выявлены причины загрязнения и разработаны мероприятия по их ликвидации (1973). В стоках с горнорудных предприятий определены тяжелые металлы в концентрациях выше ПДК: серебро, марганец, медь, титан, железо, мышьяк, свинец, стронций, фтор и др. Количество сточных вод горнорудных предприятий в водоемы, сбрасываемых на поверхность земли, варьирует от 33 тыс. до 2,90 млн. м³/год. Только в Согдийской области выявлено 206 источников загрязнения водоемов (самоизливающихся скважин, фильтрующих хвостохранилищ, полей фильтрации, мусоросвалок, полей орошения) [495]. Некоторые водные объекты защищены от загрязнения природными геохимическими барьерами. Северной экспедицией ведутся режимные наблюдения за процессами загрязнения подземных вод в связи с фильтрацией из хвостохранилищ Чкаловска, Адрасмана, Чорух-Дайрона, Канся, Табошара и Алтын-Топкана Дигмая и гор Карамазара [495-501].

Специализированными организациями Мингео СССР в Согдийской области изучено поведение радионуклидов в связи с поисками и разведкой руд радиоактивных элементов. Выполнено также комплексное экологическое обследование Согдийской области с опробованием почв, грунтов и растительности. Пробы проанализированы на спектральный и рентгено-флюоресцентный анализы и в меньших объемах на радиоактивные элементы. Выявлены зоны с высокими концентрациями в пробах почв свинца, цинка, серебра, меди, висмута.

Несколько более детально изучены, особенно геоэкологически, районы Северного Таджикистана, где фундаментальные исследования по охране геологической среды и геохимических ландшафтов на рубеже XX и XXI вв. выполнены С.Я. Абдурахимовым и Д.Н. Саидовой [3-11, 391-396]. Исследована и оценена экологическая ситуация территории и разработаны мероприятия по предотвращению негативных геоэкологических последствий производственной и хозяйственной деятельности. Исследования выполнены под руководством российских ученых А.Я. Гаева, Б.М. Осовецкого и В.И. Сергеева. Обобщены данные по геоэкологической изученности территории Сев. Таджикистана и трансформации ландшафтов и геологической среды за последнее 100-летие с использованием результатов исследований В.И. Мушкетова, Б.Н. Наследова, Ф.И. Вольфсона, В.Н. Вебера, С.М. Бабахаджаева, Р.Б. Баратова, Н.П. Костенко, В.И. Смирнова, П.А. Мухамедова, М.Р. Якутилова и др. [33, 38, 39, 69, 159, 160, 368, 375-377]. Коллективное трехтомное издание: «Рудные поля Карамазара» [51] охарактеризовали геологическое строение этого горнорудного района и примыкающей части Ферганской долины. К сожалению, гидрогеоэкологические условия территории и их связь с высотной поясностью остались не раскрытыми. Основой гидрогеоэкологических исследований, при этом должны служить труды российских и отечественных классиков: В.И. Вернадского, А.И. Перельмана, М.А. Глазовской, Е.М. Сергеева, А.В. Сидоренко, В.И. Осипова, Ф.И. Котлова, П.В. Панкратьева и др. [75-77, 84, 161, 162, 230, 231, 306, 307, 319, 323-325, 410, 411, 413-415]. Вопросы геоэкологии ландшафтов и геологической среды в связи с производственной деятельностью людей и геодинамическими процессами, которые можно использовать для раскрытия закономерностей формирования гидросферы региона, отражены в работах В.А. Алексеенко, В.Т. Трофимова, Г.А. Голодковской, В.И. Сергеева, А.Я. Гаева, В.Н. Быкова, С.Я. Абдурахимова, Д.Н. Саидовой и др. [3-10, 21, 66, 95-101, 107, 108, 114, 115, 147, 148, 392].

Представленная работа выполнена нами в период с 2001 по 2011 гг. по районам Таджикистана. Тема диссертации была выдвинута в связи с обострившейся гидрогеоэкологической обстановки в Таджикистане, и, особенно, в таджикской части Ферганской долины и ее горного обрамления. Здесь вопросы гидрогеоэкологии и техногенной трансформации гидросферы в работах предшественников не затронуты и требуют детального рассмотрения в связи с задачами по оптимизации природопользования в сельском хозяйстве и горнодобывающем производстве Республики.

Таким образом, формирование гидросферы в условиях техногенеза – одна из важнейших проблем современности и наук о Земле в целом. Эта проблема освещается в работах многих отечественных и зарубежных ученых по отдельным районам и регионам планеты. Однако, гидрогеоэкологические условия Таджикистана требуют более детальных исследований в связи с резко возросшими потребностями в воде и ростом техногенной трансформации водных ресурсов. Ведущая роль в изучении гидрогеоэкологических проблем принадлежит В.И. Вернадскому, В.С. Самариной, В.М. Гольдбергу, В.Д. Бабушкину, И.С. Зекцеру, В.А. Мироненко, Н.И. Толстихину, В.А. Кирюхину, Е.В. Пиннекеру, А.Я. Гаеву, С.Л. Шварцеву, А.И. Перельману, К.Е. Питьевой, А.П. Хаустову, В.П. Звереву и др. Предшествующими исследованиями установлено, что гидросфера в условиях проявления техногенных процессов хотя и формируется под влиянием производственной и хозяйственной деятельности человека, но развивается в соответствии с природными закономерностями. Необратимая ее техногенная трансформация характерна для орошаемых земель и горнорудных районов республики. Исследования подземных вод в регионе выполнялись частично С.С. Неустроевым (1913-1916), НИИ почвоведения и геоботаники САГУ (с 1920 г.), Вахшской почвенно-мелиоративной станцией (с 1936 г.). В результате разработаны научные основы осушения и рассоления почв Вахшской долины в условиях интенсификации сельскохозяйственного производства и широкого применения минеральных удобрений. Материалы и десятки тысяч анализов компонентов ОС начали накапливаться по территории Таджикистана с 50-х годов XX в. попутно с поисками месторождений полезных ископаемых. Этому способствовали научно-методические разработки ИГиРГИ, ВНИГНИ, ВНИГРИ по гидрогеологии и геохимическим методам поисков месторождений полезных ископаемых. Системные гидрогеологические работы выполнены группой гидрогеологов под руководством проф. В.С. Самариной, которой осуществлено государственное гидрогеологическое картографирование территории и написан фундаментальный труд «Гидрогеология СССР», том 41 Таджикистан.

В целом, до середины 1980-х гг. накапливался большой, но

неравноценный по качеству материал об ОС: составлялись мелко- и среднемасштабные геологические, гидрогеологические и другие карты, выполнялись режимные наблюдения за природными водами. Составлен атлас геолого-географических карт по республике и, в целом, по Средней Азии. Однако, обобщение гидрогеоэкологических 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.

С середины 1980-х гг. в СССР выполнялись методические разработки в техногенно напряженных районах, составлялись альбомы карт, 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. С.Я. Абдурахимов (2003) выполнил крупное обобщение по изучению техногенных изменений, рациональному использованию и охране геологической среды Сев. Таджикистана, а Д.Н. Саидова (2008) осуществила на той же территории ландшафтно-геоэкологические исследования. Но гидросфера республики в условиях техногенеза остается недостаточно исследованной, хотя экологические проблемы в республике обостряются, особенно на орошаемых территориях и в пределах их горного обрамления. Модель гидросферы территории республики и процессы техногенной трансформации гидросферы в условиях техногенеза, особенно, в таджикской части западной Ферганы и ее горного обрамления, в выполненных ранее работах остались недостаточно раскрытыми.

Постановка данной работы обусловлена нарастающими гидрогеоэкологическими проблемами Таджикистана. Кроме того, изучение природных и техногенных преобразований гидросферы, особенно, на орошаемых территориях и в пределах их горного обрамления требуют глубокого анализа гидрогеоэкологических условий в связи с задачами по оптимизации природопользования в сельском хозяйстве, энергетике и горнорудном производстве республики.

ГЛАВА 2. ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

2.1. Современные физико-географические условия

Особенности рельефа территории Таджикистана. Более 80 % территории Республики занимают горные системы Северного и Южного Тянь-Шаня и Памира (рис. 2.1). В Северном Таджикистане находятся юго-восточные и западные склоны Кураминского хребта и горный массив Моголтау. Их разделяет Мирзараватская впадина Северного Тянь-Шаня. Абсолютные высоты хребта составляют в среднем 2000 - 2700 м. Он снижается в направлении с северо-востока на юго-запад. На самой высокой вершине горы Бабайоб с абсолютной отметкой 3768 м. лежат снежники. Юго-западная часть Кураминского хребта выделена, как горный массив Кармазар с многочисленными месторождениями руд полиметаллических и редких металлов. Горы Моголтау, также ориентированы в северо-восточном направлении и имеют максимальную высоту 1600 м. Склоны расчленены и каменисты; они имеют пустынный облик, поскольку почти лишены растительности. Ширина Мирзараватской впадины достигает 15+18 км, а ее днище представляет собой слегка всхолмленную равнину.

Южнее Кураминского хребта, на границе между Северным и Южным Тянь-Шанем расположена Ферганская котловина, западная периферия которой находится в Таджикистане. В ее рельефе находятся адыры, а центральная равнина делится долиной Сырдарьи на две части, из которых значительную часть правобережья занимает Кайраккумское водохранилище. С востока на запад отметки равнины снижаются от 700 до 300 м. Адыры с многочисленными саями окружают центральную равнину, представляя собой увалистые гряды с абсолютными отметками 1000+1300 м. В состав Южного Тянь-Шаня, находящегося к югу от Ферганской котловины, входят Туркестанский, Зеравшанский и Гиссарский хребты субширотного направления.

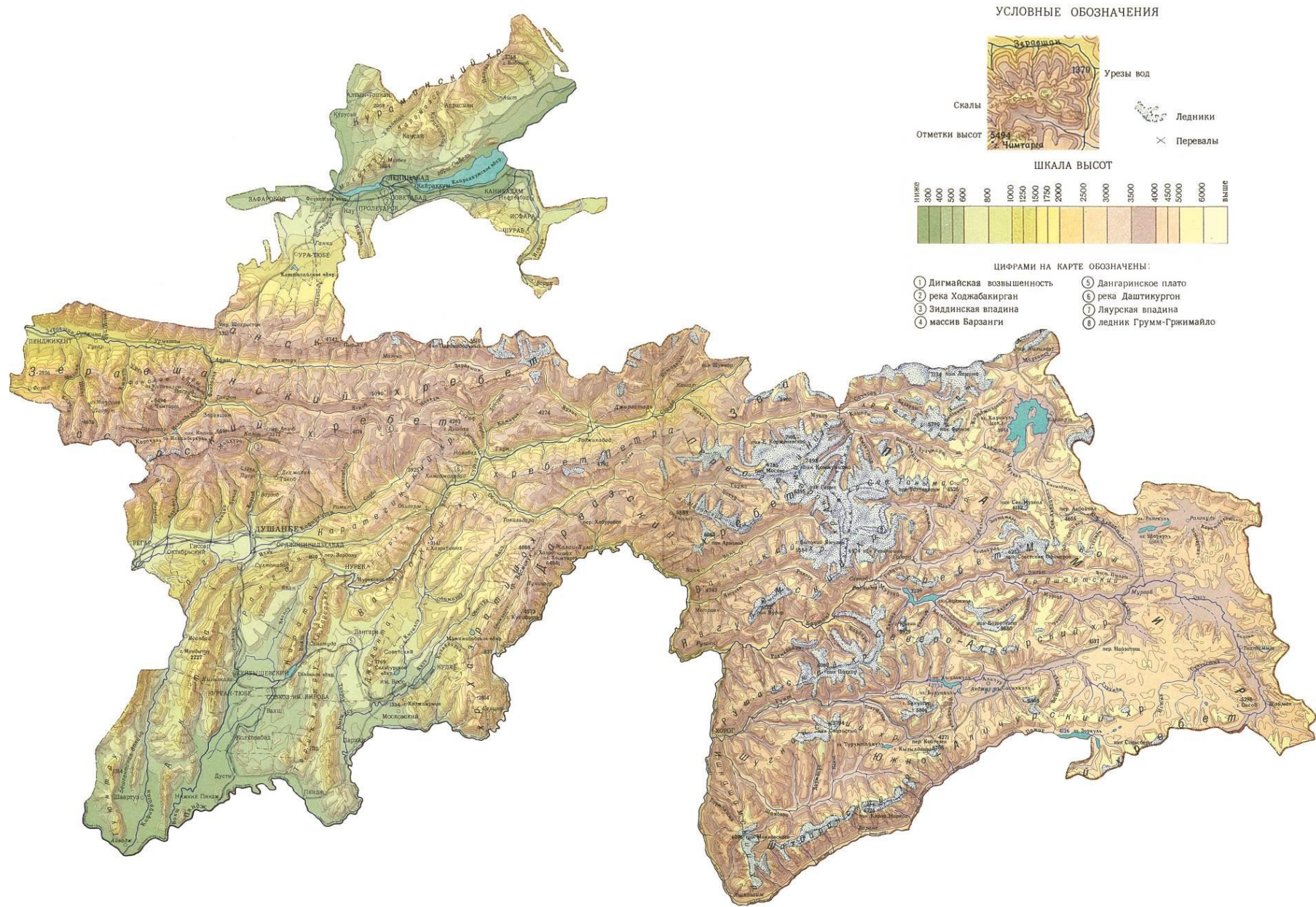


Рис. 2.1. Гипсометрическая карта Таджикистана

За пределами республики, на востоке они сливаются в Алайский хребет. Туркестанский хребет имеет абсолютные отметки более 5000 м, а его вершины покрыты снежниками и ледниками, питающими реки, стекающие со склонов хребта (рис 2.2).



Рис. 2.2. Туркестанский хребет

Глубоко взрезанная долина р. Зеравшан отделяет Туркестанский хребет на юге от Зеравшанского с асимметричными склонами (рис. 2.3).



Рис. 2.3. Зеравшанский хребет

Водоразделы его почти повсеместно покрыты снежниками и ледниками. Расположенные южнее Гиссарский и Каратегинский хребты (рис. 2.4) имеют еще большую высоту (до 5800 м). Хребты тянутся кулисообразно и изрезаны

поперечными узкими, глубокими, каньонообразными долинами, а между ними находятся широкие долины. От горных систем Памира хребты Тянь-Шаня отделены Афгано-Таджикской депрессией с Петро-Заалайской горной областью на северо-востоке, где хребты Петра Первого и Заалайский имеют отметками более 5000 м. *Вершины хребтов* покрыты снежниками и ледниками. Центральная и юго-западная части депрессии называют Южно-Таджикской депрессией, где находятся невысокие хребты, сближенные на северо-востоке, и имеющие отметки до 3000 м.



Рис. 2.4. Каратегинский хребет (фото П. А. Погребного [139])

В центральной части депрессии горы имеют отметки не более 2000 м и разделены межгорными впадинами шириной до 15 км. На юге депрессии вершины возвышенностей снижаются до отметок 600÷1000 м, а ширина впадин возрастает до 20 км. Рельеф хребтов Южно-Таджикской депрессии сложно расчленен с уменьшением расчлененности и амплитуды рельефа в юго-западном направлении. К днищам впадин приурочены речные долины с орошаемыми землями.

На востоке Республики расположена Памиро-Дарвазская горная область, включающая Западный Памир (Дарваз и Бадахшан) и собственно Восточный Памир. Граница между ними проводится по хребту Академии Наук, вдоль западных берегов озер Сарезского и Яшилькуль до слияния рек Памир и Вахан-дарья. Глубина расчленения рельефа на Западном Памире значительная, превышения хребтов над речными долинами достигают 3000÷4000 м. Пикообразные вершины покрыты ледниками и снежниками, обрывы крутые, а ущелья имеют каньонообразную форму. На Западном Памире расположены самые высокие вершины Сомони, и др., с отметками более 6000 м. На Восточном Памире при большой высоте хребтов (6200 м) рельеф менее изрезан и отличается плавностью очертаний, меньшими относительными превышениями вершин над долинами. Высокогорные равнины с обширными

озерными котловинами (оз. Каракуль и др.) и реликтами многолетней мерзлоты несут следы древнего оледенения, находясь на высоте 3800÷4000 м. Сами хребты покрыты вечными снегами и ледниками.

Ледники и снежники в горах аккумулируют огромные массы воды в твердой фазе, занимая площадь более 20 тыс. км². 1100 ледников образуют криолитозону, приподнятую над равнинами с субтропическим климатом. Снеговая линия контролируется экспозицией и характером рельефа, снижаясь от 600 до 1300 м на юго-восток, к хр. Петра I, Дарвазскому, Зеравшанскому и Туркестанскому (табл. 2.1) [139].

Таблица 2.1

Крупные ледники Таджикистана

Хребты	Ледники	Длина, км	Ширина, км	Площадь, км ²	Высота, языка, м	Высота снеговой линии, м
Зеравшанский и Туркестанский	Зеравшанский	24,75	0,6-1,0	25	2775	3900-4200
	Рапа, Янгисобак и другие мелкие	2,12	0,2-1,0	1,0-15,0	2800-3000	3800-4300
Петра Первого	Сугран	24,2	0,35-0,9	48	2800	4300
Академии Наук	Танымас	16	0,1-0,3	66,5	3065	4450
	Федченко	71,2	1,7-3,1	907	2900	4650
	Географического Общества	21,5	0,8-1,3	81,75	2660	4000-4100
	Медвежий	13,1	0,5-0,6	24,7	2970	4270
Язгулемский	Грум-Гржимайло	36,7	0,7-1,7	160	3620	4840
Дарвазский	Дарвазский	16,5		4,4	3000	4100-4300
Заалайский	Корженевского	19,5	0,9-1,0	89,12	3800	4400-4700
	Большой Саукдара	25,2	0,7-1,2	69,2	3080	5220
	Курумды	17,2	0,9-1,3	60,6	4210	5000-5140

Гидрография региона связана с бассейнами рек Сырдарья и Амударья, берущих начало на отметках $\geq 3500\div 4000$ м на границе снежников и ледников (табл. 2.2, 2.3). Амударья и Сырдарья являются крупнейшими водными артериями Центральной Азии. Их общий сток в средний по водности год составляет 115,6 км³ воды [261]. Обе реки относятся к категории трансграничных, формируясь в основном на территории Таджикистана и Кыргызстана. Их бассейны относятся к территориям шести государств: Афганистана, Кыргызстана, Таджикистана, Узбекистана, Туркменистана и Казахстана.

Таблица 2.2.

Значения среднемноголетнего водного стока в Центральной Азии [261]

Государство	Бассейн Амударьи	Бассейн Сырдарьи	Бассейн Аральского	Бассейн Аральского
-------------	------------------	------------------	--------------------	--------------------

			моря, м ³ /год	моря, %
Казахстан	-	4,5	4,5	3,9
Кыргызстан	1,9	27,4	29,3	25,3
Таджикистан	62,9	1,1	64	55,4
Туркменистан (вместе с Ираном)	2,78	-	2,78	2,4
Узбекистан	4,7	4,14	8,84	7,6
Афганистан	6,18	-	6,18	5,4
Всего	78,46	37,14	115,6	100

Половодье на реках происходит весной (апрель—май) с таянием снегов и дождями, а затем в июле—августе от таяния ледников с более значительными водопритоками. Длина всех рек Республики превышает 17,5 тыс. км, а густота речной сети – 123 м водных артерий на км². Сырдарья собирает водный сток с Кураминского и северных склонов Туркестанского хребтов, а также с гор Моголтау и с Ферганской долины. Истоки Сырдарьи берут начало за пределами Таджикистана и река становится крупной, слабо меандрирующей, протекая по Ферганской долине с 4-5-ю надпойменными террасами. Ее притоки Кармазарсай, Пангазсай и др. (правобережные) и Исфара, Ходжабакирган и др. (левобережные) полностью разбираются на орошение и теряются в отложениях конусов выноса.

Таблица 2.3

Данные о реках Таджикистана [139]

Реки	Площадь бассейна, тыс. км ²	Средне-многолетний расход, м ³ /сек		Скорость течения, м/сек	Средне-годуль-модуль стока л/сек /км ²	Средне-годуль стока, мм	Максимальная амплитуда колебания уровня воды, м	
		макс	мин				годовая	суточная
1.Зеравшан	10,2	667	27	0,8 -3,8	15,2	479	3,10	0,18
2. Кафирниган	9,78	629	42,6	0,6-4,7	17,0	536	3,42	0,25
3. Вахш	38,4	2170	135	0,5-4,6	21,2	652	7,36	0,14
4. Яхсу	2,65	176	4,55	1,2-4,2	11,4	359	2,69	0,15
5. Ванч	1,82	233	10,2	1,1-4,9	27,7	873	2,08	0,43
6. Язгулем	1,94	143	8	1,3-5,6	19,1	602	2,64	0,6
7. Бартанг-Аксу	24,0	404	44	0,6-4,8	5,4	170	1,52	0,4
8. Гунт	15,8	533	2,5	0,9-4,4	6,9	217	3,05	0,32
9. Пяндж	—	>3000	320	0,3-5,5	20,4	642	4,72	0,26
10. Сырдарья	264,9	1300	240	0,8-2,0	—	—	2,03	0,14

Река Зеравшан, крупнейший левый приток Амударьи вытекает из одноименного ледника, имеет узкую и глубокую долину, разделяющую Туркестанский и Зеравшанский хребты (рис. 2.5).



Рис. 2.5. Долина р. Зеравшан (фото Г. П. Гусева) [139]

Долина ее расширяется в Пенджикентском орошаемом оазисе. В Зеравшан впадают многочисленные левые (реки Кштут и Магиандарья и др.) и правые (р. Фандарья и др.) притоки.

Бассейн р. Амударья занимает около трех четвертей площади республики, дренируя всю речную сеть Памира, Дарваза, Бадахшана и Южно-Таджикской депрессии. Ее крупнейший приток Пяндж формируется слиянием р. Вахандарья, стекающей с Гиндукуша, и р. Памир, вытекающей из оз. Зоркуль. Именно Пяндж, сливаясь с р. Вахш дает начало Амударье. В Пяндж и Амударью впадают сотни притоков (Гунт, Бартанг, Язгулем, Ванч, Обихингоу, Обиниоу, Кызылсу, Яхсу, Вахш, Кафирниган и мн. др.). Пяндж принимает множество притоков на Памире (Кызылсу, Вахш и Кафирниган), которые стекают к Южно-Таджикской депрессии.

Годовой гидрологический цикл на реках делится на периоды весенне-летнего половодья и межени. На половодье приходится 70÷90% годового стока, который определяется средневзвешенной высотой водосбора. При высоте водосбора 2,0 км половодье начинается в начале марта, при 3,0-х – в начале апреля и при 4,0-х км – в начале мая. Продолжительность половодья увеличивается с высотой водосборов от 100 дней при высоте 1 км и до 160 дней при высоте 4,5 км. Наибольшей водностью обладают реки, стекающие с южных склонов Гиссарского и Зеравшанского хребтов. На низко расположенных водосборах рек Южного Таджикистана — Кызылсу, Яхсу, Явансу и др. с

площадями водосборов до 2000 км² главными в формировании годовых максимумов являются дождевые пики.

Среди множества озер Таджикистана выделяются обвальные, моренные и котловинные озера (табл. 2.4). Обвальные и моренные озера имеют место в горах Центрального Таджикистана и Западного Памира (рис. 2.6), а котловинные озера характерны для Восточного Памира. Минеральные озера содержат лечебные грязи.

Таблица 2.4

Данные об озерах Таджикистана [112]

Тип озер	Озера	Абс. отм. уреза воды, м	Размеры озер			Макс. глубина озера, м	Амплитуда колебания уровня воды, м	
			длина, км	ширина, км	Площадь, км ²		годовая	суточная
Обвальные	Сарезское (Памир)	3239	70,0	2,0	140	500	11,78	0,2-0,3
	Яшилькуль (Памир)	3810	22,5	3,0	67,5	52	1,37	0,12
Котловинные	Каракуль (Памир)	3914	28,5	18,5	364	238	до 1,5	н. д.
	Рангкуль (Памир)	3783	4,3	2,8	10,75	2,5	0,7	
	Шоркуль (Памир)	3782	7,1	2,3	16,3	4,0	0,7	
	Сасыккуль (Памир)	3840	3,8	1,85	6,84	3,7	0,5	
	Аксукон (Западная Фергана)	450	13,0	1,5	8,8	1,0	0,6	
Моренные	Зоркуль (Памир)	4130	19,0	3,0	57,0	14,0	1,3	0,30
	Искандеркуль (Центральный Таджикистан)	2176	2,5	1,5	3,5	72,0	2,11	0,32
	Маргузорские (Центральный Таджикистан)	3654	до 2,2	0,2-0,6	0,5-1,4	27	1,23	0,32



Рис. 2.6. Вид горного озера в Центральном Таджикистане

Климат Таджикистана почти повсеместно аридный и континентальный с резкими колебаниями климатических параметров в течении года и даже суток. Сформировавшиеся типы климата показаны на рис. 2.7. Аридность обусловлена большой продолжительностью и интенсивностью солнечной радиации и дефицитом атмосферных осадков. Несколько смягчают климат влияния воздушных масс со стороны Атлантического океана, а летом и со стороны арктических морей. Однако эти влияния сильно ослаблены, особенно летом, из-за больших расстояний от океанов. В холодный период времени влажный воздух вторгается со стороны Средиземного моря, вызывая сезон зимних дождей. Высокие горные хребты Гималайской системы и Гиндукуша почти полностью экранируют влияние Индийского океана.

Поэтому для долин Таджикистана летом характерны очень высокие температуры и безоблачное небо. Для Республики характерны дожди с ноября до апреля — мая в связи с циклонами со стороны Каспийского моря. Весенние осадки имеют ливневой характер. С июня по август осадки почти отсутствуют, включая самый жаркий месяц июль. Нередко происходит вторжение арктических холодных воздушных масс, вызывающих резкое похолодание зимой и смягчающих жару и сухость воздуха летом. Зимой такое вторжение сопровождается сильными северными, северо-западными и западными ветрами, дождями или снегом. Особенности рельефа республики обусловили значительную разницу в среднегодовом количестве осадков в разных районах (69,9÷1278 мм в год), среднегодовой температуры воздуха (-4 ÷ +16,8° С), абс. (от 2,5 до 11 мб) и относительной влажности (43÷64%), дефицита влажности (2,6÷14 мб) (табл. 2.5). Ветровой режим обусловлен особенностями рельефа, и по данным отдельных метеостанций не может быть интерпретирован

регионально. Максимальная скорость ветра достигает 20 м/сек, а в среднем по республике составляет 1÷5 м/сек. Максимум солнечного сияния и минимум облачных дней характерно для июля—августа. Общее число часов солнечного сияния в год достигает в Душанбе — 2731. Таблица 2.5

Среднегодовые значения многолетних метеопараметров [30, 31, 139]

Место-положение станции	Абсолютные отметки, м	Осадки, мм	Температура воздуха, °С	Абсолютная влажность, мб	Относительная влажность, %	Дефицит влажности, мб
Шаартуз	381	164,2	16,7	9,4	54	14,0
Курган-Тюбе	426	276,1	15,3	11,0	64	10,4
Куляб	600	544,6	16,4	9,8	55	12,1
Ленинабад	414	179,6	14,1	8,3	58	12,1
Душанбе	806	646,8	13,9	9,4	60	9,9
Ашт	698	188,6	13,4	6,9	54	11,7
Анзобский перевал	3349	424,1	2,1	3,2	58	2,6
Гушары	1859	1278,7	9,7	7,1	55	8,7
Хорог	2076	296,4	8,3	5,3	50	8,8
Мургаб	3592	69,9	1,0	2,5	43	4,9

Высота эпизодического снежного покров составляет в предгорьях и на равнинах 9÷26 см, а в горах снег лежит продолжительное время.

Максимальная высота снежного покрова достигает 396 см. Вершины горных районов Центрального Таджикистана и Западного Памира покрыты «вечными» снегами, а на равнинах Восточного Памира снега в отдельные годы совсем не бывает. По данным 52 метеостанций была построена схема климатического районирования (рис. 2.7) с учетом ресурсов тепла и влаги в различных ландшафтных поясах по Н.Н. Иванову (1941), а также по А.А. Григорьеву и М.И. Будыко (1959).

В соответствии с этой схемой аридный климат характерен для равнинной части Ферганской котловины с суммой годовых осадков менее 160 мм, в основном, в зимне-весенний период и среднегодовой температурой воздуха 13÷15° С.

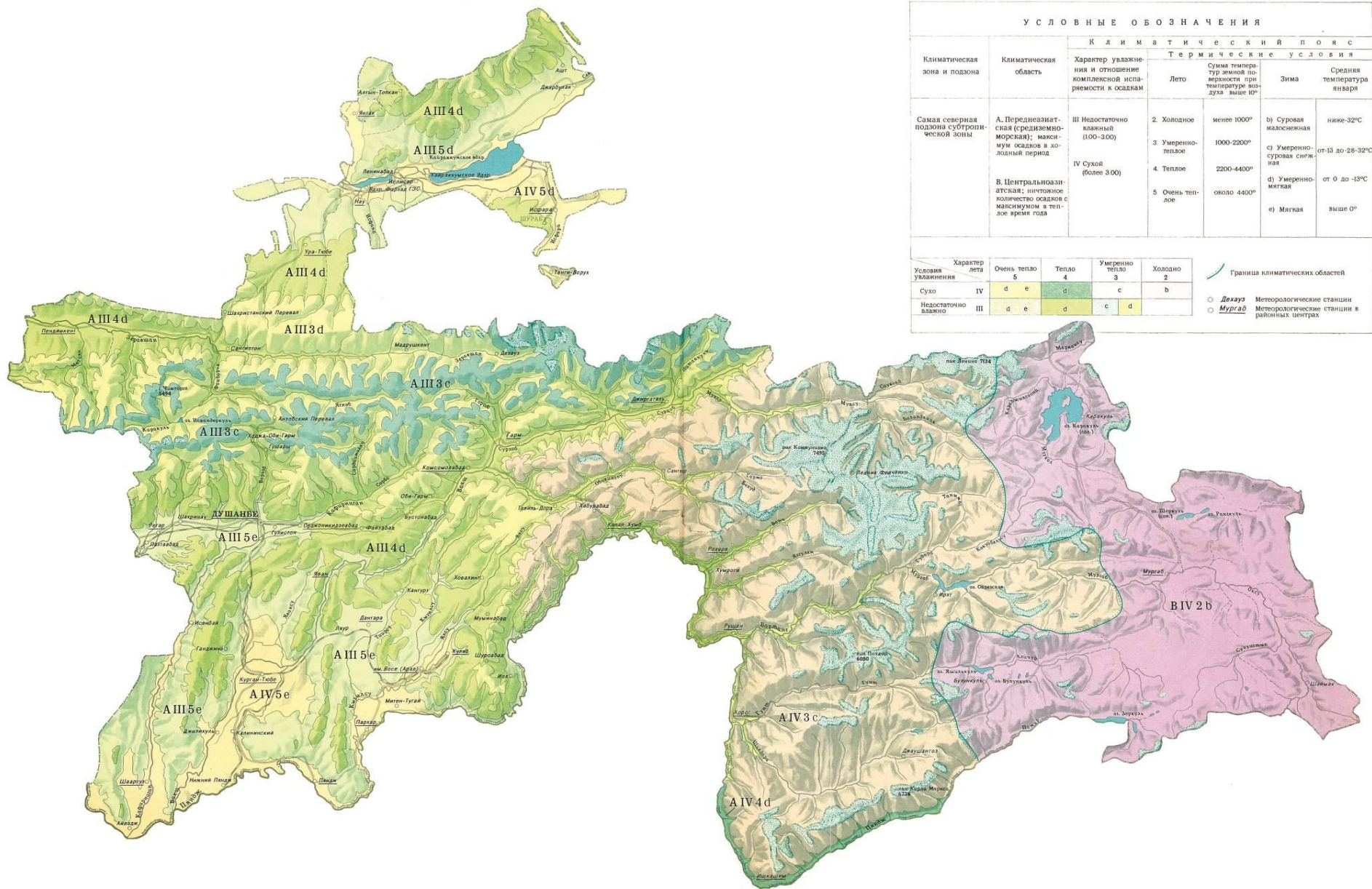
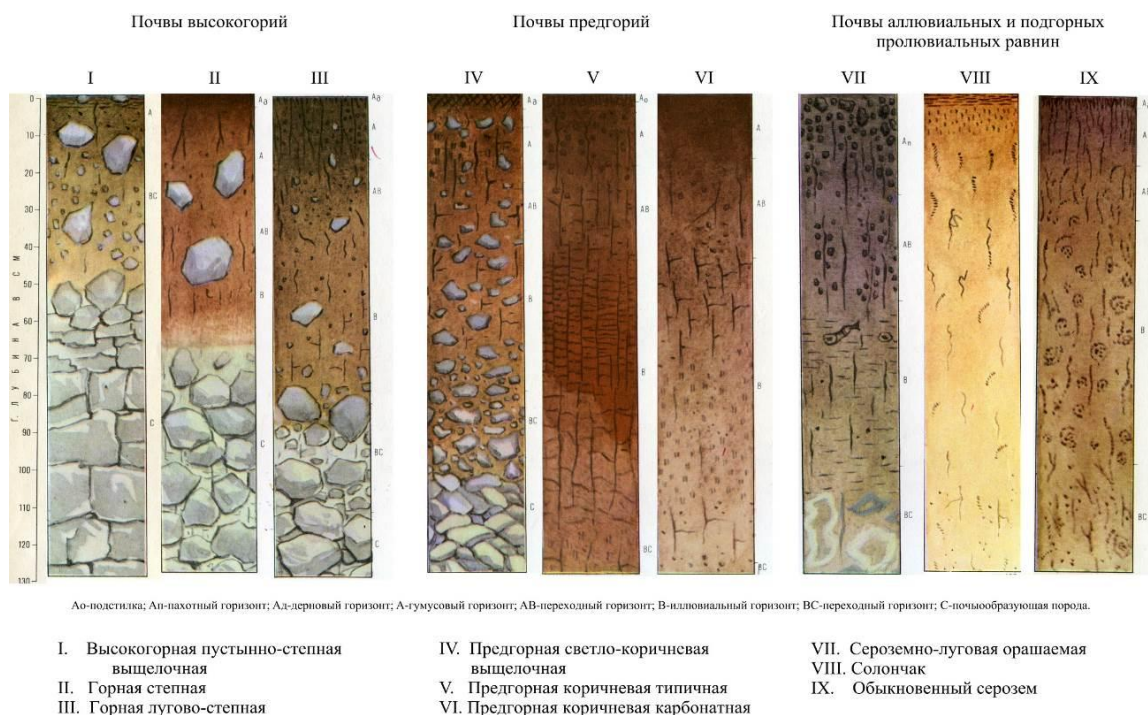


Рис 2.7. Типы климата Таджикистана [31]

С ростом абс. отметок рельефа в горах Кураминского хребта количество осадков возрастает до 600 мм и более, а среднегодовая температура снижается до $7\div 10^{\circ}\text{C}$. 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 400 мм. На распределение осадков влияет также ориентация склонов хребтов относительно воздушных течений. Максимум влаги поступает в республику с юго-западными ветрами на южные склоны Гиссарского хр., а защищенные от них Зеравшанский хребет и южные склоны Туркестанского хребта получают влаги гораздо меньше. С ростом высоты местности среднегодовая температура воздуха в Центральном Таджикистане снижается, составляя на Анзобском перевале $2,1^{\circ}\text{C}$.

Для Афгано-Таджикской впадины также характерен аридный климат и зависимость климатических параметров от гипсометрии местности. Сумма осадков составляет 124 мм в год на юго-западе впадины и 750 мм на северо-востоке. Среднегодовая температура воздуха и дефицит влажности изменяются соответственно. Н.Н. Иванов выделил здесь зоны ничтожного, скудного, недостаточного и умеренного увлажнения в соответствии с ростом абс. отметок рельефа местности. В районах Памира Дарваз и Бадахшан годовая сумма осадков в интервале отметок 1500÷2000 м составляет 530÷550 мм, а на отметках 3000÷3500 м всего — 100÷120 мм. Максимум осадков в предгорьях приходится на апрель, а в высокогорье — на лето. В предгорьях среднегодовая температура воздуха составляет $13\div 14^{\circ}\text{C}$, снижаясь до отрицательной с ростом высоты. Высокогорные равнины Восточного Памира отгорожены со всех сторон от влажных ветров и приурочены к зоне ничтожного и скудного увлажнения с сухим, холодным климатом. Отличаются крайне низким количеством атмосферных осадков ($70\div 74$ мм в год), выпадающих в мае—июле в виде дождя, снега и града. Среднегодовая температура воздуха составляет от -1 до -4 $^{\circ}\text{C}$. Морозы и снежные бураны бывают здесь круглый год, что обусловило распространение многолетней мерзлоты. Пустыни Восточного Памира, окруженные высокими горами, в районе метеостанции ледника Федченко фиксируют в пределах гор выпадение 874 мм атмосферных осадков на леднике Федченко при среднегодовой температуре воздуха от -7 до -9 $^{\circ}\text{C}$.

Почвенный покров представлен: сероземами, горными лесостепными коричневыми и высокогорными лугово-степными и степными почвами (рис. 2.8).



Атлас Таджикской ССР. ГУГК. Душанбе-Москва. 1968

Рис. 2.8. Разрезы почв Таджикистана

Светлые сероземы распространены в долинах и представляют наибольшую ценность.

2.2. Геологическое строение региона

Стратиграфия и тектоника. Территория Республики приурочена к зоне сочленения палеозойского геосинклинального пояса Тянь-Шаня и Северного Памира — Куньлуня с мезозойским геосинклинальным поясом Каракорума (рис. 2.9, 2.10). В неоген-четвертичное время они вновь подверглись альпийскому циклу горообразования при формировании соответствующих ветвей Центрально-Азиатского поднятия [139, 373] (рис. 2.11). В строении этих поясов принимают участие породы от докембрийского до современного возраста. Сильно метаморфизованные докембрийские гнейсы, кристаллические сланцы и мраморы слагают структуры Центрального Таджикистана, Северного и Юго-Западного Памира.

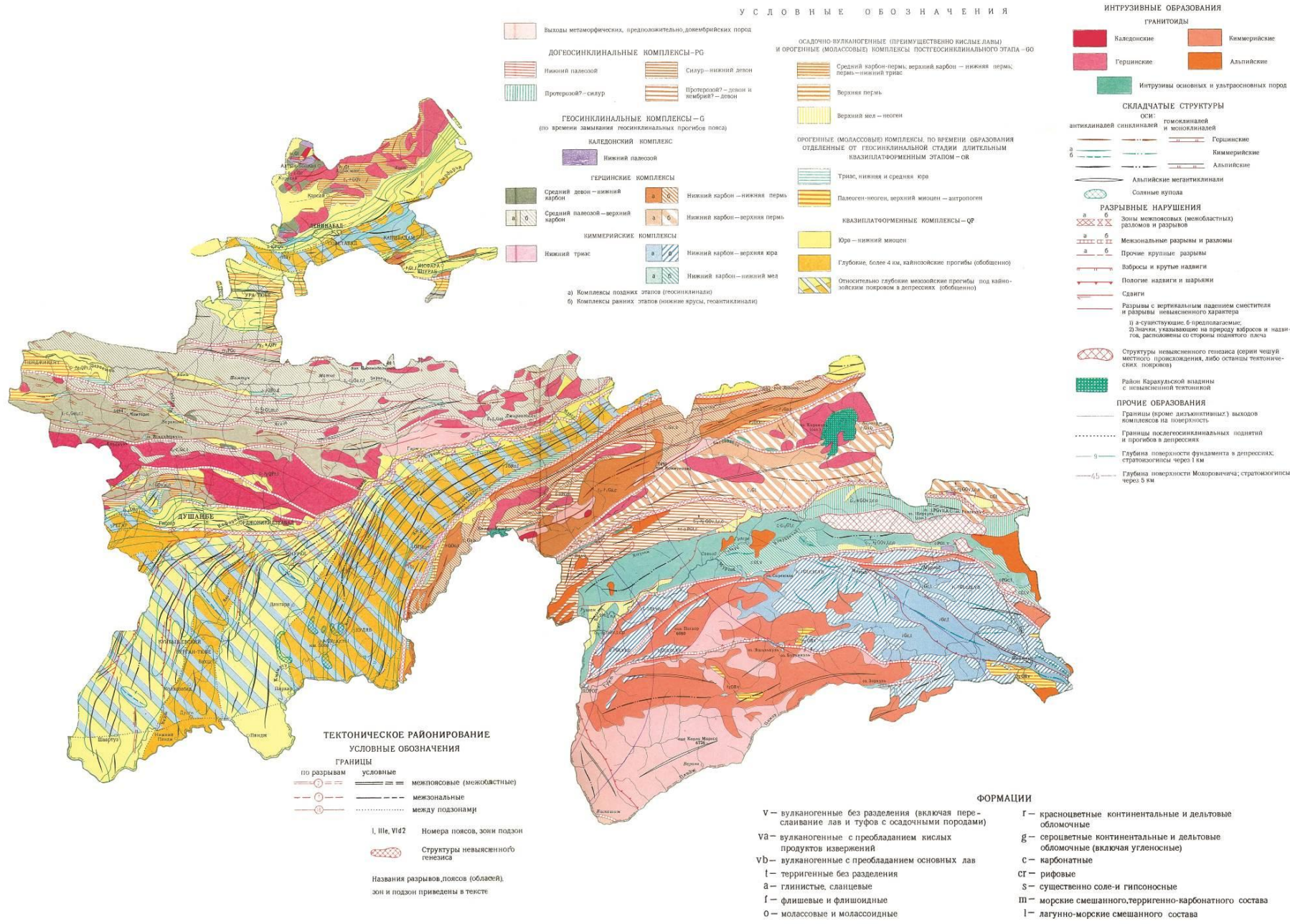


Рис. 2.9. Тектоническое районирование Таджикистана [134, 319]

На Туркестанском хребте и на Центральном Памире установлены, содержащие фауну кембрийские известняково-сланцевые отложения. К кембрию относятся и известняково-терригенные образования южных склонов Гиссарского хребта и низы палеозойских песчано-сланцевых пород Северного Таджикистана и Северного Памира, перекрытые породами ордовика.

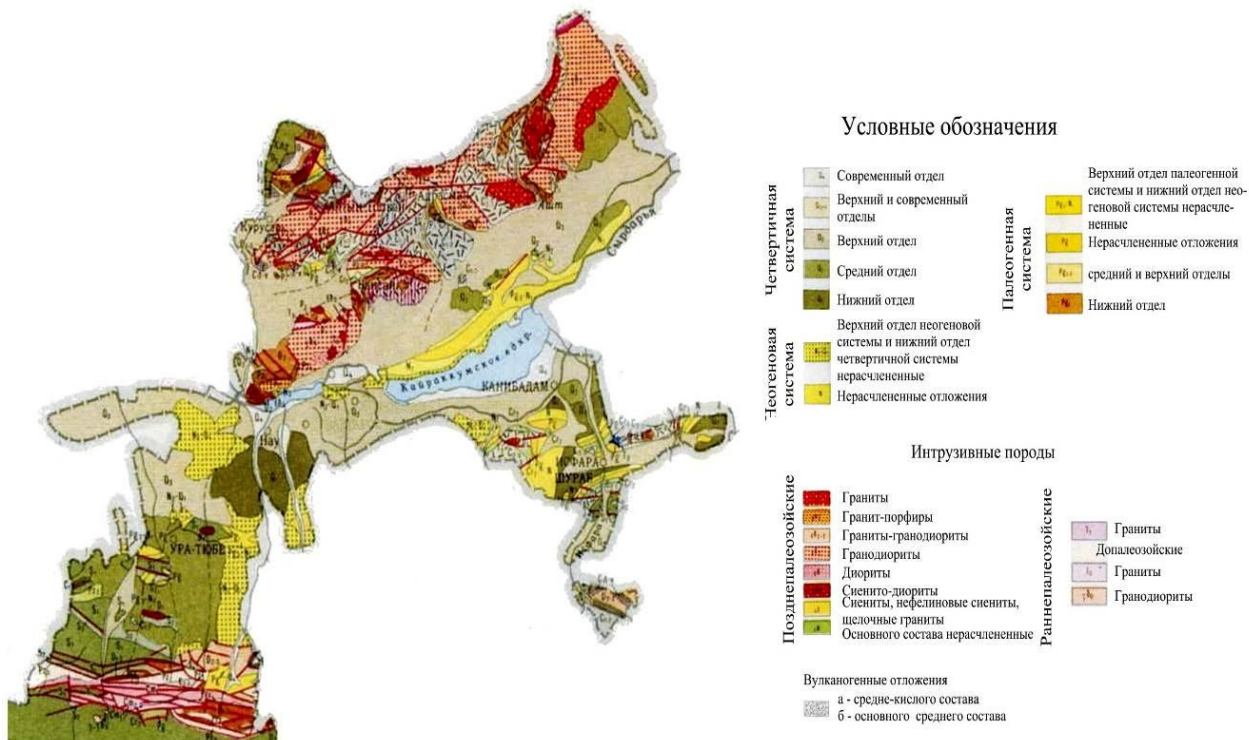


Рис. 2.10. Геологическое строение Северного Таджикистана

Фаунистически определены все отделы ордовикской системы, состоящие в основном из эффузивно-известняково-терригенных образований на Центральном Памире. На Зеравшанском и Гиссарском хребтах, в бассейне р. Язгулем имеются выходы нерасчлененных пород среднего и верхнего ордовика, представленные песчано-сланцевыми разностями. В Центральном Таджикистане имеют место силурийские известняково-песчано-сланцевые отложения, а на Центральном Памире среди нерасчлененных известняков и сланцев силура выявлены прослои эффузивов.

Девонская система представлена главным образом сланцево-известняковыми, а в Северном Таджикистане эффузивно-сланцево-известняковыми образованиями. Девонские породы залегают несогласно на силурийских, или фациально с ними связаны и с трудом отделяются от последних. Верхняя граница девона выделяется более четко, но в Центральном Таджикистане известняково-кремнисто-сланцевая толща содержит смешанную фауну от среднедевонского до турнейского возраста.

У С Л О В Н Ы Е О Б О З Н А Ч Е Н И Я

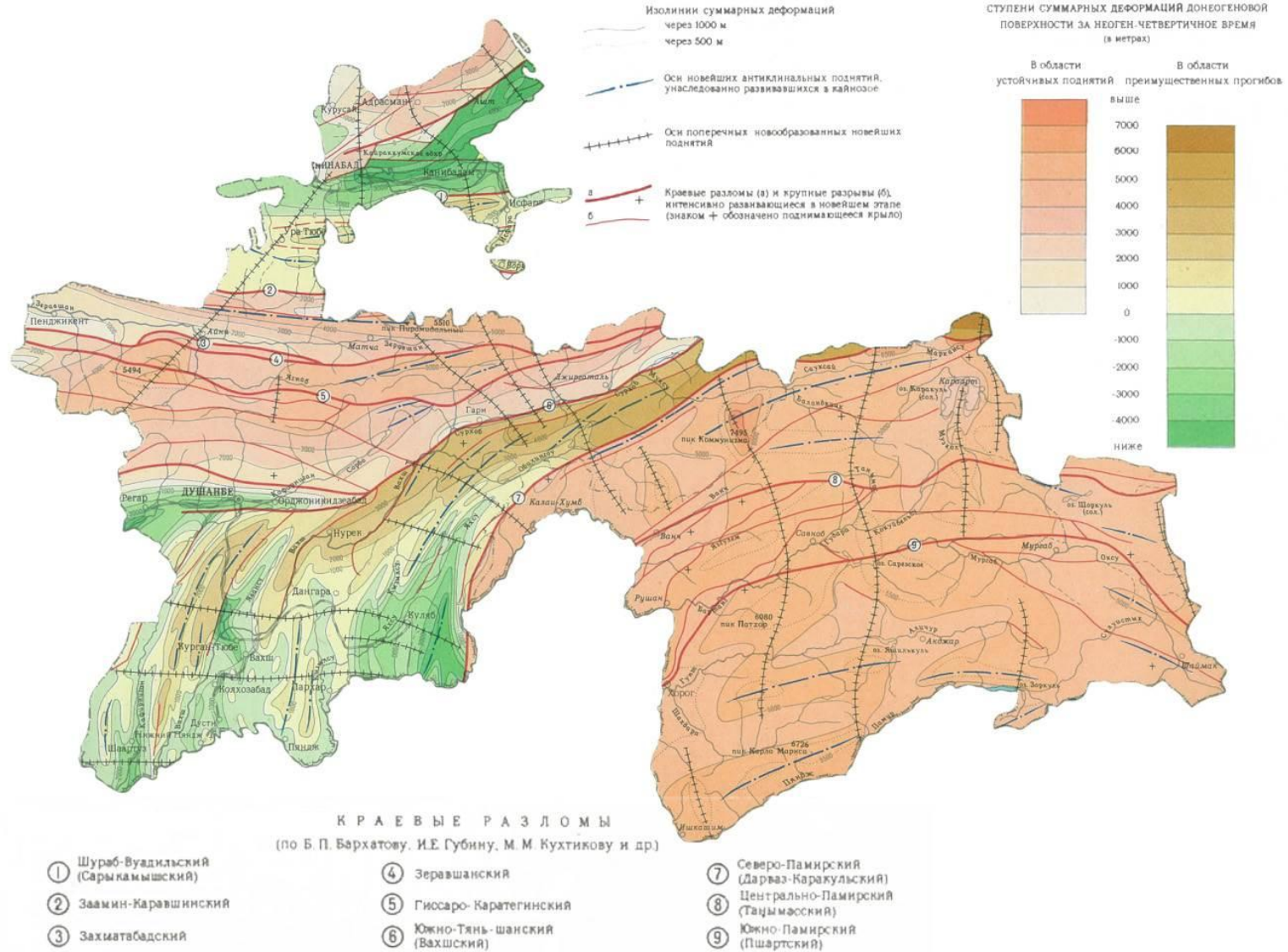


Рис. 2.11. Суммарные вертикальные деформации за неоген-четвертичное время [134, 319]

Каменноугольная система в Северном и на южной окраине Центрального Таджикистана представлена эффузивно-пирокластическим материалом, а в остальной части Центрального Таджикистана и на памирском перевале Акбайтал - сланцами и известняками. На Северном Памире эффузивно-пирокластические образования нижнего карбона перекрыты известняками среднего и верхнего отделов. На Центральном Памире вся система представлена однообразной, не расчлененной сланцевой толщей с прослоями эффузивов. На Юго-Восточном Памире к каменноугольной системе условно отнесены низы терригенно-сланцевой толщи, верхняя часть которой содержит пермскую и триасовую фауну.

Нерасчлененные терригенные отложения пермской системы и триасового возраста установлены на Центральном и Юго-Восточном Памире. На Северном и Юго-Восточном Памире распространены нижнепермские терригенно-сланцево-известняковые отложения, а в Центральном и Северном Таджикистане — эффузивно-пирокластические образования. На Северном Памире верхнепермские терригенно-карбонатные образования обособлены, а в пределах Северного и Центрального Таджикистана верхнепермские эффузивно-терригенные образования фациально связаны с отложениями нижнетриасового возраста. На Юго-Восточном Памире верхнепермские и триасовые терригенно-карбонатные породы идентичны.

На Центральном Памире в составе триасовых образований хорошо различаются известняки нижнего и среднего отделов и терригенно-сланцевые породы верхнего триаса. К северу от г. Хорог последние литологически похожи на пермские осадки. Терригенные и терригенно-эффузивно-пирокластические породы триаса закартографированы по северной границе Памира. В Центральном Таджикистане нижнетриасовая толща похожа на верхнепермскую, а средне- и верхнетриасовый разрез представлен латеритовой корой выветривания или угленосными осадками рэтского яруса, залегающими на поверхности выравнивания в основании мезозойского разреза.

Юрские песчаники, сланцы, известняки и туфогенные породы распространены на Центральном и Юго-Восточном Памире, где почти повсеместно залегают согласно на нижележащих осадках. Исключением является Истыкское поднятие, где юрский разрез начинается с доггера, а чаще разрез лейаса и доггера представлен угленосными или терригенными осадками, разрез доггера и мальма — известняково-терригенными или терригенными образованиями, а верхи юры - терригенно-гипсово-соленосными отложениями с солянокупольными структурами в Южно-Таджикской депрессии. На севере Памира в нижнесреднеюрском разрезе обнаружены эффузивы.

Меловые образования распространены в Южно-Таджикской депрессии, в других районах крайне ограничены. Представлены пестро меняющимися фациями. Нижний мел представлен красноцветными терригенными, а верхний мел — сероцветными известняково-песчано-глинистыми осадками. С породами мелового возраста территориально связаны породы палеогена лагунно-морского и морского происхождения, а венчается разрез красноцветными песчано-глинистыми осадками, которые постепенно переходят в мощные неогеновые пласты межгорных впадин Ферганы и Юго-Западного Таджикистана.

Четвертичные отложения изучены по вещественному составу и, в меньшей степени, по археологическим находкам. В Северном Таджикистане они представлены аллювиальными и пролювиальными (Сохский комплекс) конгломератами, галечниками, песками и песчаниками мощностью до 400 м, а в Южно-Таджикской депрессии аллювиальными, аллювиально-озерными, аллювиально-пролювиальными и эоловыми образованиями (Кулябский и Вахшский комплексы) мощностью до 500 м. На Памире распространены восточно-памирский и кокбайский комплексы моренных образований, озерных глин древнего оледенения и аллювиальными галечниками высоких речных террас.

Среднечетвертичными породами в Северном Таджикистане сложены древние речные террасы и межгорные впадины (Ташкентский комплекс). Верхняя часть разреза разреза представлена лёссовидными суглинками и супесями, в нижняя — галечниками, конгломератами и песками, мощность до 200 м. В Южно-Таджикской депрессии распространён Илякский комплекс, известный, как «главный лёссовый покров» мощностью 200÷300 м. Это — аллювиальные и аллювиально-пролювиальные образования трех высоких регионально прослеженных террас. На Памире имеют место среднечетвертичные аллювиальные, аллювиально-пролювиальные, склоновые и ледниковые отложения Бартангского и Мургабского комплексов, представленных моренными образованиями.

Верхнечетвертичные отложения в Северном Таджикистане распространены во всех межгорных впадинах и в составе второй надпойменной террасы Сырдарьи (Голодностепский комплекс). Они представлены конгломератами, галечниками, песками, гравием, лёссовидными суглинками и супесями мощностью до 300 м. В Южно-Таджикской депрессии породы Душанбинского комплекса в составе надпойменных террас гидрографической сети представлены лёссовидными породами, подстилаемыми галечниками и песками. Мощность их достигает 500 м. На Памире распространены Бадахшанский и Аличурский комплексы

аллювиальных отложений переуглубленных долин и ледниковых образований последнего оледенения.

Современные четвертичные породы представлены аллювиальными отложениями русел, пойм и первых надпойменных террас речных долин. Это Сырдарьинский и Амударьинский комплексы. На Памире они также включают конечные морены с языками современных ледников. Мощность пород современного отдела в Ферганской впадине превышает 400 м.

Из интрузивных пород более всего распространены интрузии гранитов и гранодиоритов палеозоя (Северный, Центральный Таджикистан и Северный Памир) и мезозоя (Памир). Интрузии основного, ультраосновного и щелочного состава занимают небольшие площади.

В тектонике Таджикистана вопросы о границе альпийской складчатой области и сочленении Памира и Тянь-Шаня имеют разное толкование. На тектонических картах СССР к альпийской (средиземноморской) области складчатости отнесены Памир и часть Афгано-Таджикской впадины. Ряд исследователей проводят границу между альпийской зоной и «эпиплатформенной орогенной областью» (Тянь-Шанем с Афгано-Таджикской впадиной) вдоль границ Северной и Центральной зон Памира. Б.П. Бархатов [42] совместил этот рубеж с Акбайтальским глубинным разломом, отделив таким образом герциниды Северного Памира — Куньлуня от мезокайнозойской складчатой области Памира—Каракорума. Другие исследователи [139, 373] относят зоны Центрального и Юго-Восточного Памира к мезозоидам, а Юго-Западный Памир — к байкальскому Гиндукуш-Гималайскому складчатому поясу со своеобразным и независимым от альпийской геосинклинальной системы новейшим горообразованием.

Сложность тектонического строения территории обусловлена геолого-историческими особенностями развития глубинных палеозойских тектонических структур (Южно-Тянь-Шаньской, Кураминско-Ферганской и Южно-Гиссарской), которые и определяют по В.А. Николаеву (1944), П.Д. Виноградову, Е.И. Зубцову, А.Е. Довжикову и В.Н. Огневу (1958) [139] схему тектонической зональности Тянь-Шаня. В пределах таджикской части Тянь-Шаня установлены Чаткало-Нарынская, Алай-Кокшаальская и Южно-Гиссарская структурно-формационные зоны. Каржантау-Кураминская подзона южной половины *Чаткало-Нарынской зоны в составе* Кураминских гор, гор Моголтау и Мирзараватской впадины сложена преимущественно верхнепалеозойскими вулканогенными и интрузивными породами, и в меньшей степени ниже- и среднепалеозойскими терригенными и карбонатными породами, меловыми и третичными осадками.

Древнейшие каледонские структуры северо-западного простирания приурочены к юго-западной оконечности гор Моголтау и к Кармазару. Карбонатные отложения среднего девона — нижнего карбона, дислоцированные в раннегерцинскую фазу складчатости (на границе нижнего и среднего карбона), залегают на каледонском складчатом основании с угловым несогласием. С этой фазой складчатости связано формирование гранитоидов кармазарского типа, которые приурочены к сводам антиклиналей. В верхнем палеозое территория энергично прогибается, обеспечив формирование и заполнение терригенным и пирокластическим материалом большой мощности доакчинских грабен-синклинальных впадин. К началу пермского периода формируются складки северо-восточного простирания, оформляя позднегерцинскую Каржантау-Кураминскую подзону. На верхнепалеозойском этапе внедряются интрузии диоритов, диорит-сиенитов и щелочных гранитов с разнообразным дайковым комплексом. Завершается вулканическая деятельность в поздне-пермское—раннетриасовое время излиянием лав кислого состава.

Кураминский хребет и горы Моголтау – это сложный антиклинорий, изменяющий простирание с северо-западного и широтного на северо-восточное и меридиональное, что согласуется с простиранием разломов (Железный, Баштавакский, Тарыэканский и др.), которые играют важную роль в структуре антиклинория. Смещения по разломам происходили в среднем и верхнем палеозое и достигали иногда нескольких километров. Эти разломы «омоложены» в альпийскую фазу тектогенеза и участвуют в формировании новейших структур, сбросов, взбросов, сдвигов, их комбинаций и зон интенсивной трещиноватости. В новейшей структуре Кураминский хребет и Моголтау образуют мегантиклиналь северо-восточного простирания, осложненную разломами, а Центрально-Кураминский блок приподнят до отметок в 3500 м, образуя «ось» мегантиклинали. Склоны Кураминского хребта ступенчатые, поскольку их блоки – это останцы позднепалеозойско-раннемезозойского пенеplена. На поверхности пенеplена местами сохранились фрагменты мезозойско-палеогенового чехла, полого наклоненные от «оси» хребта. Они смяты в складки лишь вблизи от разрывов.

Алай-Кокшаальская структурно-формационная зона Южного Тянь-Шаня на юге граничит с Чаткало-Нарынской зоной, отделяясь от нее глубинными разломами. На территории Таджикистана в состав этой зоны входят Туркестанский, Зеравшанский, Каратегинский хребты и северный склон Гиссарского хребта. В геологическом разрезе зоны в нижней части залегают докембрийские кристаллические сланцы, гнейсы и мраморы, вмещающие протерозойские и более молодые гранитоиды, выходящие на поверхность в

Гарм-Хаитской подзоне. Верхняя часть разреза представлена мощными терригенными, карбонатными и вулканогенными геосинклинальными отложениями палеозоя и маломощными осадками мезозоя и кайнозоя платформенного типа. Алай-Кокшаальская зона окончательно оформилась в позднекаменноугольное — раннепермское время. По геолого-историческим особенностям развития здесь выделен ряд структурно-фациальных подзон, отличающихся по стратиграфии, магматизму и структурному строению (Н.М. Синицын, 1949; Д.П. Резвой, 1954, 1959; П.Д. Виноградов, 1962; М.М. Кухтиков, 1962, 1964; и др. [139]). Выделенные Туркестано-Алайская, Зеравшано-Туркестанская и Зеравшано-Гиссарская подзоны отличаются по геологическому разрезу. Структуры Алай-Кокшаальской зоны имеют складчато-чешуйчато-глыбовый характер. Они большей частью фрагментарны и нарушены многочисленными разрывами, образуя крутые изоклинальные, опрокинутые, веерообразные и пережатые складки. Распространены и моноклинали, осложненные разрывами и мелкой складчатостью, образующей комбинации чешуй, надвинутых друг на друга в северном и южном направлениях. В целом, складчатая зона с продолжением в Кызылкумы, на запад образует огромную дугу, выпуклую к югу с широтным простиранием структурных элементов и отклонением на западе к северо-западу, а на востоке — к северо-востоку.

Туркестанский, Зеравшанский и Северо-Гиссарский антиклинории имеют веерообразное строение, с тенденцией к опрокидыванию и надвиганию их структурных элементов к северу и югу от осевых зон. Они разделены узкими Северо-Туркестанским, Северо-Зеравшанским и Пасруд-Ягнобским синклиниями. Синклинии возникли на месте верхнепалеозойских приразломных прогибов и зажаты встречными надвигами.

Южно-Гиссарская структурно-формационная зона расположена южнее Алай-Кокшаальской зоны и занимает южный склон Гиссарского хребта. Комплекс метаморфических пород здесь условно относят к нижнему палеозою. Среднепалеозойские карбонатные и терригенные образования установлены локально. Широко распространены вулканогенные и интрузивные породы нижнего карбона и верхнего палеозоя. Вулканогенно-осадочный комплекс развит в южной части зоны, а на севере преобладают гранитоиды Гиссарского батолита с крупными ксенолитами осадочных и метаморфических пород. Герциниды здесь сформировались к концу верхнего карбона. Эффузивы и терригенные красноцветные толщи перми и триаса образовали слабо дислоцированный покров, залегающий несогласно на складчатых образованиях и гранитоидах Гиссарского батолита. Структура каменноугольного

вулканогенно-осадочного комплекса осложнена обилием интрузивных тел и многочисленными разрывными нарушениями.

К началу мезозоя произошла консолидация палеозойской геосинклинали Тянь-Шаня и сформировалась эпигерцинская платформа с частичным перекрытием маломощным мезозойским и палеогеновым осадочным чехлом. В неоген-четвертичное время Южный Тянь-Шань в связи с воздыманием приобрел облик высокогорного сводово-глыбового сооружения с Туркестано-Алайским, Зеравшанским, Гиссарским и Гиссаро-Каратегинским поднятиями. Крупные глубинные разломы отделили Южно-Тяньшаньское поднятие с севера и юга от Ферганской и Афгано-Таджикской межгорных впадин. Унаследованные разломы сформировали мезо-кайнозойские грабены, осложняющие поднятия Южного Тянь-Шаня. Так, Пенджикентский и Зеравшанский грабены вытянуты вдоль Зеравшанского разлома между Туркестанским и Зеравшанским поднятиями, а Фарабский и Фан-Ягнобский грабены приурочены к зоне разломов между Зеравшанским и Гиссарским поднятиями. Аналогичные грабены имеют место вдоль зоны главного Гиссарского разлома. Мезо-кайнозойские осадки в прогибах интенсивно дислоцированы только вблизи взбросов, унаследованных с палеозоя и активизированных на новейшем этапе развития. Это северо-западная и северо-восточная системы сбросов, взбросов и сдвигов с разломами широтного простирания. Так, разломы северо-западной системы развиты в пределах Гиссарского батолита, разделяя его на блоки, в которых покров мезозойских и палеогеновых осадков залегает полого, повторяя деформации поверхности домезозойского пенеплена. Но вблизи взбросов осадки чехла смяты и даже запрокинуты. Эта система разломов с востока осложнена молодой системой нарушений, контролируемой долиной Вахша—Сурхоба и именуемой зоной Вахшского глубинного разлома, который отделяет Южно-Тяньшаньское поднятие от Афгано-Таджикской впадины.

Северный и Южный Тянь-Шань отделяются *Ферганской впадиной*, западная часть которой принадлежит Таджикистану. По системе крутых и значительных по амплитуде сбросов Северо-Ферганского и Южно-Ферганского глубинных разломов, установленных геофизическими методами (Петров, 1961 г.; Таль-Вирский, 1962), палеозойский фундамент впадины глубоко погружен. Впадина выполнена мощной толщей неоген-четвертичных моласс, ограниченной с юга преимущественно континентальными терригенными отложениями триаса, юры и нижнего мела, а также морскими и лагунно-морскими терригенными (и карбонизация в неогене) верхнего мела и палеогена. Положительные неотектонические движения она испытала в четвертичный период. В центральной зоне Ферганы выделена Каракчикум-

Канибадамская впадина, как тектонический прогиб с глубиной залегания палеозойского фундамента 8000÷10 000 м. В южной зоне Ферганы выделена Нау-Костакоская впадина с серией антиклинальных складок и синклиналиных впадин, простирающихся широтно и реже в северо-восточном направлении. Складок представляют собой асимметричные брахиантиклинали с наклоном на юг и контролируются в рельефе двумя адырными грядами, которые разделены межгорными впадинами. Южная зона отличается относительно неглубоким залеганием палеозойского фундамента и маломощным покровом мезозойского и кайнозойского чехла.

Зона *Северного Памира*, сформировавшаяся в позднегерцинское время, отнесена к южной части палеозойского геосинклинального пояса, образуя крутую, выпуклую к северу дугу. В ее строении выделены терригенно-карбонатная (докембрий—девон), терригенно-вулканогенная (нижний карбон), терригенно-вулканогенно-карбонатная или флишоидная (средний карбон—пермь) и молассоидная (поздняя пермь—ранний триас) формации. Интрузивный магматизм имел место с раннего карбона до поздней перми. Главными структурными элементами Северного Памира являются герцинские Калайхумб-Сауксайский и Дарваз-Сарыкольский антиклинории и Каракульский синклинорий. Складки их второго порядка нарушены надвигами и сбросами, и общее их простирание изменяется от северо-восточного до широтного и юго-западного. Породы Калайхумб-Сауксайского антиклинория запрокинуты и надвинуты к северу и западу на мезозойские и кайнозойские образования Афгано-Таджикской впадины. Структуры Дарваз-Сарыкольского антиклинория также опрокинуты на юг и местами надвинуты на складчатые сооружения Центрального Памира.

Мезозойский и кайнозойский периоды на Северном Памире делятся на платформенный и орогенический этапы. Платформенный мезозойско-палеогеновый этап осадконакопления был крайне не продуктивным, локализовавшись главным образом по периферии региона в виде маломощных континентально-лагунных осадков юры, мела и палеогена, залегающих несогласно на палеозойском фундаменте. На неоген-четвертичном этапе Памир испытал энергичное поднятие, превратившись в высочайшее из горных сооружений Центральной Азии. Мезозойские складчатые сооружения расположены южнее палеозойского пояса, протягиваясь на запад от Карако-рума. Граница проявления палеозойской и мезозойской геосинклинальной складчатости проводится по Акбайтальскому разлому, **южнее которого выделено три зоны [42, 134]: Центрального, Юго-Восточного и Юго-Западного Памира.**

Зона Центрального Памира геосинклинально развивалась с протерозоя до конца мезозоя. В докембрии сформировался мощный сильно метаморфизованный терригенно-карбонатный комплекс пород с внедрением небольших согласных тел гранито- и аплито-гнейсов. В палеозое в геосинклинальное развитие первоначально была вовлечена кембрийско-девонская терригенно-карбонатная формация, затем каменноугольно-пермская терригенно-вулканогенная формация еще одного раннего этапа геосинклинального развития. На среднем этапе геосинклинального развития приняли участие терригенно-карбонатная (юра) и флишоидная (верхний триас) формации. На заключительной и переходной стадиях развития геосинклинали во внутренних локальных прогибах и вдоль краевых разломов сформировались карбонатная (верхний мел) и пестроцветная терригенно-вулканогенная (относимая к палеогену) формации. Гранитоидные интрузии внедрилась, в основном, после завершения среднего этапа развития геосинклинального прогиба, в позднеюрское— раннемеловое время. На заключительной стадии развития внедрились малые интрузии гранитоидов, прорвавшие отложения палеогена и территория испытала значительное поднятие. Сформировалось складчато-глыбовое сооружение Центрального Памира с Ванч-Язгулемским, Музкол-Рангульским и Сарезско-Пшартским антиклинориями, Язгулемским синклинорием, Ванчской и Акбайтальской приразломными чешуйчатыми зонами. Ванч-Язгулемский и Музкол-Рангульский антиклинории (горст-антиклинории) отделены от соседних структур разломами и сложены протерозойскими и палеозойскими породами. Структуры второго порядка представлены асимметричными крутыми брахискладками, которые прорваны интрузиями и нарушены многочисленными разрывами, создающих блоковые, чешуйчатые структуры. Сарезско-Пшартский антиклинорий сформировался при инверсии верхнепалеозойско-нижнемезозойского прогиба и сложен комплексом пород от ордовика до палеогена. Выделены сложные и крутые, часто опрокинутые и лежащие складки более высокого порядка, осложненные мелкой складчатостью и разрывными нарушениями, создающими облик чешуйчатого и чешуйчато-блокового строения. Язгулемский синклинорий сложен в ядре меловыми и палеогеновыми, а на крыльях – триас-юрскими, породами. Он состоит из двух антиклинальных и одной синклинальной складки второго порядка. По Язгулемскому надвигу синклинорий надвинут на структуры Ванч-Язгулемского антиклинория, на север.

Зона Юго-Восточного Памира с докембрийским складчатым основанием представляет собой мегасинклинорий со складчатыми структурами второго порядка (Базардаринский, Пшартский, Тахтамыш-ский и Рушанский антиклинории, Мургабский, Истыкский и Аличур-Гурумдинский

синклинорий). Она отделена от Центрального Памира Рушанско-Пшартским краевым разломом. В строении зоны выделены терригенно.-вулканогенная (от карбона до конца триаса), глинисто-карбонатная (юрская и, возможно, нижнемеловая) и пестроцветная терригенно-вулканогенная (предположительно верхнего мела и палеогена) формации. Интенсивная складчатость произошла здесь на границе триасового и юрского времени и сопровождалась внедрением гранитоидов. Основная масса гранитоидов внедрилась в позднеюрское — раннемеловое время. Крайняя западная часть Юго-Восточного Памира представлена Рушанским антиклинорием юго-западного простирания, сложенным метаморфическими породами рушанского комплекса верхнего палеозоя — триаса. Комплекс прорван многочисленными интрузиями гранитоидов. Антиклинорий представлен очень крутыми складками и разрывами, направленными к северо-западу и юго-востоку от осевой части. С востока он отделен от Базардаринского антиклинория гранитоидными массивами. Базардаринский антиклинорий имеет субмеридиональное простирание и содержит сжатые брахискладки, на погружении которых и по периферии антиклинория развиты слабо дислоцированные юрские отложения. Сгущение разрывов, главным образом сбросов и взбросов, установлено на его южной и восточной частях. Северо-восточнее Базардаринского расположен Пшартский антиклинорий, образованный системой субширотных, сильно сжатых линейных складок, которые сложены верхнепалеозойскими и триасовыми образованиями, прорванными гранитами. Тахтамышский антиклинорий содержит ряд крутых антиклиналей, ядра которых сложены триасовыми и юрскими породами. Юрский комплекс образует простые, брахиформные складки северо-западного простирания. Мургабский, Истыкский и Аличур-Гурумдинский синклинории сложены пермо-триасовыми, юрскими и слабо дислоцированными палеоген-неогеновыми отложениями. Последние образуют наложенные синклинальные структуры. На более дислоцированных пермо-триасовых отложениях сформировались более простые складки из юрских отложений, смещенные относительно структур пермо-триаса.

Зона Юго-Западного Памира отделена от Юго-Восточного Гунтско-Аличурским краевым разломом. Она является наиболее древним структурным элементом Памира и по В.П. Бархатову [42, 134] считается докембрийским срединным массивом, переработанным в северной части в киммерийскую фазу развития. Зона сложена комплексом архейско-протерозойских гнейсов с прослоями мраморов и кристаллических сланцев, а участками магматитами, контактово-метаморфическими породами и разнообразными тектонитами. На юге зоны установлены известняки и метаморфические сланцы, видимо, пермо-триасового возраста, а спорадически – олигоцен-миоценовые конгломераты.

Метаморфические образования прорваны интрузиями кислых пород и подверглись интенсивной складчатости в докембрийское время и в юрско-меловую эпоху. Послепалеогеновые разрывы имеют преимущественно субмеридиональное простирание. Зона содержит крупные и простые антиклинали и синклинали, образованные мезозойскими движениями, а древние структурные формы представлены зонами катаклазитов, бластомилонитов, складками волочения, течения и плейчтости.

Афгано-Таджикская межгорная впадина расположена между Тянь-Шанем и Памиром и выполнена мощными отложениями мезозоя и кайнозоя. На тектонической схеме впадина рассматривается, как орогенная межгорная впадина, сформировавшаяся по мезозойско-палеогеновой синеклизе юго-восточной части Каракумской платформы (Туаев, 1962; Широков, 1964; Дикенштейн и др., 1963). Шатский, 1957; Богданов, 1961; Яншин, 1966 [134, 139] делят таджикскую часть впадины на западную — «притяньшаньскую» зону, относимую к эпигерцинской платформе, и восточную — «при-памирскую», играющую роль краевого прогиба альпийской области. Мезозойский и кайнозойский чехол впадины дислоцирован в систему нарушенных складок субмеридионального и северо-восточного простирания. Из осадочных образований выделены платформенный (юрский — палеогеновый) и орогенный (неоген — четвертичный) формационные комплексы. В первом комплексе сочетаются морские и лагунные карбонатные, глинистые, гипсово-соленосные с континентальными угленосными (лейас — доггер) и красноцветными (нижний мел) образованиями. Карбонатные толщи отнесены к нижнему мальму, верхнему сенону — палеоцену; глинистые породы с небольшим количеством терригенно-карбонатных и гипсоносных пород — к сеноману, турону, нижнему сенону и эоцену. Распространены гипсоносные и соленосные отложения, имеющие большую мощность в верхнем мальме и нижнем палеоцене. Весь платформенный комплекс в разных частях впадины имеет мощность 2000÷4500 м. Орогенный комплекс отличается сложной складчатостью. В чехле широко развита внутривпадинная дисгармоничная складчатость разных порядков (мелкой изоклинально-чешуйчатой, не выходящей за пределы отдельных толщ, а также складок, охватывающих весь надсолевой комплекс (мел — неоген), не согласных по отношению к под солевым структурам). Впадина характеризуется неоднородным складчатым фундаментом, что подтверждается магнитными аномалиями. На докембрийских метаморфических образованиях залегают терригенно-вулканогенные толщи каменноугольного возраста, местами перекрытые нижнепермскими эффузивными покровами. Фундамент впадины погружен (от 3 до 12 км). Геолого-геофизические данные свидетельствуют о

мозаично-блоковом строении фундамента. В пределах впадины выделен ряд тектонических зон.

Гиссаро-Сурханская зона включает Гиссарский широтный и Сурханский субмеридиональный прогибы неоген-четвертичного периода, заполненные толщами моласс мощностью до 5 км. Гиссарский грабенообразный прогиб расположен вдоль границы Афгано-Таджикской впадины и Гиссарского хребта и ограничен зонами разломов. В герцинской структуре эти разломы отделяли Южно-Гиссарскую зону от Южно-Таджикского срединного массива. Вдоль северного борта Гиссарского прогиба выделены Андыгенская, Гумбулакская, Рохатинская, Комсомольская, Шаамбаринская и др. антиклинальные складки. Несколько таких погребенных складок установлено геофизическими методами в наиболее погруженной центральной части прогиба. Второй Сурханский прогиб (мегасинклиналь) расположен вдоль юго-западных отрогов Гиссарского хребта. Он отделяет хребет от Кафирниганского поднятия. Неогеновые породы вдоль северного борта прогиба круто погружаются к югу, повторяя погружение кровли фундамента, отметки которого на расстоянии 10 км изменяются от 2000 м и более до минус 7000÷8000 м. Предполагается ступенчатый характер погружения фундамента, что отражено складками и флексурами в осадочном чехле. Восточный борт Сурханского прогиба вдоль хребта Бабатаг пологий и широкий. Данными электроразведки и гравиметрии в северо-восточной части Сурханского прогиба установлены погребенные поднятия.

Кафирниган-Вахшская зона включает Кафирниганское и Вахшское поднятия с Яванским четвертичным прогибом между ними. Кафирниганская мегантиклиналь включает Бабатагско-Туюнтауское, Каршитау-Пайрягатауское, Рангон-Актауское, Даганакиикско-Аруктауское и Джетымтауское антиклинальные поднятия, расположенные линейно и параллельно, и разделенные синклинальными складками. Поднятия сложены меловыми и палеогеновыми отложениями и ограничены с востока крупными взбросо-надвигами. По ним породы надвинуты в восточном и северо-восточном направлениях на синклинали, выполненные неогеновыми молассами. Самыми древними являются кимеридж-титонские (верхнеюрские) соляно-гипсовые образования, выходящие на поверхность вдоль тектонических нарушений. Антиклинальные поднятия образуют кулисообразно расположенные коробчатые, реже гребневидные цепочки, осложненные разрывными нарушениями и мелкими складками. К северным частям антиклинальных поднятий приурочены крупные моноклинали и флексуры, рассматриваемые в качестве элементов и фрагментов антиклинальных складок. У южного борта Гиссарского прогиба Кафирниганская мегантиклиналь приобретает северо-вос-

точное и широтное простирание, сочленяясь с системой тектонических элементов Вахшской мегантиклинали.

Вахшская мегантиклиналь в северной части представлена оборванными разрывами моноклиналями и сильно сжатыми складками, опрокинутыми и надвинутыми к северо-западу друг на друга. В южной части в ее строении участвуют Северное Каратауское, Сарсаряжское, Санглакское и др. линейные антиклинальные поднятия, ограниченные с запада крупными надвигами и взбросами. Северные окончания поднятий и разрывов у Нурекской петли Вахша повернуты к востоку. Простирание структур Гулизиндан-Вахшского антиклинального поднятия в районе Туткаула отклоняется сначала к югу, а затем к западу. Южнее Туткаула в строении Вахшской мегантиклинали появляются Ч а л т а у - Т с р е к л и т а у с к а я и Южная Каратауская асимметричные антиклинали коробчатого облика. В пределах Вахшской долины, на продолжении Северного Каратауского поднятия геолого-геофизическими методами установлены Донгузская, Ташрабатская, Кичикбельская, Акбашская и др. погребенные антиклинали. Они имеют морфологическое и генетическое сходство со складками, выходящими на поверхность в Кафирниганской и Вахшской мегантиклиналях. Джангоуская, Фаркоджуручская, Ионахшская, Гашинская и др. структуры северо-восточного продолжения Вахшской мегантиклинали обрываются с востока крупным Гулизиндан-Вахшским взбросо-надвигом. Этот надвиг прослежен у западного склона Вахшского хребта от северного борта Дангаринской впадины до р. Сурхоб, где он замыкается Вахшским разломом. По поверхности этого взбросо-надвига моноклиналь Вахшского хребта надвинута на отмеченные структуры.

Яванский широкий четвертичный прогиб (мегасинклиналь) в южной части, в пределах Нижне-Вахшской долины наложен на юго-западное окончание Вахшской и юго-восточную часть Кафирниганской мегантиклиналей. В ложе прогиба залегают неоген-палеогеновые отложения. В пределах этого прогиба в Яванской долине выделена Яванская синклиналь. На нее с запада и с востока надвинуты антиклинальные поднятия Джетымтау и Каратау. Южнее ложе прогиба приурочено к погребенным структурам Вахшской и Кафирниганской мегантиклиналей. Они расположены на продолжении Северного Каратауского, Джетымтауского и Даганакиик-Аруктауского антиклинориев.

Яхсуйская зона (мегасинклиналь) сформировалась на месте глубокого прогиба, заполненного в неогене молассами мощностью до 8 км. В четвертичный период прогиб испытал поднятие. Мегасинклиналь содержит узкие коробчатые и гребневидные антиклинали и широкие синклинали, сложенные отложениями неогена. В ядрах антиклиналей залегают палеоген-

новые, а на севере зоны — меловые породы. Складки имеют линейный характер значительной протяженности. Отдельные блоки пород на севере зоны подняты, а на юге - расходятся и погружаются, будучи осложненными проявлениями соляной тектоники.

*Памиро-Алайская зона расположена севернее Яхсуйской зоны в виде узкой системы линейных, сильно сжатых и нарушенных разрывами складок хребтов Петра Первого и Заалайского. Хребты соответствуют антиклинорию, опрокинутому и надвинутому в северном направлении. Зоны Яхсуйской мегасинклинали и хребта Петра Первого отделены с востока и юго-востока от Северного Памира — Дарваза системой разломов. Между ними и структурами Яхсуйской мегасинклинали расположена *Обиниоуская приразломная зона*. Она состоит из ограниченных разломами блоков, сложенных отложениями мезозоя и палеогена, мощность которых значительно варьирует. Эта зона сформировалась в Юго-Западном Таджикистане, на окраине мезозойско-палеогеновых морских бассейнов и испытала влияние тектонической активности Дарваз-Каракульского глубинного разлома в мезозое и кайнозое. Этот разлом делит области, испытавшие длительные и противоположные тенденции в своем развитии, особенно, в неоген-четвертичное время.*

2.3. Палеогеографические условия формирования гидросферы региона

Водный сток с территории Таджикистана осуществляется трансграничными Амударьей и Сырдарьей с выделенными нами мезобассейнами стока (рис. 5.3). Значительная часть этих бассейнов приходится на территории соседних стран. В бассейне Сырдарьи выделены Восточно- и Западно-Сырдарьинский и Белыйсникский мезобассейны и группы мезобассейнов стока (Северо-Сырдарьинская, Лайлако-Аксунская и Исфарино-Кравшинская). Амударьинский макробассейн представлен Зеравшанским, Кафирниганским, Сурхандарьинским, Вахшским, Пянджским, Бессточно-Каракулским, Бартангским, Рангулским бессточным, Гундтским и Верхне-Пянджским мезобассейнами стока, а также Язгулемо-Ванджской группой мезобассейнов.

Геоморфологическим условиям республики посвящен ряд детальных тематических работ сотрудниками Таджикского геологического управления и МГУ с расчленением форм рельефа с учетом возрастных комплексов [134, 139]. Определенным этапам развития гидрографической сети и осадконакопления выделено три основных яруса рельефа, под которыми понимается система ровных водораздельных (и террасовых) поверхностей с примыкающими к ним склонами. Комплексы рельефа коррелируются с синхронными аккумулятивными и эрозионными уровнями в горах и межгорных впадинах.

Возраст аккумулятивных образований установлен по фаунистическим находкам, а также по минералогическому, гранулометрическому составу лёссовидных грунтов, их пористости, геологическому разрезу и пр. Однородные поверхности выделены, как по генетическим, так и по стратиграфическим признакам, что позволило раскрыть ярусность рельефа в соответствии с определенными ритмами тектонических движений. Рельеф сформировался в период от олигоцена до современной эпохи, и его формирование отвечает орогенической истории развития территории соответствующего периода. Кроме отмеченной ярусности рельефа, в горах Таджикистана выявлены фрагменты древних пенепленов. Их поверхности выработаны по разновозрастным дислоцированным породам с неодинаковым гипсометрическим положением. Например, на Гиссарском хребте такие фрагменты зафиксированы на отметках от 2300 до 4300 м, что обусловлено неравномерным перемещением блоков пород по разломам. Считается, что эти фрагменты сформировались в до орогенический этап развития территории в предмезозойское время.

В геоморфологическом плане на территории республики выделены провинции гор с денудационным типом рельефа межгорных впадин с аккумулятивным типом рельефа.

Денудационный тип рельефа характеризуется тремя главными ярусами. Верхний ярус приурочен к водораздельной части хребтов и соответствует реликтам древнего рельефа, датируемого с олигоцена до нижнего неогена, что коррелируется с образованиями смежных областей прогибания (Афгано-Таджикской и Ферганской межгорных впадин). На Памире верхний ярус рельефа приурочен к водоразделам с отметками в 4800÷6000 м. На Западном Памире выровненные поверхности этого яруса под действием нивальных процессов и экзарации превратились в узкие гребни с острыми зубчатыми вершинами. Реликты выровненных поверхностей встречены локально среди ледников и карров с фирном и льдом. На Востоке Памира выровненные поверхности пенеплена выражены хорошо и осложнены только отдельными пиками с превышением в 1500 м. На Туркестанском, Зеравшанском и Гиссарском хребтах верхний ярус рельефа имеет отметки до 4000 м на западе и до 5500 м на востоке. При интенсивных неотектонических движениях, сопровождающихся активной эрозией, эти поверхности сохранились лишь среди острозубчатых гребней локально.

На Кураминском хребте этот ярус денудационного рельефа расположен на водораздельных, узких хребтах с отметками 3200÷3500 м. Гребни этих хребтов сильно выположены и несут фрагменты плоских поверхностей по дислоцированным палеозойским породам. В межгорной Ферганской впадине

верхний ярус денудационного рельефа отсутствует, но в северо-восточной части Афгано-Таджикской впадины он имеет небольшое развитие в виде фрагментов выровненных поверхностей верхнего яруса на водоразделах хребтов Петра Первого и Заалайского. Абсолютные отметки их составляют 4500÷5000 м. Они выходят на поверхность среди отложений нижнего неогена (больджуанской свиты).

Средний ярус денудационного рельефа имеет неоген-нижнечетвертичный возраст, и *сформировался в виде* системы ступенчатых субсеквентных долин, которые развивались унаследованно в этот период. На Памире средний ярус имеет отметки 4000÷5000 м. На Западном Памире имеют место узкие долины с крутыми скалистыми склонами с фрагментами выровненных поверхностей. Обширные поверхности этого яруса сохранились здесь локально. Например, в верховьях долины р. Шахдара они имеют слабовсхолмленный рельеф, сформированный по докембрийским гнейсам. На Восточном Памире эрозионный врез среднечетвертичного — современного этапов формирования гидрографической сети не выражен, поэтому средний ярус рельефа является одновременно и самым нижним и широко распространенным. Поверхности рельефа, относящиеся к нижнечетвертичной эпохе, представлены днищами крупных долин и впадин, являющиеся областью аккумуляции в четвертичный период. На Туркестанском, Зеравшанском и Гиссарском хребтах Центрального Таджикистана средний ярус рельефа имеет отметки 1500÷1700 и 3500÷3800 м и соответствует трем ступеням, расположенным ниже олигоцен-миоценовой поверхности. Эти ступени отличаются по сохранности, прослеживаясь на водоразделах боковых притоков основных долин. На Кураминском хребте средний ярус рельефа тоже имеет ступенчатый характер строения на отметках 1500÷1800 и 2500÷2800 м. В рельефе этот ярус приурочен к водоразделам второго порядка с узкими, выположенными поверхностями и фрагментами днищ древних долин.

Средний ярус денудационного рельефа отмечен в Афгано-Таджикской межгорной впадине и фиксирован на хребтах Заалайском и Петра Первого, а также в отдельных пунктах самой депрессии. На хребтах этот ярус имеет отметки от 2400 до 4000 м. Выделены три региональные ступени, соответствующие разновозрастным древним долинам с крутыми склонами и фрагментами слабо волнистых поверхностей, соответствующих днищам долин. Хорошо выделяется нижняя ступень среднего яруса с хорошей сохранностью слабовсхолмленной платообразной поверхности. В депрессии средний ярус рельефа соответствует относительно ровным, или всхолмленным водоразделам главных хребтов с отметкам до 2000÷2500 м на северо-востоке и 1400÷1800 м в депрессии.

Нижний ярус денудационного рельефа сформировался за период со среднечетвертичного до современного времени. Ярус представлен крутосклонными и щелистыми долинами, врезанными в днища нижнечетвертичных долин. На Восточном Памире этот ярус отсутствует, а на Западном Памире к нему относят глубоковрезанные, узкие долины в виде ущелий или каньонов. Аналогичные ущелья и каньоны характерны для нижнего яруса рельефа в Центральном Таджикистане, где нижняя часть этого яруса соответствует днищам современных переуглубленных долин с крутыми склонами и V-образной формой. На Кураминском хребте нижнему ярусу рельефа также соответствуют крутосклонные долины с тремя эрозионными или эрозионно-аккумулятивными поверхностями, которые сопряжены с аккумулятивными террасами, например, в центральной части Ферганской впадины. Нижний ярус денудационного рельефа имеет место и в Ферганской и в Афгано-Таджикской впадинах. Если в Фергане он представлен только серией эрозионных террас и молодыми грядами, соответствующими антиклинальным поднятиям, сложенным олигоцен-нижнечетвертичными молассами, то в Южно-Таджикской депрессии имеется не менее трех эрозионных террас.

Аккумулятивный тип рельефа имеет место в межгорных впадинах и отдельные фрагменты его встречаются в горах, проявляясь в ярусности рельефа. Имеют место подтипы этого рельефа: аллювиальный, аллювиально-пролювиальный, пролювиальный и моренный. В межгорных впадинах выделены нижний и средний ярусы рельефа, представленные четырьмя террасовыми комплексами, локально развитыми. В Афгано-Таджикской впадине средний ярус аккумулятивного типа соответствует нижнечетвертичным террасам, которые в значительной степени уничтожены эрозией и денудацией, или погребены во впадинах. В приводораздельных частях хребтов Таджикской депрессии на отметках более 2000 м сохранились отдельные фрагменты цокольных террас. Фрагменты нижнечетвертичных террас сохранились и в Ферганской впадине на отметках 900÷1000 м. Рельеф их холмистый с ровными участками, наклоненными к северу. Нижний ярус аккумулятивного рельефа широко распространен в межгорных впадинах и представлен комплексом средне-, верхнечетвертичных и современных террас. В Афгано-Таджикской впадине среднечетвертичный (илякский) комплекс представлен двумя верхними обычно цокольными и нижней аккумулятивной террасами. Верхние расположены на склонах хребтов, в центральных частях впадины, в интервалах высот соответственно от 700÷1000 до 1800÷2000 м и от 600÷800 до 1500÷1700 м, а нижняя – от 500÷720 до 1000÷1300 м. По три региональные террасы сформировались также в верхнечетвертичном (душанбинском) и современном (амударьинском) комплексе. Самая древняя,

верхняя терраса этого комплекса образует аллювиальную равнину шириной до 20÷25 км, например, в долине р. Вахш. В Фергане развиты пролювиальный и аллювиальный подтипы аккумулятивного рельефа. Пролувиальный подтип представлен разновозрастными отложениями конусов выноса и предгорных шлейфов, окаймляющие с севера и юга Ферганскую впадину и периферийную часть Кураминского хребта. Среднечетвертичные формы этого подтипа рельефа представлены лишь фрагментами выровненных поверхностей. Вдоль южных предгорий Ферганской впадины большие площади занимает рельеф среднечетвертичного, возраста, а поверхности верхнечетвертичного времени имеют место по левому берегу р. Сырдарьи и ее левым притокам. Современные террасы Сырдарьи в значительной части затоплены Кайраккумским водохранилищем.

В горах аккумулятивный рельеф распространен только на Восточном Памире в долинах и озерных котловинах и представлен средне-верхнечетвертичными и современными формами. Среди них преобладают конусы выноса, а также формы рельефа ледниковой аккумуляции. На Западном Памире установлены фрагменты цокольных террас, конусы выноса и моренные образования.

На Кураминском хребте и хребтах Центрального Таджикистана аккумулятивные формы рельефа занимают небольшие площади, занятые фрагментами террас, преимущественно верхнечетвертичного и современного возраста (табл. 2.6). В палеогене регион, видимо, почти полностью был залит эпиконтинентальным морем. С орогенического этапа развития, то есть с олигоцена произошла дифференциация территории на области поднятия и опускания. О.К. Чедия (1962) считает, что это произошло в палеоцене. Мелкообломочный материал олигоцен-миоценовых отложений во впадинах указывает на небольшую разность высот поднимающихся и опускающихся областей была не более 200÷500 м, а на Памире возрастала до 1000÷1500 м.

Таблица 2.6

История развития рельефа [139]

Регионы		Денудационный рельеф			Аккумулятивный рельеф		
		верхний ярус (Pg ₃ - N ₁)	средний ярус (N ₂ - Q ₁)	нижний ярус (Q ₁₁ - Q _{1V})	верхний ярус (Pg ₃ - Ni)	средний ярус (N ₂ - Q ₁)	нижний ярус (Q ₁₁ - Q _{1V})
Памир	Запад- ный и	4800- 6000	4000- 5000	<4000	Нет	Нет	Нет
	Восточ- ный						
Центральный Таджикистан		4000- 5500	1500- 1700	<1500	-	Почти не	Развит

			3500-3800	<3500		развит	фрагментарно
Северный Таджикистан	3200-3500		1500-1800 2500-2800	< 1500 <2500	-	Почти не развит	Развит фрагментарно
Ферганская впадина	Нет	Нет		600-900 1000-1600	-	900-1000	400-500 700-1000
Афгано-Таджикская впадина	Южно-Таджикская депрессия	-	1400-1800 2000-2500	<1400 <2000	-	>2000	740-1000 и 1800-2000 600-800 и 1500-1700 500-720 и 1000-1300
	Петро-Заалайская область	4500-5000	2400-4000	<2400	-	Почти не развит	Развит фрагментарно

Гипсометрическая характеристика форм рельефа. В неоген-четвертичное время в Таджикистане произошло резкое, ступенчатое (т.е. ритмичное) поднятие гор до 3000—5000 м с усилением денудации и значительное прогибание впадин. В неоген-нижнечетвертичное время произошла дифференциация межгорных впадин на частные впадины и поднятия, в пределах которых в рельефе сформировались структурные хребты высотой от нескольких десятков до 300÷700 м. При замедлении темпов тектонических движений на Восточном Памире развивается оледенение полупокровного характера, а в остальных районах Памира и в Центральном Таджикистане – долинный тип оледенения с максимальными размерами ледников на Памире и в Дарвазе и минимальными — в Алайской области, со среднечетвертичного времени произошло новое резкое увеличение амплитуды поднятий, что отразилось в интенсивном врезе гидрографической сети при ее перестройке. С конца среднечетвертичной эпохи речная сеть имеет черты уже близкие к современным. На многих участках формируются сквозные долины (на меридиональном колене р. Пяндж, в долинах рек Фандарья, Обихингоу и др.), пересекающие молодые поперечные положительные структуры. В Ферганской и Афгано-Таджикской впадинах из-за интенсификации положительных движений формируются хребты-антиклинали, повысившие крутизну падения пород мезозойского и кайнозойского возраста с дислокацией даже нижнечетвертичных отложений.

Поднятия вызвали новое похолодание климата и рост ледников с максимумом оледенения в конце среднечетвертичной эпохи. Во впадинах сформировались мощные толщи илякского и ташкентского комплексов аллювиальных и пролювиальных отложений. В верхнечетвертичное время темпы региональных поднятий снизились и усилилась аккумуляция осадков во впадинах, чему способствовало развитие оледенения на Северо-Западном Памире и в Гиссаро-Алае, где ледники транспортируют много обломочного материала. Центры оледенения (ледники Федченко, Гарминской группы и др.) тяготеют к районам больших высот Западного Памира. На Восточном Памире оледенение развито значительно меньше в виде карровых ледников, поскольку больше влаги приносится западными ветрами и это благоприятствует накоплению снега и льда. Восточный Памир превратился в высокогорную пустыню (Чедия, 1962). На современном этапе развития сохранились условия верхнечетвертичного времени с некоторой перестройкой гидрографической сети, включая ледниковый сток. Продолжается орогенический этап развития территории, о чем свидетельствуют деформации самых молодых террас и широко распространенные сейсмические явления.

Поводя итоги второй главы, следует отметить:

1. Водные ресурсы Таджикистана сформировались под влиянием сложно проявляющихся природных факторов и претерпевают техногенную трансформацию под влиянием разнообразной хозяйственной деятельности человека. Горный характер территории определяет резкую континентальность климата республики со значительными колебаниями температуры и влажности, а также неравномерность распределения осадков, формирующих сток поверхностных и подземных вод.

2. Таджикистан расположен в зоне сочленения разнородных геосинклинальных поясов: палеозойских структур Тянь-Шаня, Северного Памира с мезозойскими структурами Центрального, Юго-Восточного и Юго-Западного Памира. В неотектоническом плане эти пояса в совокупности образуют ветви Центрально-Азиатского поднятия, занимающего большую часть Азиатского материка. Это поднятие сформировалось с конца палеогена — начала неогена и отличалось весьма значительной активностью горообразования, повлиявшего на формирование рельефа Таджикистана. Образовались высочайшие сооружения складчато-блокового характера — Тянь-Шань и Памир с отметками соответственно до 5500 м в Центральном Таджикистане и более 6000 м на Памире, снижаясь, в Северном Таджикистане до 3500 м. Прерывистый характер поднятий обеспечил ярусное строение рельефа с выделением трех главных ярусов, имеющих возраст Pg_3-N_1 ; N_2-Q_1 ;

Q₂—Q₄. Гипсометрические отметки их отличаются максимумом на Памире и минимумом в Северном Таджикистане.

3. Ферганская и Афгано-Таджикская межгорные впадины наметились в мезозое и сформировались к настоящему времени. Их палеозойский фундамент погружается на глубины до 8÷12 км. Произошла дифференциация впадин на более мелкие впадины и поднятия, также характеризующиеся ритмичностью движений и ярусностью рельефа. Дифференциация впадин произошла в неоген-четвертичное время. Поэтому нижний ярус рельефа (Pg₃—N₁) в их пределах отсутствует, но остальные ярусы (N₂—Q₁ и Q₂—Q₄) широко распространены в виде ряда ступеней с отметками 400÷1600 м в Ферганской впадине и 300÷2500 м в Афгано-Таджикской впадине. Петро-Заалайская область, хотя и входит в Афгано-Таджикскую впадину, но в геоморфологическом отношении занимает промежуточное положение между Таджикской депрессией и Гиссаро-Алайской и Памирской горными сооружениями с весьма отчетливой ярусностью рельефа на отметках от 2000 до 5000 м.

4. Значительная геоморфологическая дифференциация территории сопровождается ее резкой климатической дифференциацией. Климатические зоны пустынь и полупустынь с ничтожным количеством атмосферных осадков и высокой испаряемостью сменяются зонами умеренного и нормального увлажнения по мере увеличения высоты территории. Сумма осадков здесь превышает 1000 мм в год. Там, где горных хребты преграждают пути проникновению влажных ветров, сформировались высокогорные пустыни с исключительно суровым климатом и многолетней мерзлотой. Дифференциация рельефа определяет и характер формирования водного стока от микробассейнов стока в горах до зон их сосредоточения на равнинах

5. В геологическом строении Таджикистана выделяется ряд крупных частей:

а) Складчато-глыбовая область Тянь-Шаня и Памира, включающая Каржантау-Кураминскую структурно-формационную подзону каледонид и герцинид, Центрально-Таджикский, в состав которого входят Алай-Кокшальская и Южно-Гиссарская зоны (герциниды), и Юго-Восточный, к которому принадлежат Северная (герциниды), Центральная, Юго-Восточная и Юго-Западная зоны Памира (киммериды);

б) наложенные на палеозойский субстрат межгорные впадины сформировались в новейшее время на Центрально-Азиатском поднятии. Среди них Северо-Восточный район, занимающий западную периферию Ферганской впадины, и Юго-Западный, приуроченный (в границах СССР) к юго-западной части Афгано-Таджикской впадины;

в) как самостоятельная часть рассматривается Петро-Заалайская складчатая область на северо-востоке Афгано-Таджикской впадины, отличающаяся от сопредельных территорий рядом геологических и геоморфологических черт.

б. Водный сток с территории Таджикистана сформировался в процессе многоэтапного развития палеогеографических условий и осуществляется трансграничными Амударьей и Сырдарьей с выделенными нами мезобассейнами стока. Значительная часть этих бассейнов приходится на территории соседних стран. В бассейне Сырдарьи выделены Восточно- и Западно-Сырдарьинский и Белыйсникский мезобассейны и группы мезобассейнов стока (Северо-Сырдарьинская, Лайлако-Аксунская и Исфарино-Кравшинская). Амударьинский макробассейн представлен Зеравшанским, Кафирниганским, Сурхандарьинским, Вахшским, Пянджским, Бессточно-Каракулским, Бартангским, Рангулским бессточным, Гундтским и Верхне-Пянджским мезобассейнами стока, а также Язгулемо-Ванджской группой мезобассейнов.

ГЛАВА 3. МЕТОДОЛОГИЯ И МЕТОДИКА ГИДРОГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

3.1. Анализ изученности проблемы и методология исследования

Выдающийся российский ученый В.И. Вернадский, читая лекции в Сорбонне, изложил постулат о ведущей геологической силе человека на планете, которая существенно преобразует ее облик, формируя из биосферы ноосферу. Он предвосхитил появление современных экологических проблем, подчеркнув, что "биосфера является основной областью научного знания, хотя только теперь мы подходим к ее научному выделению из окружающей нас реальности" [75]. В Рио-де-Жанейро (1992), на всемирном конгрессе по охране окружающей среды (ОС) руководителями 178 стран мира принята новая концепция природопользования с переходом человечества на модель устойчивого развития. Она охарактеризована, как стратегия выживания человечества в XXI в., в условиях НТР. Это полностью согласуется с постулатом В.И. Вернадского о формировании сферы разума ноосферы, как нового состояния биосферы, в которой Человек со своими технологиями превратился в ведущую геологическую силу на Земле, включая ее гидросферу. Постулат В.И. Вернадского тесно связан с постулатом Ч. Дарвина о влиянии окружающей среды (экотопа биосферы) на эволюцию живых организмов, продолжая эту мысль о ведущей роли в развитии планеты живого вещества и человека. Раскрытие такой тесной взаимосвязи между экотопом и биоценозом требует целостного подхода к экологическим проблемам с переходом человечества на модель устойчивого развития. Для достижения этой цели после конгресса в Рио-де-Жанейро (1992) 19-ая сессия Генеральной Ассамблеи ООН (1996) приняла "Повестку дня на XXI век", а международная организация стандартизации (ISO) начала разрабатывать новые международные стандарты серии ISO 14000 (Уругвай, 1992) и приняла документы об экологическом менеджменте (ISO 14001, ISO 14004, ISO 14010, ISO 14011, ISO 14012). Они признаны стандартами (ГОСТами) России (1998) [382], поскольку служат делу перехода к управлению ОС. Для успеха в рыночной конкуренции крупные корпорации и компании добровольно перешли на новые стандарты ISO 14000. Для Таджикистана такой переход оказался болезненным из-за отставания производства и экологического образования [158, 170, 480-484]. Исходя из изложенного, регион рассматривается нами под гидрогеоэкологическим углом зрения.

По определению В.И. Осипова, геоэкология – это междисциплинарная наука об экологических проблемах внешних геосфер [306-308, 310]. Объектом исследований гидрогеоэкологии по А.Я. Гаеву служит гидросфера в пределах

экотопосферы, под которой понимается экотоп ноосферы, состоящий из косных и биокосных компонентов. Деятельность человека, в связи с НТР, распространилась далеко за пределы биосферы, захватив и глубокие горизонты земной коры, вызвав техногенные землетрясения. Искусственные спутники Земли летают и в ее экзосфере. Таким образом, экотопосфера значительно больше по объему, нежели биотоп биосферы, отличаясь от него также и по характеру развития. Экотопосфера охватила атмосферу, гидросферу, педосферу и значительную часть литосферы, став объектом изучения геоэкологии. Человечество в своей горно-геологической и строительной деятельности извлекает из недр на поверхность Земли более 70% ресурсов, но эффективно использует из них меньше 10%, отправляя основную часть в отходы (отвалы пород, илов, рассолы и соленые воды) и, формируя опустыненные ландшафты, отравляющие все живое. Противодействовать этим негативным явлениям препятствует отсутствие целостного представления о внешних оболочках Земли и гидросфере Таджикистана. Как целостный объект гидросфера Республики до сих пор не рассматривалась, в советской гидрологической науке поверхностные воды рассматривались отдельно от подземных вод. Гидрогеология не является разделом гидрологии или науки о гидросфере. Только отдельные ученые считают, что гидрологическая наука служит объектом исследований гидросферы, и в ее состав входит гидрогеология [34, 35].

При согласии с В.И. Вернадским в том, что "биосфера является основной областью научного знания", классификация экологических наук должна основываться на учении о биосфере-ноосфере [75, 77]. Объектом изучения геоэкологии при этом должна быть экотопосфера, а прикладной наукой в учении о биосфере-ноосфере является экология природопользования, находящаяся на стыке технических, естественных, гуманитарных и социальных наук. В науке о гидросфере Таджикистана до сих пор господствует резольютивный принцип Я.Х. Вант-Гоффа с расчленением объектов изучения на фрагменты с более детальным исследованием каждого из них. Для решения сложных водохозяйственных задач требуется создание целостной картины о гидросфере Республики, с рассмотрением вопросов ее формирования под углом зрения учения о биосфере-ноосфере. Элементами биосферы и ноосферы служат биогеоценозы, экосистемы, нообиогеоценозы и ноосистемы [96, 470]. Понятия о биогеоценозе по В.Н.Сукачеву (1940) и экосистемы по А. Тенсли (1935) очень близки и включают в себя биоценоз и косную и биокосную среду (биотоп), в которой формируются живые организмы. Нообиогеоценоз по С.С. Шварцу и ноосистема по Гаеву - это биогеоценоз и экосистема с технологиями. Понятие о ноосистеме связано с представлениями о географической и геологической

среде [96, 410, 411]. Граница между ними весьма условна, поскольку они формируются под влиянием одних и тех же процессов техногенеза, и служат объектами исследований соответственно экологической географии и экологической геологии. Аналогично выделены экологические разделы гидрогеологии и гидрологии, объединяемые наукой о внешних геосферах Земли геоэкологией.

Предметом исследования гидрогеоэкологии служат процессы взаимодействия биоценозов и нооценозов с косным и биокосным веществом в системе вода – порода – газ – живое вещество – нооценоз. По А.Е. Ферсману [452] выделяется три вида техногенеза: 1) извлечение минерального сырья из недр; 2) перераспределение его по поверхности земли; 3) сельскохозяйственная и инженерная перегруппировка его в процессе химических технологий. Техногенезом охвачены все внешние оболочки Земли, и эти процессы являются предметом исследования геоэкологии и гидрогеоэкологии. В результате возник соизмеримый с природным по воздействию на геологическую среду, техногенный цикл миграции химических элементов. Реки земного шара выносят в океан $15 \text{ км}^3/\text{год}$ веществ во взвешенном и растворенном состоянии, а с распашкой почв и эксплуатацией дорог образуется пыли значительно больше. Выделено три типа техногенеза: 1) например, при сжигании топлива выделяется свободная энергия, в результате чего возникают устойчивые соединения; 2) например, при выплавке металлов, не существующих в биосфере в самородном состоянии энергия поглощается с образованием неустойчивых систем, обогащенных свободной энергией; 3) третий тип связан с образованием химически, термически и механически стойких соединений из четных элементов, ядра которых построены по типу $4q$ (Ca, Mg, Fe, O, Si, отчасти S).

Одним из фундаментальных понятий геоэкологии является понятие о геологической среде, под которой Е.М.Сергеев [410, 411] понимает "любые горные породы и почвы, слагающие верхнюю часть земной коры, которые рассматриваются как многокомпонентные системы, находящиеся под воздействием инженерно-хозяйственной деятельности человека, в результате чего происходит изменение природных геологических и возникновение новых антропогенных процессов, что, в свою очередь, вызывает изменение инженерно-геологических условий определенной территории». Е.М. Сергеев рассматривает техногенез с инженерно-геологических позиций, а ландшафтоведы докучаевской школы (Б.Б. Польшов, А.И. Перельман, М.А. Глазовская, Н.П. Солнцева) - с позиций техногенных геохимических ландшафтов [141, 323-325, 422, 423]. Близкие представления имеют геологи, географы и почвоведы (А.В. Сидоренко, Е.М. Сергеев, В.В. Ковальский, В.А.

Ковда, Е.А. Лушников, А.Л. Махорин, В.И. Осипов, В.Т. Трофимов, А.С. Герасимова и др.) [218, 254, 410, 437]. Большое значение имеет определение степени влияния техногенных процессов на экосистемы и их экотоп, то есть вопросы охраны окружающей среды рассматриваются через призму биосферы и ноосферы. Аналогичный подход изложен в работах гидрогеологов Н.И. Плотникова, А.А. Карцева, М.С. Орлова, Е.В. Пиннекера, В.А. Кирюхина, С.Л. Шварцева, А.Я. Гаева, В.М. Гольдберга, О.Н. Грязнова с соавторами, В.С. Самариной и др. [93-97, 101, 149, 163, 330-332, 397, 437, 457, 472]. Они выделяют три проблемы экологической гидрогеологии: 1) охрану от загрязнения и 2) истощения; 3) охрану застраиваемых территорий от подтопления. Ю.О. Зеегофер с соавторами [181] выделил четыре вида техногенных преобразований и применил ретроспективный подход к анализу процессов формирования геологической среды. В.Т. Трофимов с соавторами отметили, что: "Техногенными воздействиями называются различные по своей природе, механизму деятельности и интенсивности влияния, оказываемые человеком на элементы геологической среды в процессе его жизнедеятельности и хозяйственного производства» [484]. В.Д. Ломтадзе, Е.В. Пиннекер, В.Ф. Котлов и др., Д.Г. Зилинг, Н.И. Плотников, А.А. Карцев и др. рассматривают ту их сторону техногенных процессов, которая активно воздействует на геологическую среду. В их классификациях сделана попытка выделения классов и подклассов техногенных воздействий, которые соответствуют физическим, механическим, химическим и биологическим формам и рядам движениям материи [96, 253, 330, 332, 437]. А.Д. Жигалин [175] классифицирует источники и типы физического, химического, биологического и геологического воздействия на геологическую среду, систематизировав и обобщив известные подходы к этой проблеме [29]. Наиболее детально процессы техногенного воздействия рассмотрены Е.М. Сергеевым и В.Т. Трофимовым с соавторами [411, 437]. Техногенное воздействие сопровождается уплотнением, разуплотнением, разрушением пород и пр. Г.А. Голодковская с соавторами классифицируют техногенные воздействия с учетом видов деятельности и источника воздействия [147, 148]. Техногенез рассматривается для районов с различными видами хозяйственной деятельности и условиями. Е.А. Яковлев рассмотрел их для районов АЭС, Ф.В. Котлов, В.И. Осипов, А.Я. Гаев, Г.Н. Карпов и др. для условий строительства, Е.В. Пиннекер, Н.И. Плотников, А.А. Карцев - для решения гидрогеологических задач, Л.С. Гарагуля - для районов криолитозоны [96, 253, 330, 332, 437]. М.А. Глазовская с позиций элементарных геохимических ландшафтов подразделяет все факторы на 2 группы [84, 141], связанные с 1) изъятием вещества из ландшафта и 2) с привнесением в ландшафт. Главный

вред связан с загрязнением окружающей среды в связи с тем, что на естественно-исторические накладываются техногенные циклы миграции и преобразования вещества и энергии. Оба цикла тесно взаимодействуют и техногенный цикл представляется, как резко усиливающий преобразование вещества и энергии. Если извлекаемые из недр материалы и энергию принять за 100%, то еще 900 % извлекается на поверхность Земли не кондиционных руд, пород, вод, рассолов, термальных вод, флюидов и пр. Все эти синтезированные из них вещества и энергия, вовлекаются в массоперенос, усиливая процессы рассеяния вещества и энергии, а также процессы седиментации, диагенеза, катагенеза и пр. При этом, загрязнители поступают в водоемы, питьевые воды, почвы, растительность и пищевые цепи. Часть компонентов выпадает из растворов в виде трудно растворимых соединений, что сопровождается процессами самоочищения. Формы техногенеза могут быть механическими, физическими, химическими, биологическими и комплексными.

Выделяются источники техногенеза: промышленные, сельскохозяйственные, геотехнологические, военные, энергетические, водохозяйственно-гидротехнические, коммуникационно-транспортные, урбанизационные или бытовые и рекреационно-бальнеологические. Они обуславливают следующие типы преобразования среды: 1) сейсмо-геофизические с землетрясениями и изменениями физических полей; 2) инженерно-геологические со смещениями пород или с изменениями их объема, плотности и консистенции; 3) геохимические с техногенной метаморфизацией химсостава вод и загрязнением вод, почв, грунтов, растительности, пищевых цепей; 4) биологические с деградацией, мутациями и вымиранием растений, животных, микроорганизмов при эпидемиологических ситуациях.

При неблагоприятных метеоусловиях (НМУ), в обстановке стихийных бедствий, при землетрясениях, ливнях, снегопадах, тайфунах и пр. возникают непредсказуемые катастрофические ситуации из-за наложения природных и техногенных процессов. Первые могут быть приурочены к различным отрезкам времени. Так, горообразование и формирование материков и океанов длятся сотни миллионов лет; ледниковые и межледниковые периоды – десятки и сотни тысяч лет, естественное заиление и зарастание озер – сотни лет, а превращение сухих земель в болота колонией бобров происходит за несколько лет. Влияние технологий на гидросферу и окружающую среду сказывается медленно, но необратимо, что обусловило многие просчеты экономических прогнозов [492]. Так, отдельные древние земледельческие племена исчезли из-за эрозии, истощения и засоления почв, но другие создали высокопродуктивные сельскохозяйственные технологии террасирования склонов гор, контурной вспашки и пр. С середины XX в. интенсивность воздействия на окружающую

среду возросла, и эксперты ООН стали характеризовать НТР, как вторжение человека в окружающую среду [89].

Итак, предмет изучения геоэкологии и гидрогеоэкологии являются процессы техногенеза, которые порождаются производственной и хозяйственной деятельностью людей, и, прежде всего, горно-геологической и строительной деятельностью, связанной с использованием минерально-сырьевых ресурсов. Эти процессы оказывают негативное воздействие на объекты внешних оболочек Земли, или на экотопосферу в целом [95, 306, 307, 423].

О понятиях и представлениях в области гидрогеоэкологии. Нами использованы такие понятия как: гидросфера Таджикистана, вертикальная зональность и высотная поясность, географическая и геологическая среда (ГС), загрязнение, элементарные геохимические ландшафты, техногенез, ноосфера, мониторинг, ПДК (предельно допустимая концентрация) и ПДВ (предельно допустимые выбросы) [1, 35, 58, 60, 149, 332, 388] и др. Под загрязнением понимается техногенное поступление в водоем, ГС, или ландшафт механических, физических, химических, биологических агентов, которые превращают их в частично или полностью непригодные для использования человеком. Загрязнение связано исключительно с техногенным воздействием на окружающую среду. ПДК — это максимально возможная концентрация загрязняющего, токсичного вещества в почве, воде, грунте, растении, использование которых не ухудшает качества жизни и не вызывает негативных последствий у людей. ПДВ — это максимально допустимое количество загрязнителя, выбрасываемое в единицу времени, при котором на границе санитарной защитной зоны (СЗЗ) не превышает ПДК.

Система мониторинга позволяет оценить состояние гидросферы и окружающей среды в определенный момент времени на контролируемой территории и выдать исходные материалы для прогноза этого состояния на перспективу. Это необходимо для развития народного хозяйства [40, 49, 54, 60, 124, 152, 500]. Большое значение при этом приобретают геоэкологическое районирование и типизация территории по уязвимости к загрязнению. При геоэкологическом районировании территории Республики нами использованы принципы ее вертикальной поясности с выделением основных типов вертикальной гидрогеохимической зональности. Этим принципом контролируются и основные разрезы профиля коры выветривания, о чем свидетельствуют уже и карты из атласа Таджикской ССР [30, 31]. Д.Н. Саидовой выделены зоны развития горных, предгорных и равнинных элементарных геохимических ландшафтов, каждая из которых характеризуется своими типами гидрогеоэкологических разрезов географической и

геологической среды, почв и ландшафтов. Базисный уровень территории соответствует зоне сосредоточения поверхностных и подземных вод и субаквальным элементарным геохимическим ландшафтам. В высокогорной зоне на поверхности земли обнажаются палеозойские породы. Они хорошо отмыты инфильтрационными водами от реликтов солей морского солевого комплекса. Локально среди глыбовых курумов развиты коры выветривания и почвенно-растительный покров в пределах элювиальных элементарных геохимических ландшафтов. Для предгорий характерно развитие делювиальных глинистых отложений и переотложенных кор выветривания, под которыми залегают палеозойские породы. Здесь развиты трансэлювиальные элементарные геохимические ландшафты. Покровные четвертичные отложения сменяются в нижней части склонов третичными и мезозойскими глинистыми осадками с реликтами морского солевого комплекса и следами вторичного засоления. Межгорные впадины и равнины покрыты лессовидными породами и сероземными почвами, которые сформировались на орошаемых землях, под влиянием многовекового подтопления, в условиях искусственных супераквальных элементарных геохимических ландшафтов. Автором установлено, что каждой ландшафтной зоне соответствуют свой тип вертикальной гидрогеохимической зональности, отражающий условия формирования химического состава поверхностных и подземных вод и типы разрезов геологической среды (рис. 3.2). По Д.Н. Саидовой разрезы ГС в высокогорной зоне согласуются с локальным развитием кор выветривания и с высокогорными пустынно-степными выщелоченными и горными степными и лугово-степными почвами.

В предгорьях инфильтрация атмосферных осадков затруднена наличием покровных делювиальных глинистых шлейфов со светло-коричневыми выщелоченными, коричневыми типичными и карбонатными почвами и переотложенными корами выветривания. Подземные воды здесь формируются преимущественно в конусах выноса, и, в меньшей степени, развиты трещинные воды. На равнинах распространены лессовидные отложения с сероземно-луговыми орошаемыми почвами и солончаками. По профилю выделяются подстилка, гумусовый, переходный, иллювиальный горизонт и почвообразующая порода. На равнине выделено два типа вертикальной гидрогеохимической зональности, один приурочен к площадям развития хорошо промытых почв и кор выветривания, а второй приурочен к солончакам. Для первого типа характерно формирование пресных вод, минерализация которых возрастает сверху вниз по профилю, а для второго характерна 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.

После типизации территории нами выполнено ее гидрогеоэкологическое картографирование с построением схематических гидрогеоэкологических карт. В высокогорной зоне формируются маломинерализованные воды. Среди них выделяются: 1) ультрапресные воды гидрокарбонатно-натриево-кальциевого состава высокогорных ландшафтов с локальным развитием кор выветривания и пятнисто развитым почвенным покровом среди глыбовых курумов; 2) ультрапресные и пресные локально проявляющиеся воды преимущественно гидрокарбонатно-кальциевого и кальциево-натриевого состава, формирующиеся в ограниченно развитых корах выветривания с не повсеместным развитием почвенного покрова с маломощным гумусовым слоем (не более 10-15 см) среди глыб и щебня коренных пород; 3) пресные воды гидрокарбонатно-кальциево-магниевого состава, формирующиеся в пределах горных террас с почвами, в которых гумусовый горизонт достигает 20 см, а коры выветривания представлены преимущественно щебнистыми и глинистыми грунтами.

Предгорная зона представлена трансэлювиальными ландшафтами с покровными делювиальными глинистыми отложениями и переотложенными корами выветривания. Здесь связь между поверхностными и подземными водами ослаблена из-за широкого развития глинистых покровных отложений. По степени ослабления этой взаимосвязи в связи с различной мощностью глинистых пород выделено три типа районов: 1) с несколько ослабленной взаимосвязью глинистыми отложениями небольшой мощности (обычно менее 5 м), покрытыми светло-коричневыми выщелоченными почвами; 2) ослабленной локальной взаимосвязью поверхностных и подземных вод при мощности покровных отложений от 5 до 10 м, покрытых типичными коричневыми почвами; 3) взаимосвязь поверхностных и подземных вод практически отсутствует из-за повышенной мощности делювиальных глинистых отложений (более 10 м), покрытых коричневыми карбонатными почвами. Минерализация подземных вод здесь возрастает вниз по профилю, и они приобретают гидрокарбонатно-кальциево-магниевый состав.

Поскольку равнинная зона в течение многовековой истории используется для орошаемого земледелия, то здесь сформировался уникальный водный режим с систематическим восполнением запасов подземных вод за счет поверхностных. Благодаря этому режиму широко распространены лессовидные антропогенные отложения с сероземными лугово-орошаемыми почвами, обыкновенными сероземами, а также с солонцами и солончаками. Здесь сформировалось два типа вертикальной гидрогеохимической зональности: 1)

обычный, характерный для зоны выщелачивания с ростом минерализации, в основном, пресных вод сверху вниз по профилю; 2) инверсионный, характерный для участков развития вторичного засоления почв и грунтов, и реже для участков разгрузки глубинных минерализованных вод. Максимальная минерализация вод в этом типе разреза приурочена к приповерхностной зоне.

Для перехода на модель устойчивого развития или к ноосфере по В.И. Вернадскому и для предотвращения в условиях НТР нарастающего экологического кризиса, нет другой альтернативы, как создать систему мониторинга. Эта система призвана стать инструментом перехода к ноосфере. Она должна представлять собой систему наблюдений, контроля, анализа, прогноза и управления качеством компонентов окружающей среды, включая гидросферу [35, 60, 189-191, 245, 249, 252, 272, 480]. Системой должны регистрироваться наиболее существенные техногенные и природные изменения в окружающей среде и гидросфере Таджикистана, на основе использования известных физико-химических, санитарно-технических, технологических и социально-демографических показателей. На основе анализа этих изменений должна разрабатываться и осуществляться программа природоохранных мероприятий, что нами намечается выполнить на стадии более детальных исследований. В Таджикистане имеются месторождения, которые разрабатываются более 50 лет. Вокруг них зафиксированы негативные воздействия на окружающую среду. Глубокое влияние на гидросферу республики оказывают урбанизированные территории и гидротехническое строительство. Так, после создания Кайраккумского водохранилища долина р. Сырдарьи в его акватории была затоплена.

Все районы интенсивного проявления процессов техногенеза должны быть охвачены системой мониторинга, и по этим районам должна систематически производиться эколого-геохимическая оценка, на основе которой должен осуществляться прогноз развития экологической ситуации. Эти наблюдения и исследования дадут исходные материалы для оценки природных и техногенных циклов миграции химических элементов в связи с эксплуатацией горнодобывающих, энергетических, гидротехнических и сельскохозяйственных предприятий. Оперативно должна выдаваться оценка экологической ситуации на определенный момент времени в региональном плане и для конкретных объектов, в ежемесячном, годовом цикле и по годам. Периодичность наблюдений должна соответствовать требованиям прогноза разной продолжительности. При этом следует учитывать результаты геохимического изучения экологической обстановки и весь комплекс материалов по исследованиям территории: поверхностных и подземных вод, атмосферных осадков, почв, илов и грунтов зоны аэрации. Нами наряду с физико-

химическими анализами природных вод, анализировался и состав почв и грунтов; определялись: карбонаты, сульфаты, хлор, нитриты, нитраты, кремнекислота, натрий, калий, кальций, магний, аммоний, алюминий, марганец, селен, нефтепродукты, величины рН; приближенно-количественным спектральным и атомно-абсорбционным анализами определены: железо, цинк, свинец, мышьяк, молибден, марганец, никель, кобальт, хром, медь, ртуть. По результатам обработки этих анализов нами построены геоэкологические карты состояния гидросферы по районам Таджикистана.

Замечание В.И. Вернадского в том, что "биосфера является основной областью научного знания", согласуется с фактами: к концу XX в. появилось более ста определений понятия "экология" и более тысячи экологических дисциплин. Наряду с общей, прикладной, инженерной экологией, появилась промышленная, сельскохозяйственная, социальная, геохимическая и пр. экологические дисциплины. Они появились в связи с идеей геологизации жизнедеятельности, выживания человечества в условиях НТР и необходимости перехода на модель устойчивого развития. Эти идеи пропитали естественные, технические, гуманитарные и социальные науки.

Переход Таджикистана на модель устойчивого развития, тесно связано с переходом к управлению экологическими процессами и геоэкологизацией жизнедеятельности, заключающейся: 1) в накоплении знаний по водопользованию в условиях техногенеза; 2) в формировании новых методических подходов в гидрогеоэкологии нарушенных территорий и научных основ гидрогеоэкологии; 3) в разработке проектов комплексного освоения водных ресурсов; 4) в применении и внедрении в практику систем мониторинга и концепции устойчивого развития региона. Изложенные выше методология и методика гидролого-гидрогеологических исследований позволяют выявить закономерности формирования природных вод в связи с высотной поясностью и бассейновым характером распределения водного стока.

Установлено, что: 1) система природопользования в республике несовершенна и требует перестройки на безотходную и малоотходную; 2). Необходима разработка научных основ геоэкологизации жизнедеятельности людей и формирования у них нового менталитета; 3) требуется разработка системы мониторинга с экологическими квотами и ограничениями на местном, региональном и глобальном уровнях; 4) необходима разработка геотехнологий с многофункциональным использованием литосферного пространства. Для включения этих задач в повседневную жизнь необходимо создать и внедрить программы непрерывной экологической подготовки населения с дошкольного возраста. Требуется не только всесторонне разработать концепцию устойчивого развития республики, но и сформировать новый менталитет у населения. Это

означает не просто воспитать любовь к природе и научить знаниям о законах ее развития, но полностью отказаться от жизнедеятельности в условиях повышенного экологического риска, усиливающегося сегодня в геометрической прогрессии [308]. Поэтому возникла необходимость сформулировать и обосновать следующее защищаемое положение: **«Выполнена оценка гидрогеоэкологической ситуации техногенно нарушенных районов и установлено, что интенсивность и масштабность проявления техногенной трансформации вод Таджикистана зависят от продолжительности освоения территории, площади нарушенных земель и объемов добываемого сырья».**

В условиях НТР Таджикистан в своей горно-геологической и строительной деятельности извлекает из недр $\geq 70\%$ ресурсов, но использует из них $\leq 10\%$. Сформировались опустыненные ландшафты с отвалами пород, иловыми площадками, шламохранилищами, водоемами с солеными водами, отравляющие все живое.

Выделены геотехнологические, промышленные, энергетические, транспортные, сельскохозяйственные, бытовые, военные и др. источники загрязнения природных вод. При стихийных бедствиях и НМУ возникают катастрофические ситуации, усиливаемые техногенезом. Система мониторинга позволяет оценить и контролировать ситуацию, получая исходные данные для прогноза. Гидрогеоэкологические исследования выполняются в системе вода – порода – газ – живое вещество при ведущей роли технологии и нооценоза.

В природопользовании Таджикистана используется очень много химических соединений, а определяется (не систематически) только 5-6%. Экологически необоснованно широко до сих пор используются ДДТ, углеводороды, бенз(а)пирен, хлорбензолные соединения, диоксин и др. яды, вызывающие экологический иммунодефицит. Разработка новых принципов экологической безопасности имеет для Республики первостепенное значение, что необходимо внедрить во все проекты и программы хозяйственной деятельности. Необходимо решительно отказаться от применения технологий с недостаточно изученным экологическим риском. Только так можно избежать аварии типа Саяно-Шушенской и Чернобыльской. Ознакомление населения с проблемами экологического риска, вопросами геоэкологии, охраны окружающей среды и природопользования необходимо начинать со школьных программ. Причем, вопросы этих тем должны входить во все школьные и вузовские дисциплины: от физики, математики и литературы до химии, биологии, географии и геологии. Геология до сих пор вообще не входит в школьные программы, а без нее изучать экологические проблемы природопользования бесполезно. Наряду с геологизацией образования уже в

школе необходимо дать представления о "безотходной технологии», выдвинутые академиками Н.Н. Семеновым и И.В. Петряновым-Соколовым и получившие широкое распространение в СНГ и в дальнем зарубежье. Идея безотходной технологии впервые изложена Д.И. Менделеевым в статье "Письма о заводах», опубликованной в журнале "Новь» (в 1885 г.). Под ней понимается идеальная модель производства, ее теоретический предел, который может быть реализован лишь частично [93, 95]. Теория таких процессов базируется на следующих предпосылках: а) природные ресурсы должны добываться один раз и комплексно использоваться; б) создаваемые продукты должны иметь форму, позволяющую после их использования рентабельно превращать их в исходные элементы нового производства [101]. Но следует учитывать, что каждый цикл технологии в цепи "сырье - готовый продукт - сырье" ведет: а) к износу материалов и б) требует новых затрат энергии, то есть, дополнительных природных ресурсов. Поэтому, выдвигая концепцию "безотходной технологии», следует учитывать, что она снижает уровень загрязнения окружающей среды, но имеет условный характер. Тем не менее, реализуя достижения геотехнологии, геоэкологии, химической технологии, экологической геологии и превращая отходы всех производств во вторичные ресурсы, мы: 1) создадим новые отношения между человеком и природой; 2) сэкономим первичные ресурсы, и 3) уменьшим негативное воздействие технологии на окружающую среду. В практике используется более реальное понятие «малоотходная технология», при которой часть сырья переходит в отходы и направляется на длительное хранение. Вредное воздействие от нее на ОС не превышает допустимых норм. Хорошим примером служит Челябинский электролитно-цинковый завод с малоотходным серноокислотным производством, где количество отвальных цинковых кеков, выбросов сернистого газа (<0,01%) и сбрасываемых стоков (2,1%) значительно меньше допустимых [95]. Еще Д.И. Менделеев (1885) отметил, что отходы одних отраслей хозяйства могут быть ресурсами для других. Поэтому подготовка специалистов широкого профиля в ВУЗах должна ориентироваться на решение вопросов комплексного использования первичного и вторичного сырья. Отходы предприятий горнодобывающей промышленности, металлургии, теплоэнергетики, производства минеральных удобрений могут стать исходным сырьем для производства строительных материалов. То есть специалисты широкого профиля должны владеть и геоэкологическими закономерностями и знаниями хозяйственной инфраструктуры своего региона. Сегодня подготовка специалистов по металлургии, производству стройматериалов, нефтехимии, полимерам и пр. осуществляется в разных вузах по отраслевому принципу. Задача состоит в том, чтобы специалисты широкого университетского и

академического профиля овладели основами малоотходных технологий, и менеджерскими способностями по созданию новых механизмов, приборов, идеями непрерывной реконструкции и перевооружения производства. Надо сосредоточить внимание таких специалистов на следующих вопросах внедрения безотходной технологии: 1. комплексное и полное использование природных ресурсов Республики; 2. утилизация вторичных ресурсов и ликвидация свалок. 3. создание безотходных территориально-производственных комплексов в масштабе Таджикистана; 4. замена старых экологически безвредными технологиями; 5. утилизация, очистка и временное хранение в недрах отходов предприятий с созданием оборотных систем водоснабжения; 6. постоянный эколого-экономический анализ в природопользовании. Важнейшей задачей является обеспечение безопасности жизнедеятельности людей. В международной практике накоплен большой опыт по регламентации выбросов предприятий в ОС, в частности, в форме проектов ПДВ. Разрабатываются и другие методы количественной оценки природных и техногенных циклов миграции загрязняющих веществ. Например, очень информативен модульный принцип оценки баланса загрязняющих веществ, выражаемый в тоннах или килограммах загрязнителей, выбрасываемых на 1 км² площади и загрязняющих почву, водоемы и горизонты подземных вод. Загрязнение происходит в механической (твердой и жидкой), химической, газовой форме и в смеси.

Техногенный цикл по интенсивности миграции химических элементов в глобальном масштабе оценивается по А.И. Перельману по величине технофильности, вычисляемой из отношения объема ежегодной добычи данного элемента к его кларку в земной коре [323]. Ф.И. Тютюнова использовала статистические данные многих стран мира и рассчитала технофильность для 30 элементов для периода с 1800 по 2025 гг. [445]. Все элементы она разделила на пять групп – от супертехнофильных до очень слабо технофильных, детализируя взгляды Ферсмана на техногенез, и, выделяющего: микрокомпоненты (Se, Рь, Си, Вг и др.), второстепенные (N (NH₄, NO₃, NO₂) и главные [324]. К супертехнофильным отнесены главные анионогенные химические элементы водных растворов – Cl, S (SO₄^{''}), C [(HCO₃), CO₃^{''} и органические соединения]. Технофильность Cl и S оценена в 10п и они являются наиболее распространенными загрязнителями окружающей среды. К высоко технофильным принадлежат Fe, Ca, Zn, As, Cr, U, Ni, Mg, Hg и др. По тенденции к глобальному загрязнению супертехнофильными и высоко технофильными элементами окружающей среды и степени технофильности элементов Ф.И. Тютюнова подтвердила прогноз В.И. Вернадского, сделанный еще в 30-е гг. XX столетия, об ускорении эволюции гидrolитосферы. Вернадский считал это ускорение следствием новой формы воздействия живого

вещества на косную материю [75]. Человек непрерывно расширяет число используемых в технологиях элементов, но одновременно возрастает степень опасности этого процесса [308]. Для перехода на модель устойчивого развития во всех странах внедряются системы мониторинга, жесткие квоты воздействия на окружающую среду и предпринимаются попытки сформировать принципиально новый экологический менталитет у населения [126].

Стремительно возрастает многофункциональность в освоении и использовании недр, тенденция к которому проявляется с древних времен, когда под землей обустраивались жилье, культовые сооружения, холодильники, хранилища, места погребения и пр. Сегодня в подземном пространстве первое место занимают горные выработки для разведки и разработки полезных ископаемых. Кроме того, интенсивно строятся производственные объекты, транспортные и инженерные коммуникации, подземные переходы, гаражи, склады, лечебные, рекреационные, социальные, культурные, спортивно-туристические и военно-стратегические объекты. Подземные резервуары формируются и естественным путем, например, в результате карстовых процессов. Они широко используются под складирование углеводородного сырья, пресных вод, отходов производства, для организации туризма, мест отдыха и спелеолечебниц. В ХХIV. строительство в недрах отличается разнообразными горно-техническими условиями, способами и методами строительства и технологиями эксплуатации.

Подземное строительство обеспечивает по Б.А. Картозия и А.Я. Гаеву [96]: 1) экономию земельных ресурсов, высоко продуктивных сельскохозяйственных и лесных угодий; 2) высокую надежность защиты от опасного воздействия природных и техногенных факторов; 3) экономию материальных и энергетических ресурсов; 4) технологическую надежность и рост производительности труда в стабильных подземных гидрометеорологических условиях; 5) снижение эксплуатационных расходов при подземном хранении материалов, товаров и культурных ценностей; 6) эффективное спелеолечение; 7) решение транспортных и стратегических, оборонных задач. Подземные объекты по назначению делятся на четыре группы: а) хозяйственные; б) социальные; в) экологические; г) оборонные. По мнению академика В.И. Шемякина размещение сооружений под землей обеспечивает экономию теплоресурсов в $3 \div 10$ раз.

Огромные масштабы добычи и использования только нефти ($2 \cdot 10^9$ т/год) и газа ($2 \cdot 10^{12}$ т/год) в мире [276] породили и обострили экологические риски и проблемы [308]. Появились многие научно-методические разработки по предотвращению загрязнения окружающей среды углеводородами со своей понятийной базой и отраслевыми программами, например, "Геоэкология

России" на 2001-2010 гг. ВНИГРИ в содружестве с другими организациями проводят конференции по проблемам нефтяной геоэкологии. Параллельно создается новая серия Гостгеолкарты-200 для обеспечения рационального природопользования геологической информационной основой. ВНИГРИ, МГУ, Институт проблем нефти и газа и региональными институтами НИПИнефть разрабатываются научно-методические основы экологического картографирования и мониторинга, оценки и прогноза экологического состояния в районах добычи, переработки и использования УВ сырья. Разрабатываются также методы прогнозирования и контроля экологического состояния объектов нефтегазовых комплексов. Но все это, к сожалению, выполняется разрозненно. Нами при разработке методики работ в Таджикистане использованы результаты исследований по таким же вопросам в Оренбургской области [131, 468]; учтены методические рекомендации по природопользованию и составлению экологических карт масштабов 1:200000-1:100000, ВСЕГИНГЕО, ВСЕГЕИ, ИГиРГИ, ВНИГРИ, МГУ, НПО "Аэрогеология", НВНИИГГ, Института экологических проблем гидросферы, Оренбургского филиала Горного института УрО РАН и др. При этом учитываются такие нормативные документы как "Критерии оценки экологической обстановки территорий для выявления зон чрезвычайной экологической ситуации и зон экологического бедствия", утвержденные Минприроды РФ 30.11.1992 г., а также требования, предъявляемые при составлении ОВОС [85, 185, 195, 269, 316, 327, 384, 399-408, 418, 442].

Одним из эффективных способов оценки экологической ситуации служит экспертная система ее оценки и современные информационные технологии, обеспечивающие накопление, обработку и интерпретацию информации. На основе этого принимаются решения по сложным, конкретным задачам, требующим такой объем знаний, который превышает возможности одного человека [243, 466]. Экспертная система предполагает наличие базы формализованных и структурированных знаний специалистов – экспертов в качестве основной подсистемы и подсистем пользовательского интерфейса, логического вывода и объяснений. База алгоритмических, фактуальных и концептуальных знаний должна согласовываться с решаемыми задачами и качеством их решений. Для этого можно использовать традиционные системы управления данными. Программная подсистема логического вывода позволяет выводить необходимую информацию, имеющуюся в базе знаний и у пользователя. Она и определяет уровень интеллекта системы. Подсистема объяснений позволяет убедиться в обоснованности информации и проследить ход решений. Функции объяснений позволяют считать систему экспертной. Без системного подхода к изучению внешних геосфер Земли нельзя проникнуть в

сущность геоэкологических явлений и прогнозировать развитие ситуации на перспективу. В этих представлениях пока преобладает резолютивный подход, который осуществляется путем картографирования и районирования территории, путем выявления горизонтальной зональности и вертикальной поясности и пр.

Таким образом, накапливается фактический гидрогеоэкологический материал по строению, составу и свойствам гидросферы и условиям ее формирования. Системный подход в науках о гидросфере в совершенстве осуществили В.И. Вернадский, палеогидрогеологи и палеогеографы, которые руководствовались принципами унаследованности и историзма, разрабатывая его на основе методов моделирования. Так, А.М. Овчинников (1970, с. 3) писал: "Вода такова, какова геологическая история района, в котором она находится".

Под геоэкологической системой понимается исследовательская экологическая конструкция внешних геосфер Земли, элементами которой являются природные геологические, ландшафтные и искусственные объекты благоприятные и не благоприятные для жизнедеятельности живых организмов и человека [101, 131]. Рассматривая систему гидросферы с искусственными сооружениями, мы стремимся оценить ее равновесно-неравновесное состояние, устойчивость к техногенным воздействиям и обеспечить управляемость [29]. Системный подход к гидросфере носит системно-структурный характер. Создается упрощенная гидрогеоэкологическая конструкция гидросферы, отражающая протекающие в ней самые существенные процессы и явления. Гидрогеоэкологическая система Таджикистана относится к разряду исключительно сложных систем с большим количеством статистических характеристик и показателей ее компонентов. Важнейшей областью исследования при этом является техногенная трансформация гидросферы, что хорошо продемонстрировали П.Ф. Швецов (1968), С.Л. Шварцев (1978 –2000), А.Я. Гаев (1989 – 2009), В.Г. Гацков (2004) и др. [95-97, 131, 150-152, 457, 472]. Техногенная трансформация гидросферы протекает во времени и пространстве, и ее изучение требует комплексного геолого-исторического и структурного анализа, что возможно осуществить на основе мониторинга на примере конкретного объекта. Понятие «мониторинг» впервые появилось в материалах Первой всемирной конференции ООН по охране ОС в Стокгольме (5-16 июня 1972 г.), как понятие о наблюдении, сборе информации для управления состоянием окружающей среды. Р. Мэнн [494] под мониторингом понимает систему повторных наблюдений за элементами ОС в пространстве и во времени для достижения определенных целей по заранее подготовленной программе. Исследования по оценке природных условий районов строительства выполняются в предпроектный и проектный периоды, в основном, на стадии

технического проекта. Результаты исследований позволяют избежать ошибок в размещении объектов и в других проектных решениях, позволяющих избежать аварийных ситуаций и экологических бедствий при эксплуатации сооружений. Большие объемы изыскательских работ обеспечивают формирование полноценных банков данных с материалами режимных наблюдений, и, что позволяет обеспечить обоснованные прогнозы.

Для организации систем мониторинга следует создавать исследовательские полигоны, особенно во вновь осваиваемых нефтегазоносных районах. Поскольку в старых нефтегазоносных районах экологический кризис налицо, то в осваиваемых районах требуется пересмотр хозяйственной инфраструктуры со строительством новых и реконструкцией имеющихся водохозяйственных, энергетических, транспортных, социально-культурных и рекреационных объектов с принципиально новым подходом к информационному обеспечению прогнозирования ситуации. На исследовательских полигонах должны находиться проектируемые, строящиеся, эксплуатируемые и реконструируемые инженерные сооружения и коммуникации. Такие полигоны уже создаются в России на объектах нефтяной и газовой промышленности, особенно, в зоне освоения БАМ, и на них ведутся мониторинговые исследования за состоянием инженерной инфраструктуры.

Автоматизированная обработка данных, включающая дешифрирование аэрокосмических снимков и результатов наземных исследований, позволяет получить объективную оценку состояния ОС. В базы данных систем мониторинга закладываются картографические модели состояния ОС. Автоматизированная картографическая система обеспечивает оперативность выдачи информации. В 80-х гг. XX в. Мингео СССР принята программа "Литомониторинг», под которым понимается система наблюдений, обработки и накопления эколого-геологической информации об изменении геологической среды под влиянием техногенных и природных факторов. Наблюдения осуществляются за экологическим состоянием литосферы, природными и техногенными факторами с оценкой материального баланса по конкретному участку (зоне) литосферы, прогнозом состояния геологической среды и предполагаемых объектов (факторов), воздействующих на литосферу, но пока не выявленных. То есть – это система наблюдений, сбора и хранения эколого-геологической информации о геологической среде, оценки этой информации, прогноза ситуации и управленческих решений. Признается необходимость комплексного подхода к системе мониторинга с исследованием всех компонентов ОС, приземной атмосферы, почвенно-растительного слоя, водных объектов, рельефа, горных пород и биоценоза.

3.2. Оценка влияния техногенеза на гидросферу Таджикистана

Человек со своими технологиями в Республике стал определяющим фактором изменения окружающей среды, включая природные воды. До XX в. формировании природного комплекса Таджикистана основную роль играли природные факторы. С 30-х гг. XX в. начались процессы глубокой техногенной трансформации в связи с развитием горнодобывающей промышленности и освоением значительных по площади орошаемых территорий. Трансформации подверглись все компоненты окружающей среды: гидросфера, геологическая среда, почвы и растительность. Например, техногенная трансформация окружающей среды в бассейне р. Сырдарья заметно нарастала к концу XX в., что было отмечено специалистами Кайраккумской КГЭ, гидрогеологической экспедицией 6-го района и «Таджикглавгеологией». Здесь быстрыми темпами развивалась промышленность, горнодобывающее и сельскохозяйственное производство. Вокруг горнодобывающих предприятий в связи с ежегодно возрастающей добычей полезных ископаемых и строительных материалов быстрыми темпами нарастали отходы производства в виде отвалов пустых пород, некондиционных руд, шламов, илов и шлаков. На сельскохозяйственных полях широко применялись ядохимикаты и минеральные удобрения, что привело к значительному загрязнению всех компонентов окружающей среды, прежде всего, поверхностных и подземных вод. Широкомасштабные процессы загрязнения протекают под влиянием горных и мелиоративных работ, промышленного, гражданского, гидротехнического и дорожного строительства. Активизировались также экзогенные процессы – эрозия, оползни, просадочные явления. В связи с орошением почв на просадочных, лессовых грунтах произошло поднятие уровня грунтовых вод с подтоплением территории, что обусловило снижение ее сейсмоустойчивости. Интенсивное загрязнение природных вод и почв вызвано, прежде всего, сбросом минерализованных вод промышленных предприятий, накоплением и размывом отходов горнорудных объектов с их крупногабаритными шламохранилищами и отстойниками, инфильтрацией в слабо защищенные горизонты подземных вод ядохимикатов и минеральных удобрений, предназначенных для сельскохозяйственных полей. Крупные скопления навоза и помета на животноводческих комплексах, фермах и орошаемых массивах, а также дефляция почв на хлопковых полях обогатили инфильтрационные и поверхностные воды нитратами, пестицидами и гербицидами. Методы решения поставленных задач выбраны с учетом создавшейся экологической ситуации, были выбраны методы и комплекс геоэкологических исследований, включивший предполевые, полевые, лабораторные и камеральные работы.

Картографическая оценка состояния окружающей среды.

Информация в картографической форме, используемая для оценки состояния окружающей среды, наиболее иллюстративна. Пока не существует общепринятых методик составления карт экологического содержания и разными коллективами предлагаются различные легенды экологических карт в зависимости от целей исследований. Преобладают сложные цветографические синтетические карты с большим объемом информации. Наиболее приемлемы в практике методические разработки ВСЕГИНГЕО, МГУ, Институтов РАН, ВИМС, Гидроспецгеологии, Аэроспецгеологии, НВНИИГГ и др. организаций [54, 55, 176, 260, 269, 339, 364, 397]. В нефтегазовой экологии используются разработки ВНИГРИ (г.Санкт-Петербург), ИГиРГИ, ВИЭМС (г.Москва), ПечорНИПИнефть (г. Ухта), ОАО "ОренбургНИПИнефть" (г. Оренбург) и др. На картах этих организаций отображена экологическая обстановка в нефтегазоносных районах, или районирование территории по ее устойчивости к техногенному воздействию.

Автором при экологическом картографировании использован опыт этих организаций и построены карты по районам Таджикистана, отображающие состояние природного комплекса на определенный период времени, а также – виды воздействия производственно-хозяйственного комплекса на окружающую среду. При этом учтено следующее: 1) комплексный характер отображения целостного экологического состояния территории; 2) единая картографическая основа, позволяющая использовать материалы в дальнейшем в банках данных; 3) особенности отраслевой направленности экологической характеристики различных районов Республики.

Поэтому автор стремился использовать большое количество показателей на ряде карт: 1). Картограммы изученности природного комплекса. 2). Карты природных условий. 3). Карты техногенного воздействия на природный комплекс и уязвимости природного комплекса к этому воздействию.

При построении карт природных условий, учитывались: Методические рекомендации ВСЕГИНГЕО по составлению эколого-геологических карт и предложения ПГО "Аэрогеология", "Центргеология", ВИМСом, ВСЕГЕИ, Глав.КГУ"Укргеология", концерна "Геологоразведка" и МГУ. По этим рекомендациям представлены карты: 1). «Геологическая среда и техногенные объекты Таджикистана» и 2). «Оценка экологического состояния геологической среды» с отображением ряда показателей и параметров, а также основных природных и техногенных процессов.

Практически все районы Таджикистана в той или иной степени испытали техногенное воздействие. Техногенная трансформация окружающей среды

проявляется в ее загрязнении, подтоплении осваиваемых территорий, в истощении водных ресурсов и в активизации ЭГП [125, 445].

Гидролого-гидрогеологическое районирование территории определяет важнейшие закономерности распределения водных ресурсов, их гидродинамические и гидрогеохимические особенности и граничные условия. Такое районирование основано на бассейновом и структурно-гидрогеологическом принципе и соответствует принципам районирования, разработанным ВСЕГИНГЕО и ведущими отечественными гидрогеологами [139, 215, 312-314, 442].

При районировании выделяются мезобассейны стока, что служит отличительной особенностью нашего районирования в связи с совместным рассмотрением макро- и мезобассейнов поверхностного и подземного стока с территории Таджикистана.

Области и районы отражают только сток из верхнего гидродинамического этажа, из первых от поверхности выдержанных по площади горизонтов и комплексов зоны активного водообмена. Гидрогеологическая стратификация разреза выполнена в соответствии с литолого-стратиграфическим принципом ВСЕГИНГЕО [442] с отражением типа проницаемости и степени обводненности. При этом задействованы такие показатели и особенности вод зоны активного водообмена, как их минерализация и нормируемые компоненты и показатели. Нормативом по минерализации вод в зоне активного водообмена принят $1,0 \text{ г/дм}^3$, что разграничивает площади развития вод хозяйственно-питьевого назначения от, минеральных и технических.

Учтена также растворимость солевых комбинаций, сменяющих друг друга по мере роста минерализации воды. Нормируемые значения показываются, как в естественных, так и в нарушенных условиях с указанием градаций экологической опасности в виде отношения значения показателя к ПДК вод хозяйственно-питьевого назначения, включая наличие в водах болезнетворных бактерий. Учитывается широкий круг компонентов, но при решении вопросов водоснабжения ориентируются, в первую очередь, на содержание сульфатов, хлоридов и жесткости, поскольку они нормируются ГОСТом 2874-82, СанПиНом 2.1.4.559-96 и определяют минерализацию воды и условия их формирования [399-408]. Кроме того, они характеризуют степень их загрязнения. Такую же роль играют тяжелые металлы, азотистые соединения, радионуклиды и бактериологические показатели.

В пресных водах зоны активного водообмена республики превышения ПДК по содержанию тяжелых металлов на рассматриваемой территории встречены преимущественно в нарушенных условиях. В естественных условиях

в пресных водах тяжелые металлы изредка встречаются в водах повышенной минерализации, но в концентрациях, не превышающих умеренно-опасного уровня. Фон соединений азота повышен, но в пределах ПДК. Это связано с широким применением азотных удобрений на полях и с отходами животноводства. Содержание железа и жесткость вод контролируются их химическим составом и минерализацией. Кларк железа в породах составляет 5%, и при наличии в растворе органических веществ обстановка становится восстановительной, железо приобретает закисную форму и хорошо растворяется. Экологическая оценка вод выполнена также по содержанию нефтепродуктов, СПАВ и санитарно-бактериологическим показателям.

Обеспеченность территории водными ресурсами служит важным фактором гидрогеоэкологической ситуации. Водные ресурсы оцениваются при помощи модулей поверхностного и подземного стока. Прогнозные эксплуатационные ресурсы пресных подземных вод картографируются также при помощи модуля стока. Хотя ресурсы подземных вод Таджикистана неоднократно определялись, но информация по их естественным ресурсам на сегодняшний день не отвечает задачам дальнейшего развития, поскольку в ряде районов, в частности, на водоразделах и в пределах слабо водоносных пород, где эти ресурсы не оценивались, требуются существенные уточнения. Поэтому нами выполнены балансовые расчеты с учетом всех видов вод, включая ледники и снежники.

Гидрогеоэкологическая оценка пород зоны аэрации дана при помощи коэффициентов загрязнения. Степень загрязнения показана на картах через степень превышения ПДК. Зелёный цвет характеризует допустимый уровень содержания компонентов, а жёлтый – умеренно-опасный. Символом возле знака водопункта показаны элементы, ухудшающие экологическую ситуацию, а в скобках – степень превышения ПДК. Пробы донных осадков вынесены на карту кружками диаметром 5 мм. Закраской кружка показаны пробы с допустимым, умеренно опасным, опасным и чрезвычайно опасным уровнем загрязнения.

На отдельной карте показаны наиболее значимые промышленные и транспортные объекты, негативно влияющие на окружающую среду. Показаны действующие, разведанные и проектируемые водозаборы хозяйственно-питьевых, технических и минеральных подземных вод. Объекты транспортной инфраструктуры и линии нефте- и газопроводов, водоводов и ЛЭП перенесены с топопланшетов масштаба 1:200000. Здесь же показаны контуры особо охраняемых природных территорий. Отдельная карта посвящена сельскохозяйственному производству республики. Показаны типы сельскохозяйственного использования земель, а значками - крупные животноводческие и птицеводческие комплексы. Методически карта построена

путем генерализации кадастровых данных, приведенных к единому масштабу 1:500000. Построена также карта комплексной оценки состояния окружающей среды с использованием известных принципов. Экологическое состояние окружающей среды показано с использованием «принципа светофора» с использованием цветов от зеленого до красного. При построении схем районирования геологической и окружающей среды использованы бассейновый и структурно-геологический принципы с выделением геоэкологических регионов, провинций, областей и районов. Границы между ними совпадают с границами бассейнов поверхностного стока различных рангов и геологических структур.

Что касается основных методов прогнозирования оценки состояния на картах, можно отметить ГС в виде экспертных оценок. Сюда же можно добавить и метода геоэкологической аналогии а также и экстраполяции тенденций. Для «долговременных прогнозов» ЭГП следует воспользоваться корреляционно-статистическим и гармоническими анализами.

3.3. Методика проведения предполевых и полевых работ

Использованы стандартные методы, а 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.

Предполевые работы включали сбор фактического материала по опубликованным литературным и фондовым источникам. Изучались также аэрокосмофотоматериалы с целью выявления важнейших элементов гидросферы и экологически неблагоприятных районов. При дешифрировании снимков выявлялись зоны сосредоточения подземных и поверхностных вод и определялось местоположение крупных источников загрязнения окружающей среды: шахт, карьеров, промышленных и коммуникационных объектов, очистных сооружений и пр. Источники загрязнения и техногенные объекты закартографированы, что частично отражает состояние экологической ситуации на территории. Применение аэрокосмофотоматериалов позволило существенно ускорить составление отмеченных схематических карт с техногенными объектами и несколько повысить их точность, сократив затраты времени и материальных средств. Эти материалы позволили осуществить генерализацию техногенных объектов по фотоизображению и выбрать оптимальные направления **полевых маршрутов**.

При проведении **полевых работ** были привлечены сотрудники Кайракумского КГЭ, а также преподаватели и студенты кафедры физической и экономической географии геозекологического факультета ХГУ. Задачами полевых работ являлись: а) обследование и анализ неросредственных объектов «техногенного воздействия»; б) гидрогеозекологические маршруты; в) литохимическое опробование и отбор серии проб почвы, а также и растительности; г) определение доверительных границ поясов по высотным признакам и ландшафтов имеющие элементарные геохимические и техногенные характеристики.

Гидрогеозекологические маршруты выполнены с учетом хозяйственного освоения территории, наличия крупных техногенных объектов и неоднородности строения ее природного комплекса. Урбанизированные зоны приурочены к равнинной части территории, где сосредоточены жилые, промышленные, техногенные объекты и культурно-рекреационные комплексы. Эти зоны изучены более детально. К горным районам приурочено большинство предприятий по добыче полезных ископаемых, в районах которых и осуществлены основные исследовательские маршруты. В процессе рекогносцировочных работ составлялся перечень предприятий и объектов, вызывающих негативные воздействия на гидрогеозекологическую ситуацию в районе. В дальнейшем собиралась и обрабатывалась информация об этих техногенных объектах, собирались и систематизировались опубликованные и фондовые материалы по региону, анализировались имеющиеся картографические материалы. Составлена схематическая карта размещения крупнейших источников загрязнения окружающей среды и основных техногенных объектов: отвалов пустых пород и некондиционных руд, отстойников и хвостохранилищ, свалок бытовых и промышленных отходов, предприятий горнорудного и энергетического профиля, животноводческих комплексов и ферм, железных и шоссейных дорог и пр.

В процессе полевого обследования территории охарактеризованы техногенные изменения в таких районах, как Кармазарский горнопромышленный комплекс, Аштский, Спитаменский, Канибадамский, Ходжентский, Матчинский, Зафарободский и др. районы. С 1997 по 2010 гг. было выполнено около 100 пеших и автомобильных гидрогеозекологических маршрутов общей протяженностью более 80 тыс. км (рис. 3.1). В каждом районе ставилась задача по результатам полевых работ и с учетом имеющихся материалов охарактеризовать эндогенные и экзогенные процессы. Обследованы крупные техногенные объекты, Куптулукский оползень, активизировавшийся в 1985 г. после Кайракумского землетрясения, карстовые воронки, эрозионные проявления, селевые потоки, загрязненные водоемы, мелиоративные системы и

линейные сооружения. Опробование поверхностных и подземных вод, почв, грунтов и донных осадков выполнено лично диссертантом в составе полевых отрядов Кайраккумской ГРЭ и объединения «Таджикгеология». Пробы отбирались и анализировались на содержание основных компонентов химического состава, тяжелых металлов и органических веществ (фенолов, нефтепродуктов, пестицидов, СПАВ).

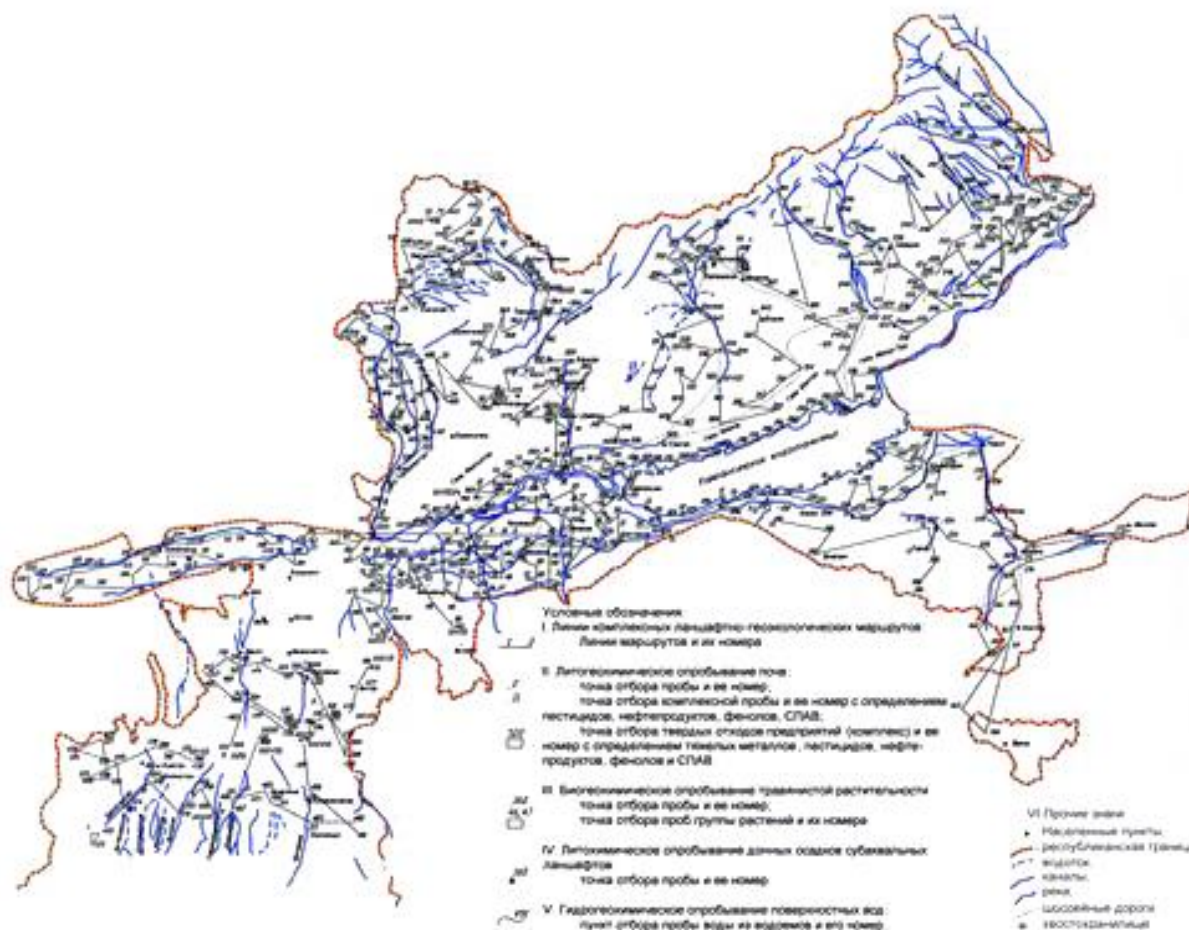


Рис. 3.1. Карта фактического материала Северного Таджикистана
Обследование техногенных объектов, негативно влияющих на экологическую ситуацию, выполнено с целью сбора информации о создаваемой ими техногенной нагрузке. Источники загрязнения обследовались на объектах более чем 100 предприятий промышленного и сельскохозяйственного производства. Производилось комплексное обследование с выписками из экологических паспортов предприятий, статистических отчетов о производимой, хранимой и утилизируемой продукции, об объемах выбросов газо-пылевых, твердых и жидких отходов.

Методика работ заключалась в сборе данных об этих объектах, в выделении наиболее проблемных из них и в составлении карт техногенной нагрузки. Собраны сведения о месторождениях полезных ископаемых, находящихся на

разных стадиях освоения: разрабатываемых, законсервированных и выработанных. Выбраны критерии оценки параметров, определяющих вклад объектов в техногенную нагрузку на окружающую среду. Рассмотрены и выбраны классификации параметров и критериев по степени их опасности для окружающей среды. Особое внимание уделено объектам, расположенным в пределах особо охраняемых природных территорий, в водоохраных зонах и на уязвимых к загрязнению территориях. Собрана и проанализирована информация об авариях на промышленных объектах.

3.4. Обработка и обобщение материалов

В ходе исследовательской работы выполнены химические анализы проб природных и сточных вод. Образцы грунтов, почв и растительности анализировались спектральным приближенно-количественным и атомно-абсорбционным методами. Химические анализы проб воды обрабатывались статистическими методами с построением диаграмм и сводных гидрогеохимических разрезов. Анализы выполнены в комплексной лаборатории Кайраккумской КГЭ. В составе природных вод и грунтов определены: карбонаты, сульфаты, хлор, нитриты, нитраты, кремнекислота, натрий, калий, кальций, магний, аммоний, алюминий, марганец, селен, нефтепродукты и рН. Приближенно-количественным спектральным и атомно-абсорбционным анализами определены: железо, цинк, свинец, мышьяк, молибден, марганец, никель, кобальт, хром, медь, ртуть.

При обработке материалов наряду вероятностно-статистическими применялись и графические методы. При этом использована классификация Курнакова – Валяшко, формула М.Г. Курлова, а так же диаграмма С.А. Дурова [247]. Диаграмма представляет плоскую фигуру с двумя координатами, третий ион находится из разности 100 и суммы двух других ионов (рис. 3.2). В совокупности с квадратом, два треугольника представляют проекцию пространственной фигуры. Точки в треугольниках отражают состав соответственно катионов и анионов вод, а проекции точек состава в квадрате – солевой состав вод. Точка состава смеси двух вод на диаграмме находится на прямой, соединяющей точки состава исходных вод. Диаграмма, к сожалению, отражает состав вод только по шести элементам. Поэтому она дополняется в работе построениями гидрогеохимических разрезов.

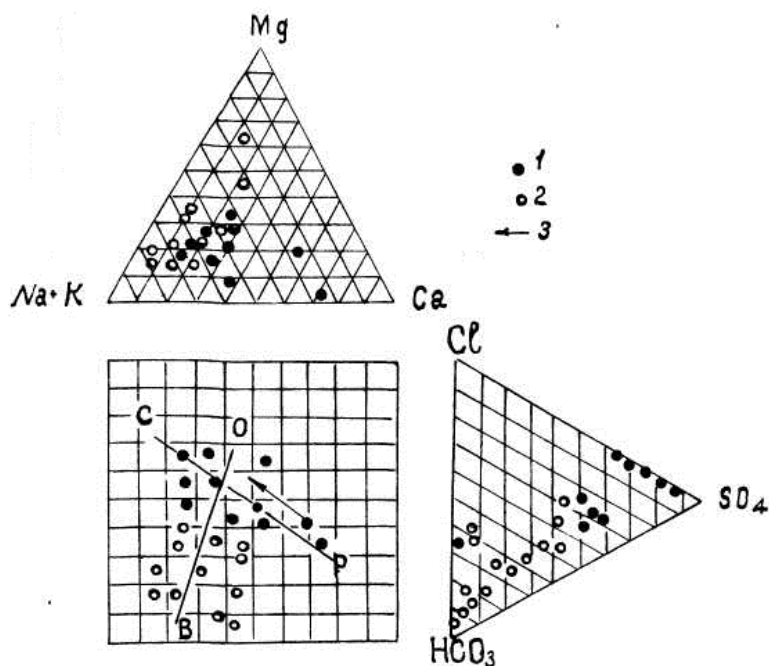


Рис. 3.2 Диаграмма химического состава вод сернокислотного и углекислотного профиля выветривания (по А.Я. Гаеву [90]):

1 – воды сернокислотного профиля выветривания; 2 – воды углекислотного профиля выветривания; 3 – направление формирования химического состава вод сернокислотного (РС) и углекислотного (ОБ) профиля выветривания.

Проектируя точки состава вод по оси абсцисс в том порядке, в котором они соотносятся по линии РС и ОБ диаграммы, а показатели их состава — по оси ординат, получаем графики (рис. 3.3.), которые дают усредненные представления по любому количеству параметров.

Откладывая по оси ординат абсолютные отметки проб, можно установить роль гипсометрии в формировании химического состава вод. Перестраиваем графики изменения химического состава вод в зависимости от гипсометрии. При обработке данных по макроэлементам, откладываем катионы и анионы по обе стороны от вертикальной нулевой линии методом графиков накопленных концентраций. Поперечные профили на линиях РС и ОБ мы называем станциями наблюдения. Самая верхняя из них соответствует отметкам области питания, а нижняя - базиса эрозии.

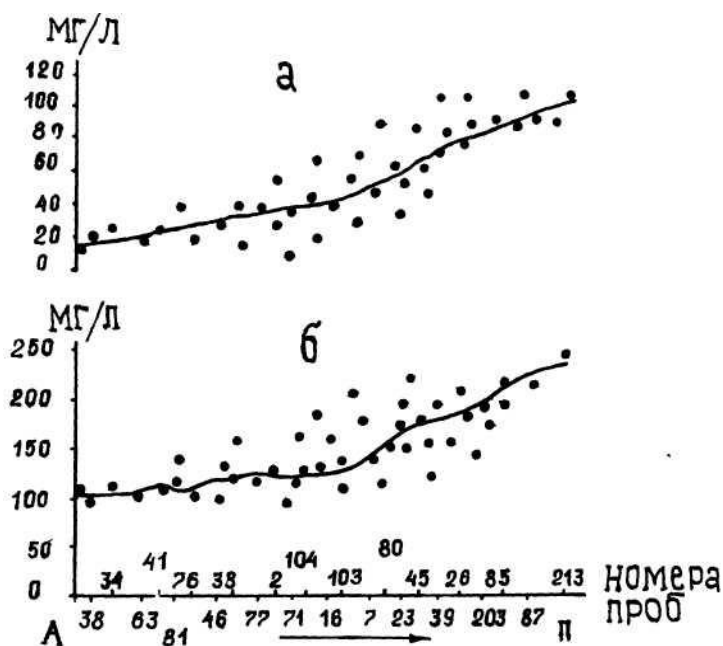


Рис. 3.3. Графики формирования компонентов состава вод района развития сернокислотного профиля выветривания: а – НСО, б - сухой сернокислотный остаток, номера проб спроектированы на линию ОБ.

На сводных разрезах можно показать все имеющиеся параметры вод (рис. 3.4, 3.5).

В комплекс гидрогеоэкологических построений при изучении процессов загрязнения нами включены карты природопользования и схема типизации территории по уязвимости к загрязнению. На схеме типизации по уязвимости к загрязнению выделены районы, сложенные грунтами различной проницаемости, водоносности и отличающиеся геоморфологически. Глинистые грунты с низкими коэффициентами фильтрации служат физическими барьерами при миграции компонентов-загрязнителей. Рекомендуется размещать на них экологически опасные объекты при слабо расчлененном рельефе и отсутствии зон сосредоточения пресных вод. Если же породы хорошо проницаемы и рельеф расчленен, то эти районы являются легко уязвимыми по отношению к загрязнению. Так, зоны сосредоточения пресных подземных и поверхностных вод должны ограниченно использоваться в хозяйственном отношении.

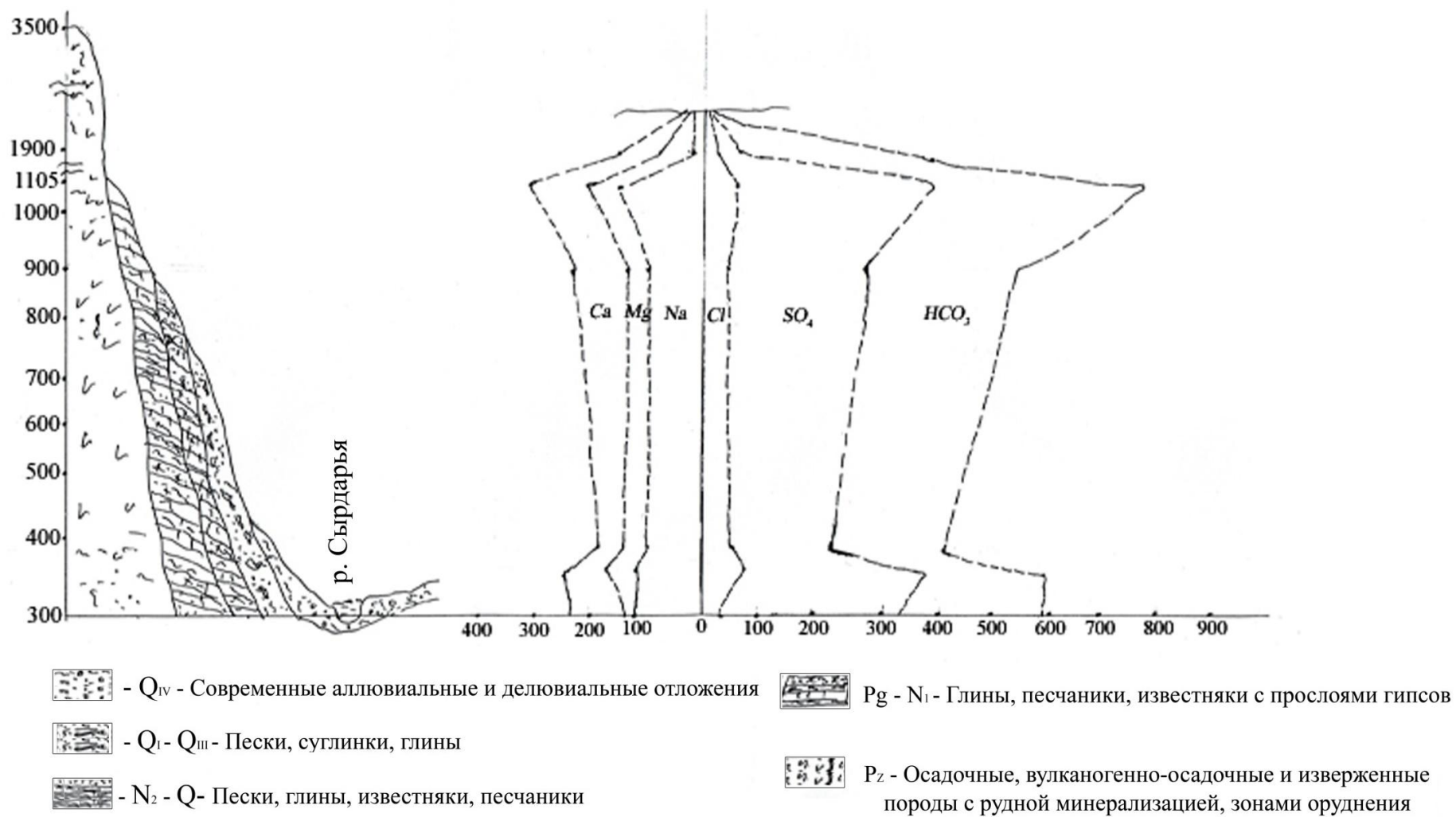


Рис. 3.4. Сводный гидрогеохимический разрез Сырдарьинского макробассейна стока

Определены фенолы методом окрашивания при $pH \approx 10.0 \pm 0.2$. Определения производились путем экстракции окрашенных соединений хлорофилла с образованием окрашенных ассоциатов. Нефтепродукты определялись по оптической плотности гексанового экстракта в ультрафиолетовой части спектра.

Определения пестицидов в твердой фазе выполнено методом тонкослойной хроматографии. Анализы на фенолы, нефтепродукты и пестициды выполнены в Худжандском госуниверситете им. ак. Б. Гафурова под руководством к.х.н. М. Мавлянова. Результаты анализов использованы при оценке загрязнения основных компонентов окружающей среды в районах изучаемых объектов.

Камеральные работы заключались в обработке результатов опробования природных вод, почв, грунтов и растительности, в построении диаграмм, разрезов, карт и схем с учетом результатов предшествующих исследований. В процессе камеральной обработки материалов первоначально определялись фоновые концентрации элементов в водах, почвах и грунтах по: свинцу, цинку, меди, серебру, титану, стронцию, марганцу, бору и др. В соответствии с ГОСТ 17.41.02 (Почвы, «Классификация химических веществ для контроля загрязнения»), свинец, цинк и ртуть являются веществами, относимыми к первому классу опасности, цинк и медь – ко второму, а стронций и марганец – к третьему. По всем этим элементам рассчитан геохимический фон и для каждого компонента вычислен коэффициент концентрации – K_c , как отношение содержания элемента в пробе (C) к фоновому содержанию (C_{ϕ}):

$$K_c = C/C_{\phi} \quad (3.1)$$

По 8 элементам вычислен суммарный показатель загрязнения, как количественная мера ассоциации, или сумма превышения коэффициентов концентрации над фоновым уровнем [388].

Исследования поверхностных вод. В связи с интенсивным использованием и загрязнением поверхностных водоемов оценка состояния их ресурсов возможна лишь при сопоставлении естественного и нарушенного стока рек. Такой анализ выполнен аналитически с использованием материалов наблюдений за расходом воды. Результаты обработаны по сезонам года (весеннему половодью, летне-осенней и зимней межени) в виде картограмм и соответствующих карт. Водный сток характеризует общие водные ресурсы территории, а ресурсы подземных вод соответствуют минимальному стоку рек. Изменчивость стока охарактеризована путем расчета степени его обеспеченности. Качество вод отражено химическим составом вод и количеством взвешенных веществ.

Расчеты выполнены в соответствии с методическими рекомендациями по следующей схеме [131]:

- использована информация по стационарным постам Гидромета, по временным створам гидрографических обследований водотоков и данным гидрогеологических съемок, по результатам паспортизации малых рек и других специализированных работ преимущественно советского периода;

- опорные посты с периодом наблюдений более 30 лет сгруппированы в опорные ряды с целью обоснования аналогии;

- оценка репрезентативности рядов наблюдений выполнена методом регрессионного анализа [342] с выделением периодов естественного стока для постов с рядом более 20 лет;

- выбран расчетный период для определения годового и минимального месячного стока с анализом цикличности его колебаний;

- по эмпирическим кривым обеспеченности определены норма, коэффициенты вариации и асимметрии стока; эти параметры графически приведены к многолетнему периоду стока по коротким рядам и по данным эпизодических наблюдений по способу переходных коэффициентов;

- построены карты естественного среднегодового, максимального весеннего, минимального среднемесячного летне-осеннего и зимнего стока (норма, коэффициенты изменчивости, 95% обеспеченности).

Построены карты фактического материала, подземного стока и гидрогеохимические в масштабе 1:500000, а также картограмма изученности. С учетом гидрологических расчетов построены карты по атмосферным осадкам, суммарному испарению, параметрам стока, мутности воды и загрязнению вод.

Гидрохимические карты из-за недостаточности наблюдений отстроены для многолетнего периода графоаналитическим методом: карты химического состава атмосферных осадков, общей минерализации и общей жесткости воды. Охарактеризован характер использования вод по бассейнам стока. Учитывались естественный водный и водохозяйственный балансы, водные ресурсы, включая подземные воды зоны активного водообмена. Для определения периодов естественного режима рек использован также балансовый метод оценки водопотребителей на водосборах. Это позволило оценить напряженность баланса, уровень загрязнения рек и осуществить прогнозы.

Исследованы донные осадки, в основном, по материалам оценки экологической ситуации на территории Таджикистана. Такими работами были охвачены отдельные районы Республики. Они выполнены, в основном, в советский период и заключались в региональном изучении поверхностного

стока по современной гидрографической сети. Густота отбора проб составила более 100 км² на 1 пункт опробования. Всего отобрано 300 проб.

Опробование донных осадков выполнено совместно с опробованием вод, грунтов и почв с целью выявления ареалов и потоков загрязнения вокруг техногенных объектов. Пробы донных отложений отбирались рядом с пробами воды из водоемов и водотоков, преимущественно с уреза воды. Предпочтение отдавалось илистой фракции. Пробы почв и грунтов отобраны, в основном, с глубины 10-15 см, сеть опробования сгущалась вблизи зон сосредоточения поверхностных и подземных вод, то есть в равнинной зоне, где она составила в среднем одну пробу на 2 км². В горнодобывающих районах опробование велось по долинам рек, ручьев и временных потоков. При опробовании использована методика ВСЕГИНГЕО. Как при гидрогеохимическом опробовании природных и сточных вод, так и почв и грунтов. Последние отобраны «конвертом» 200X200 м. с равномерным отбором их из 5 точек. Используются приближенно-количественный спектральный и атомно-абсорбционный методы анализа. Определены: кадмий, свинец, селен, цинк, бериллий, фосфор, кобальт, никель, молибден, медь, хром, висмут, вольфрам, титан, цирконий, золото, ртуть, сурьма, олово, галлий, церий, серебро, германий и скандий. Кроме того, были отобраны пробы, которые проанализированы на: фенолы, синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ), нефтепродукты и пестициды. Пробы отбирались, преимущественно вблизи техногенных объектов.

Донные осадки и сухие остатки водных проб проанализированы полуколичественным спектральным методом на 42 элемента с чувствительностью для: меди – 20 мг/кг, хрома – 10 мг/кг, цинка – 30 мг/кг, кобальта – 5 мг/кг, никеля – 10 мг/кг, свинца – 1,5 мг/кг, ванадия – 10 мг/кг. Содержание ртути в донном осадке определялось атомно-абсорбционным методом на анализаторе АГП-01 с чувствительностью 0,001 мг/кг. Учтены ОДК (ориентировочно допустимые) и ПДК химических элементов [265, 327, 429]. Концентрации **меди** в донных осадках не нормируются, поэтому использован общесанитарный показатель для почв (≥ 60 мг/кг). В соответствии с рекомендациями Минздрава ПДК рассчитаны по средним (фоновым) содержаниям меди в почвах и донных осадках региона (35÷40 мг/кг). Ориентировочным уровнем превышения ПДК для почв и донных осадков региона, является 75 мг/кг. Фоновое значение принято на уровне кларка меди в земной коре (47 мг/кг), а минимально-аномальное значение – на уровне избыточного содержания в почвах (60 мг/кг).

Исследованиям объектов геологической среды (ГС), в связи с горно-геологической направленностью экономики республики, уделено большое

внимание. Представления о ГС ввел и осветил академик Е.М. Сергеев [410, 411], как о сложнейшей многокомпонентной системе, верхняя граница которой соответствует границе литосферы с атмосферой и поверхностной гидросферой. При определении ее нижней границы учитывается глубина воздействия на литосферу деятельности человека. Поскольку территория Таджикистана характеризуется значительной техногенной нагрузкой в связи с поисками, разведкой и эксплуатацией полезных ископаемых, включая нефть и газ, то нижняя граница ГС должна определяться глубиной горных выработок и буровых скважин. По этим критериям выделяется две зоны: приповерхностная и глубинная. Первая включает толщу пород от зоны аэрации вплоть до нижней границы первого от поверхности земли регионального водоупора. Эта зона подвержена загрязнению и в ней протекают активные ЭГП. Во второй зоне все процессы замедлены и проявляются относительно локально. Для их исследования требуются специальный и продолжительный мониторинг. Основное внимание при исследовании состояния ГС отводится приповерхностной зоне, как наиболее уязвимой к загрязнению. При этом учитываются физико-географические условия территории и особенности проявления техногенеза: геоморфология региона, стратиграфия и литолого-геохимический состав горных пород, особенности строения зоны аэрации и характер проявления экзогенных и эндогенных процессов, а так же особенности формирования химического состава и динамики вод первого от поверхности водоносного горизонта и влияния на него почвообразовательных процессов. Геологическая информация заимствована из отчетов по государственным геологическим и гидрогеологическим съемкам, по структурному и глубокому поисково-разведочному бурению и из тематических работ. Также использованы построенные ранее по региону геоморфологические, геологические, тектонические и гидрогеологические схемы и карты. Учтены унифицированные стратиграфические схемы по Таджикистану и Центральной Азии. На основе имеющихся карт и упомянутых материалов построены карты типизации территории по уязвимости к загрязнению.

Эндогенные геодинамические процессы и ЭГП связаны с активными древними тектоническими разломами и проявлениями неотектоники. С ними связаны закономерности накопления, мощность и состав четвертичных отложений, а также особенности миграции химических элементов. Следует отметить, наличие на исследуемой территории проявлений сейсмической активности.

Экзогенные геодинамические процессы (ЭГП) исследовались попутно. Карты ЭГП на всю территорию Республики практически

отсутствуют. Учитывая важность влияния ЭГП на оценку экологической ситуации, нами они частично отражены на схематической карте природопользования. При этом выполнено дешифрирование аэрокосмофотоматериалов с использованием топографических карт масштаба 1:100000. Выделены однородные поверхности – водораздельные пространства, склоны, поймы и террасы. Интенсивно проявляется линейная эрозия по ущельям, долинам рек, тальвегам оврагов и балок, а также на эрозионно расчлененных склонах. Учтен "коэффициент эрозии", как отношение общей длины долин к площади выделенного участка. По степени эрозионного расчленения территории выделен ряд градаций. По крутизне склонов, их морфологии и ориентировке выполнена оценка плоскостного смыва. С геологических карт, карт четвертичных отложений и с аэрофотоснимков на карту современных ЭГП вынесены зоны проявления дефляции, делювиальной, овражно-балочной и аллювиальной аккумуляции, а также зоны заболачивания и засоления. Почвы опробованы, как концентратор химических элементов и токсичных веществ и как среда их миграции в зону аэрации и в водоносные горизонты. Используются почвенные карты и карты нарушенных и загрязненных земель. Почвенные карты территории Республики имеются в масштабах 1:600000 и 1:300000, а для отдельных районов имеются карты масштаба 1:25000. Они совместно с картами проявления ЭГП использованы для составления геоэкологических карт при корректировке границ почвенных контуров и оценке почв по устойчивости к водной и ветровой эрозии.

При исследовании пород зоны аэрации изучались геохимические поля горных пород и оценивалась экологическая ситуация на исследуемой территории с учетом следующего: накопление ТМ связаны с геологическими и техногенными процессами рассеяния, мобилизации и концентрации элементов; неоднородность распределения элементов обусловлена проявлением эпигенетических процессов; геохимические комплексы пород обусловлены так же влиянием сингенетических процессов; микроэлементы ненарушенных условиях связаны с петрогенными алюминием, кремнием, калием, натрием, органическим углеродом и др. В иных случаях налицо техногенное воздействие; при работе с базами данных учтены вещественный состав, структурно-геологические особенности и эпигенетические преобразования пород. Выделены литифицированные, рыхлые и слабо сцементированные осадочные породы. К литифицированным отнесены породы девона, карбона и перми. Остальные представлены осадками мезозойско-кайнозойского покрова.

Геохимические поля территории охарактеризованы ассоциацией

элементов, отношением их концентраций к кларкам в горных породах и к ПДК для оценки экологической опасности. Используются кларки горных пород по К.К. Турекьяну и К.Х. Ведеполу. По Кларкам концентрации выделены специализированные комплексы. Кроме того, рассчитан коэффициент накопления Д.М. Шоу путём суммирования кларков концентраций элементов с последующим делением на число элементов входящих в ассоциацию:

$$R_k = 1/n \times \sum_{i=1} K_k \quad (3.2)$$

где R_k – уровень накопления элементов ассоциации, $\sum_{i=1} K_k$ – сумма коэффициентов накопления, n – число элементов ассоциации. Выполнено ранжирование геохимического поля по этому параметру с выделением 4-х уровней: дефицитный – $R_k < 1,0$; фоновый – $R_k = 1,0 \div 2,5$; повышенный – $R_k = 2,5 \div 5$ и специализированный – $R_k = 5 \div 10$. Так, по петрогенным компонентам галогенные, угленосные, битуминозные и нефтегазоносные комплексы относятся к специализированным образованиям. Последние соответствуют специализированной ассоциации петрогенных элементов, отражая наличие области, или района угле- или нефтегазонакопления. В пределах региональных полей выделены локальные аномалии.

Каждое стратиграфическое подразделение с учётом литологии пород охарактеризовано выборками по 30÷40 проб с расчетом: среднего содержания (x); дисперсии, отклонений от среднего содержания (S) и коэффициентов корреляции. Используются результаты полного полуколичественного спектрального анализа на спектрографах ДСФ-8, ПСП-28 с микрофотометром МФ-2. Статистические параметры рассчитаны с помощью стандартных компьютерных программ, включая программу корреляционно-факторного анализа. Исследованы образцы пород, выходящих на поверхность, а также по керну и шламу структурных, поисково-съёмочных и разведочных скважин. Учтены признаки техногенного воздействия. Охарактеризован геохимический фон и рассчитаны средние концентрации элементов, сопоставленные с кларками горных пород по К.К. Турекьяну и К.Х. Ведеполу. По кларкам концентрации выделены специализированные комплексы. Установлен дифференцированный характер распределения химических элементов. ПДК в почвах по **хрому** (100 мг/кг) занижены по сравнению с кларком его в почвах (200 мг/кг) [185] и средним содержанием в донных осадках Таджикистана (300 мг/кг). Поэтому концентрации хрома ≥ 300 мг/кг отнесены к минимально-аномальным. По уровню аномальности по хрому в донных осадках выделены участки с умеренно аномальные (300÷500 мг/кг), аномальные (500÷1000 мг/кг) и весьма аномальные (> 1000 мг/кг). **Ртуть** является канцерогеном, но однозначной информации о ее ПДК нет,

поэтому безопасное для жизни содержание ртути в почве (5×10^{-2} мг/кг) принято нами по В.М. Болсуну и В.А. Чувилину (1994). Опасными приняты содержания ртути в донных осадках, превышающие в 2÷4 раза кларк в почве (5×10^{-2} мг/кг). В качестве аномальных концентраций приняты концентрации $\geq 20 \times 10^{-2}$ мг/кг. Они весьма неблагоприятны в экологическом отношении. Концентрации **цинка** в донных осадках не нормированы. Фоновые значения по цинку в донных осадках приняты за 50, а ПДК – за 100 мг/кг по рекомендациям Минздрава № 255-46-82. Районы, где содержания цинка ≥ 2 ПДК, отнесены к аномальным с неблагоприятной экологической ситуацией.

Для **кобальта** порог допустимых значений составляет 5 мг/кг. В качестве аномальных концентраций, влияющих на продуктивность почв, считаются его концентрации в 50 мг/кг. Поэтому в качестве минимально-аномального принято его содержание в почвах, равным 30 мг/кг. Кларк кобальта в почвах составляет 10 мг/кг, а ОДК – 50 мг/кг. ПДК по **никелю** в донных осадках оценен на уровне фонового в 95 мг/кг, что отвечает кларку почв и содержанию в тонких фракциях донных осадков (50 мг/кг). Для оценки экологической ситуации использован кларк никеля в породах и почвах (58 мг/кг) [185].

Свинец относится к I классу опасности и его фоновое содержание в почвах региона составляет порядка 15 мг/кг, а ПДК принято за 20 мг/кг. Кларк в земной коре по А.П. Виноградову 13,6 мг/кг [185]. Значение ПДК принято нами на уровне транслокационного показателя для почв за 32 мг/кг. **Ванадий** является экологически опасным, как в жидкой, так и в твёрдой фазах стока, поскольку является активным мигрантом в слабо кислой и щелочной среде, в окислительной и в восстановительной обстановке. Он считается общесанитарным показателем. ПДК пятиоксида ванадия в почвах принята равной 150 мг/кг, а металлического ванадия – 83 мг/кг. В донных осадках он подвижен и его фон принят на уровне 60 мг/кг, а ПДК – 86 мг/кг. Кларк для почв и, в целом, в земной коре составляет 90 мг/кг, а при пересчёте на пятиокись ванадия – 153 мг/кг, что соответствует ПДК в почвах (150 мг/кг). Минимально-аномальное содержание ванадия в донных осадках принято равным не более 200 мг/кг.

Почвы охарактеризованы и по подвижным формам ТМ (цинка, меди, кадмия, свинца, никеля, фтора, хрома, ртути). В 90-х гг. XX в. Кайраккумской ГРЭ ООО Таджикгеологии при участии автора по разрозненным материалам составлена схематическая карта по Северному региону Таджикистана в масштабе 1:500000. Определена степень загрязнения почв рядом элементов с разными формами подвижности при превышении их содержания относительно ПДК или фонового содержания. Рассчитаны

коэффициенты концентрации по формуле $K_c = C/C_f$ (C и C_f – фактическое и фоновое содержание элемента в почве), а так же степень загрязнения по величине суммарного показателя концентрации – Z_c :

$$Z_c = \sum K_c - (n - 1)^n, \quad (3.3)$$

где n – число определяемых ингредиентов. По рекомендациям Минздрава первоначально приняты следующие градации степени загрязнения почв по величине Z_c : 1) $Z_c < 16$ соответствует I категории с содержанием ТМ в почве выше фонового, но не выше ПДК; 2) $Z_c 16 \div 32$ – II категория, с умеренно-опасной степенью загрязнения и содержанием ТМ выше ПДК; 3) $Z_c 32 \div 128$ – к III категории с опасной степенью загрязнения и 4) ≥ 128 – к IV категории наиболее сильно загрязненной и чрезвычайно опасной. "Методическими рекомендациями..." [268, 269] приняты более жесткие нормы при определении степени суммарного загрязнения почв (Z_c).

В районах Северного Таджикистана нами совместно с Д.Н. Саидовой, все обследованные территории по экологическому состоянию отнесены к допустимому ($Z_c < 16$) и умеренно-опасному ($Z_c = 16 \div 32$).

Подземные воды в настоящее время привлечены в больших объемах для хозяйственно-питьевого и технического водоснабжения. В связи с этим, наблюдаются нежелательные гидрогеоэкологические процессы: загрязнение вод, истощение водных ресурсов и подтопление освоенных территорий, сопровождающиеся процессами вторичного засоления. Подземные воды – это динамичный компонент окружающей среды, формирующийся под влиянием физико-географических, структурно-геологических и техногенных факторов. Поэтому нами рассмотрены вопросы изученности подземных вод, описаны гидрогеологические условия, оценена техногенная нагрузка и выполнена оценка защищенности и современного состояния подземных вод. Для оценки ситуации охарактеризованы распространение, мощность, литологический состав пород, фильтрационные свойства, водообильность вмещающих пород, химический состав вод, минерализация воды, содержание нормируемых компонентов, обеспеченность ресурсами, гидродинамические процессы и естественная защищенность подземных вод. Кроме того, определена техногенная нагрузка, характер и степень воздействия предприятий на подземные воды с дифференцированной оценкой их состояния. Использованы материалы отчетов по государственным геологическим и гидрогеологическим съемкам, тематическим работам, по поискам и разведке подземных вод, а также материалы кадастра подземных вод, хранящиеся в фондах "Таджикгеология". Собраны представительные фактические и картографические материалы по количеству, качеству и режиму подземных вод, а также по вопросам их

хозяйственного использования. Техногенная нагрузка на подземные воды в районах разработки месторождений полезных ископаемых оценена по материалам горнодобывающих и сельскохозяйственных предприятий. Оценка состояния подземных вод осложняется отсутствием в районах предприятий систем мониторинга с информацией по гидродинамическим, гидрохимическим и геотермическим условиям.

Для управления качеством природных вод рекомендуется под застройку и новое освоение использовать площади, где природные воды более устойчивы к загрязнению, создавая СЗЗ в районах сосредоточения пресных вод и на ценных землях. При помощи системы мониторинга оценивается 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 ≥ 100 т/км² 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.3.5). 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.

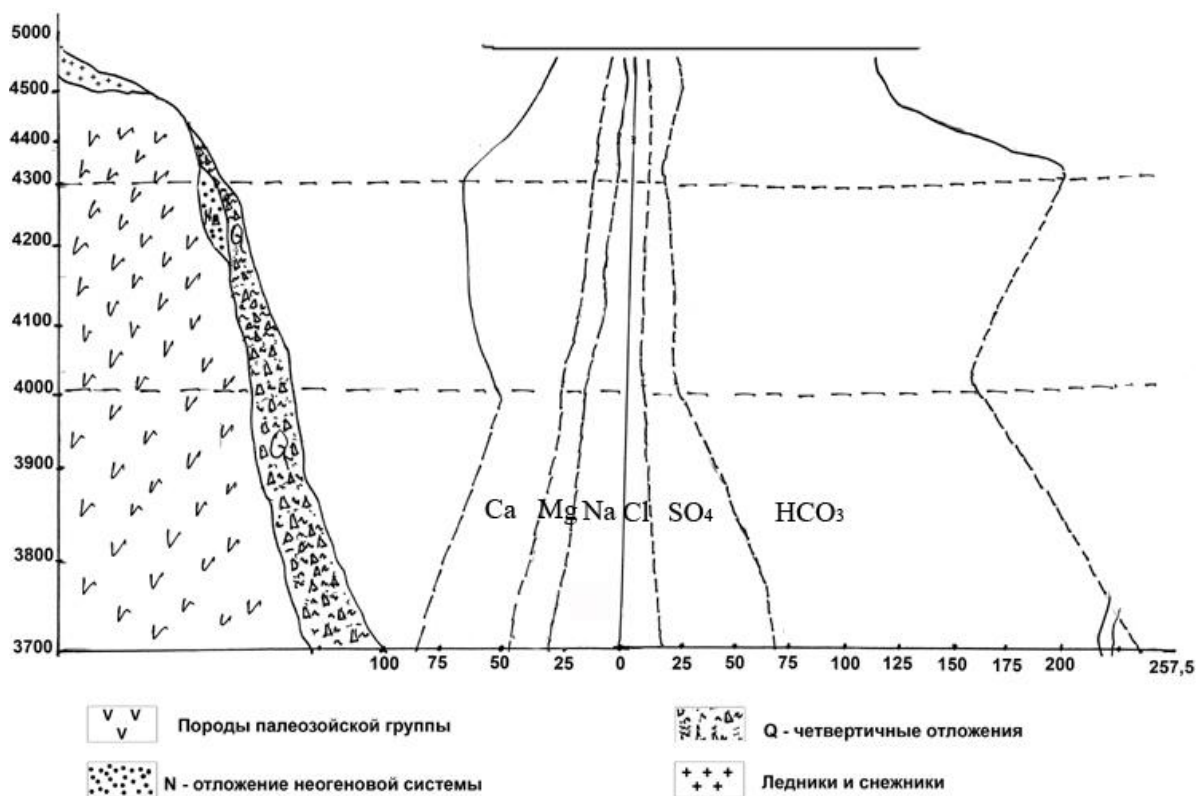


Рис. 3.5. Сводный гидрогеохимический разрез Мурганского микробассейна стока с ледниковым типом питания. Гидрокарбонатный тип разреза

Межгорные впадины и равнины покрыты лессовидными породами и сероземными почвами, которые сформировались на орошаемых землях. 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 (рис. 3.6), минерализация которых возрастает сверху вниз по профилю, а для второго (рис.3.7) - 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.

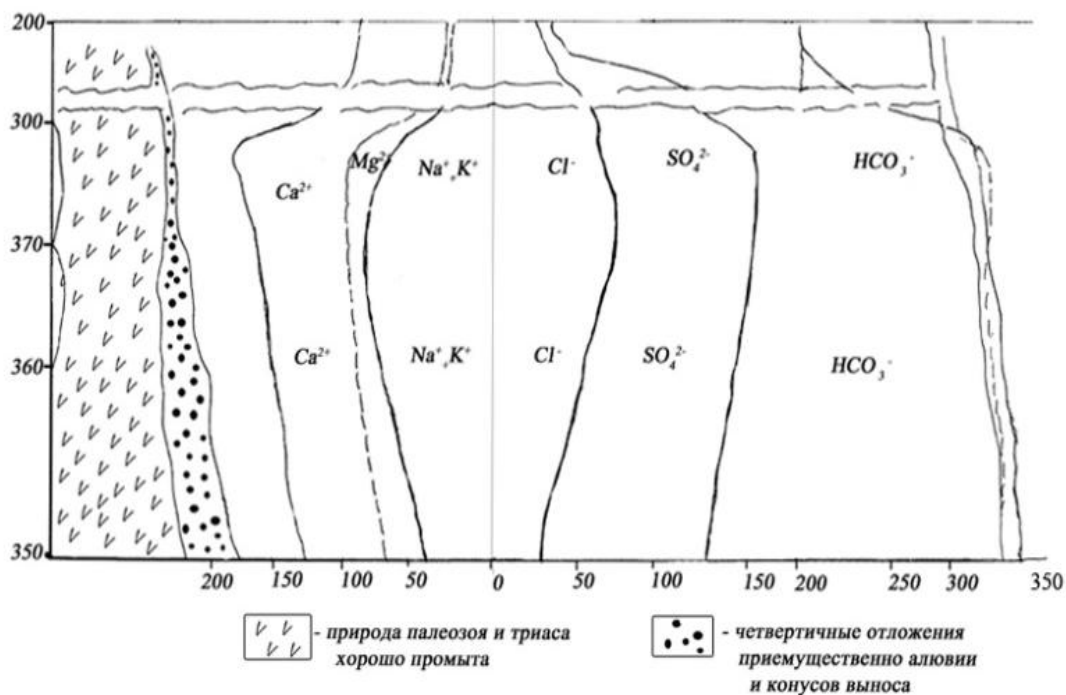


Рис. 3.6. Сводный гидрогеохимический разрез межгорных впадин при ледниково-дождевом питании

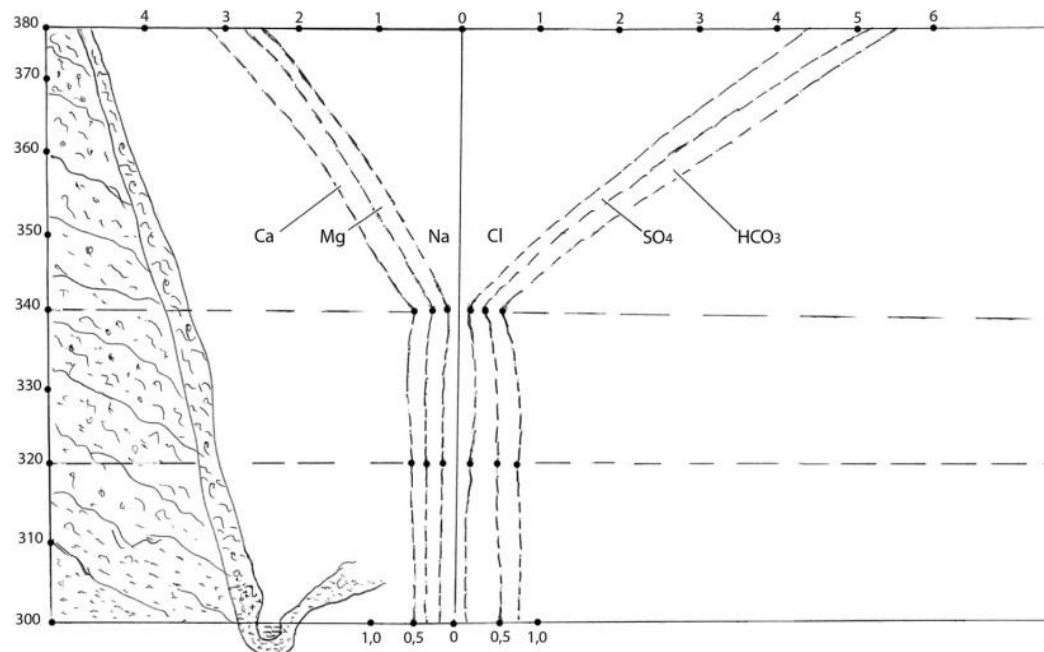


Рис. 3.7. Инверсионный тип гидрогеохимической зональности

В работе использованы методы типизации и гидрогеоэкологического картографирования территории с построением схематических гидрогеоэкологических карт на основе картосхем элементарных геохимических ландшафтов (рис 4.6). В высокогорной зоне преобладают микробассейны стока среди элювиальных горных элементарных геохимических ландшафтов. В предгорной зоне, на трансэлювиальных ландшафтах сформировалась зона транзита вод от областей питания к

областям разгрузки, а в равнинной зоне, на орошаемых землях места сформировались солонцы и солончаки по сероземам.

На освоенных землях с развитой инженерной инфраструктурой комплексная эколого-экономическая оценка строительных объектов должна включать как их стоимостные параметры, так и параметры природных объектов.

Схемы перспективного размещения производительных сил должны базироваться на ретроспективных картографических построениях, отражающих экологическую ситуацию в периоды времени, соответствующие этапам хозяйственного освоения территории. Ретроспективный анализ ситуации можно использовать для обоснования перспективного планирования производительных сил.

Уязвимость подземных вод является важным гидрогеоэкологическим показателем, учитываемым при обосновании водоохранных мероприятий, проектировании и размещении хозяйственных объектов, которые могут влиять на подземные воды и ГС. Согласно рекомендациям ВСЕГИНГЕО природная защищенность определяется: наличием в слабопроницаемых отложениях, глубиной залегания вод (подземных), мощностью, литологией и фильтрационными свойствами пород-покрышек, сорбционными свойствами водовмещающих пород и взаимосвязью водоносных горизонтов с водоемами поверхностного водосбора. Когда составляется карта защищенности подземной водоносности первоначально использовалась методика В.М. Гольдберга [149] и методика ГИДЭК. Затем можно построить карты, а также и схемы, касательно уязвимости подземных вод и ГС, согласно методики А.Я. Гаева, В.Г. Гацкова и др., [125].

В регионе зона активного водообмена отличается сложным литолого-фаціальным составом. Здесь часто переслаиваются и выклиниваются породы различные по проницаемости и трещиноватости. Что касается зоны «активного водообмена» региона, то она представляет собой «единую гидравлически связанную систему» как напорных, так и безнапорных вод. Региональные водоупоры здесь отсутствуют, и поэтому уровни подземных вод ниже- и вышележащих отложений совпадают. То есть, нет препятствий для поступления загрязненных вод в водоносные горизонты.

Поэтому оценка защищенности подземных вод выполнена по таким показателям, как глубина залегания уровня подземных вод, мощность зоны аэрации, литология пород зоны аэрации, мощность слабо проницаемых отложений в зоне аэрации и их фильтрационные свойства. Слабопроницаемыми являются супеси и легкие суглинки с коэффициентом фильтрации $0,1 \div 0,01$ м/сут, суглинки и песчаные глины (0,01-0,001

м/сут.), а так же тяжелые суглинки и глины ($< 0,001$ м/сут.). Защищенность оценивалась по сумме баллов, определяемой по совокупности указанных параметров. Выделено четыре категории защищенности подземных вод. На отдельной карте показана величина глубины залегания подземных вод, мощность и толщина «слабопроницаемого слоя», а также и сумма баллов. При построении отмеченных карт использовались сведения о колонках картировочных скважин, согласно выполненных отчетов по государственным съемкам и поисково-разведочным работам.

В Северном регионе республики выполнено **биогеохимическое опробование** поблизости от точек отбора проб природных вод и грунтов. Опробована травянистая растительность, включая культурные растения. Пробы отбирались массой в 3 кг в свежем виде, затем сушились, измельчались и истирались, озолялись и анализировались приближенно-количественным спектральным и атомно-абсорбционным методами в лабораториях Кайраккумской геологоразведочной экспедиции.

Ранжирование объектов по техногенному воздействию на окружающую среду выполнено при помощи показателей, характеризующих суммарную техногенную нагрузку в условных баллах. В основу оценки состояния природных вод нами положен принцип оценочного картографирования с применением интегральных показателей с использованием следующих принципов [270, 271, 313]: показатели выстраиваются в порядке уменьшения экологических эффектов; смежные показатели оцениваются путем экспертных оценок; ситуация характеризуется по сумму средних баллов. 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 вод к загрязнению.

Опасность представляют также землетрясения, сели, оползни и обвалы и истощение водных ресурсов. Разрушению зданий и сооружений угрожают просадочные и карстово-суффозионные явления, а также подтопление, засоление почв, оврагообразование, термокарст, речная эрозия, дефляция, плоскостной смыв. Вода активно оказывает влияние на эти показатели, которые ранжируются (табл. 3.1-3.7).

Таблица 3.1

Балльная система оценки уровня концентраций загрязнителей

Ранжирование	Компоненты гидросферы и геологической среды
--------------	---

концентраций загрязняющих веществ	Виды почв	Породы аэраци- онных зон	Подземные воды		Донные осадки водоёмов
			Безна- порные	Субнапорные или напорные	
Допустимые	1	1	1	1	1
Умеренно опасные	4	3	4	4	2
Опасные	7	5	7	7	3
Весьма опасные	10	7	10	10	4

При представлении состояния гидросферы, следует учесть каждого компонента ОС, включая их литогенных основ, виды почв, ландшафт, атмосферу, а также как растительный, так и животный мир [370, 371].

Таблица 3.2

Защищённость и охрана подземных вод при воздействия загрязнений

№ п/п	Значение степени защищённости	Основные 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

Таблица 3.3

Степени обеспеченности территории «естественными ресурсами» природных вод

№ п/п	Степень обеспеченности	Оценка в баллах
1	Полная обеспеченность	1
2	Ограниченное обеспечение	3
3	Весьма слабое обеспечение	5
4	Необеспеченные	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 наблюдаются пестициды и радионуклиды, а также местами и нефтепродукты.

Таблица 3.4

Экзогенные геодинамические процессы и оценка опасности их проявлений

Степень опасности	Критерии			Баллы
	Виды процессов	Особенности проявления	Негативные последствия	
Практически отсутствует	Все процессы стабилизированы	Пораженность территории $\leq 5\%$, активизации процессов не ожидается	Практически отсутствуют	1
Умеренная	Плоскостной смыв, линейная и русловая (речная) эрозия, под-топление, заболачивание, аккумуляция осадков	Пораженность территории в основном 5-20 %, происходит техногенная активизация процессов	Усложнение условий строительства, ухудшение несущей способности грунтов и условий использования сельхозугодий	3
		Пораженность территории 20-30 %, происходит техногенная активизация процессов		4
Сильная	Карст, суффозия, просадки, абразия и др.	Высокая пораженность территории (карст, суффозия, просадки свыше 20-30%), иногда с катастрофическими последствиями	Деформация зданий и сооружений, вывод из строя сельскохозяйственных земель	7
Очень сильная	Сели, оползни, обвалы объемом ≥ 1 млн.м ³ ,	Высокая катастрофичность, внезапность и скорость проявления процессов,	Разрушение зданий и сооружений, гибель людей и сельхозугодий	10

Таблица 3.5

Экологическое состояние ГС и их интегральные оценки

№ п/п	Экологическое состояние	Значение интегральной оценки (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 на горных предприятиях 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. 3.6, 3.7).

Таблица 3.6

Технологические нагрузки и оценка их накопления

Баллы	Площадь, км ²	Накопленная добыча руд на 1 км ² , тыс. т / км ²	Плотность горных выработок и отвалов, %	Количество откачив. 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

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 3.7

Оценка текущей техногенной нагрузки

Баллы	Добыча сырья, тыс. т	Площадь воздействия на ОС, км ²	Обводненность территории в %	Кол. воды, м ³ /т, откачив. на 1 т руды,	% нарушенных земель
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		21-30
4	> 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 карта природопользования с источниками загрязнения Таджикистана, отражающая степень их воздействия на ОС (рис.4.7).

Также разработана карта уязвимости подземных вод по отношению с загрязнениями (рис. 4.8). Что касается понятия "уязвимость подземных вод по отношению к загрязнению", то оно было предложено Ж. Марга (1968)

(И.С. Зекцер, 2001), согласно которого "Под уязвимостью подземных вод подразумеваются природные свойства системы подземных вод, которые зависят от способности или чувствительности этой системы справляться с природными и антропогенными воздействиями" (Vrba, Zaprozec, 1994) [182]. Это понятие и соответствующие параметры помогают обосновать мероприятия по защите гидросферы в конкретной обстановке и оценить скорость проникновения загрязняющих веществ в водоносный горизонт и водоем [95, 124, 331]. Мы попытались 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. В России и за рубежом построен ряд карт по уязвимости и защищенности подземных вод. В.М. 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, называемую 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 [182], отразившая 16 участков с комбинацией аналогичных признаков. Наиболее уязвимы участки, сложенные хорошо проницаемыми породами, которые практически не экранируют водоносный горизонт. 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, они выделяют 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.

По характеру техногенной трансформации природных вод эта нагрузка делится на исторически накопленную и текущую. Накопленная техногенная нагрузка характеризуется: сроком эксплуатации объекта, в том числе и месторождения, площадью воздействия объекта на окружающую среду, плотностью расположения конкретных источников загрязнения окружающей среды, в том числе пройденных на месторождениях горных выработок и

скважин, накопленной добычей полезных ископаемых на один км² площади, количеством откаченной или закачанной воды на 1 т добытого полезного ископаемого.

По длительности разработки месторождения полезных ископаемых разделены на четыре группы: до 10 лет, 10÷20 лет, 20÷30 лет и > 30 лет. По нашим наблюдениям и данным предшествующих исследований [3-5, 8-10, 391-396] значительная степень загрязнения геологической среды установлена на объектах, срок эксплуатации которых превышает 15÷20 лет. Длительность разработки и накопленная добыча влияют на глубину воздействия на недра. По площади воздействия на окружающую среду выделены три группы объектов: до 10 км², 10÷30 и > 30. Этот показатель определяет изъятие земель из общественного пользования и трансформацию окружающей среды. Плотность пройденных горных выработок и пробуренных на месторождении скважин отражает степень физической нарушенности геологической среды, которая подразделяется на 4 группы: < 1 выработки на 1 км², 1÷3 выработки, 3÷6 и > 6. Накопленная добыча полезных ископаемых на 1 км² площади месторождения с учетом объемов вскрыши определяет уровень накопленного воздействия на окружающую среду. Выделено 3 группы месторождений: с накопленным добычем, значение которых менее 100 тыс. т/ км², 100÷300, а также и свыше 300 при попутном извлечении из недр пустых пород, некондиционных руд и флюидов не более чем 10:1. Текущая нагрузка на ОС определяется с учетом объемов производства или добычи полезного ископаемого, площадью загрязнения окружающей среды с учетом СЗЗ предприятия, а также аварийных ситуаций, водоемкости объекта, или обводненности месторождений, количеством откаченной или закачанной воды на 1 т. полезного ископаемого, фондом горных выработок или скважин. Для каждого техногенного объекта выведен средний балл. В случае наличия на производстве, добычи или использования радиоактивных элементов добавлен 1,0 балл, а для месторождений, на которых разрабатываются особенно экологически вредные элементы, при определении накопленной и текущей техногенной нагрузки добавлено 0.5 балла для учета их негативного воздействия на окружающую среду.

Все техногенные объекты по «степени воздействия» на человека и окружающую среду разделены на основные четыре группы – слабое (1 балл), среднее (1÷2 балла), высокое (2÷3 балла) и очень высокое (3 балла). Для учета техногенной нагрузки составлена схематическая карта по территории Республики с нанесением следующих объектов: 1) промышленных предприятий и месторождений полезных ископаемых; 2) участков поисково-разведочных работ с фондом подготовленных перспективных структур и

рудопроявлений; 3) коммуникаций, включая автомобильные и железные дороги, нефте- и газопроводы, системы водоводов, каналы (деривационных и ирригационные), различные насосные станции, водозаборы различного назначения, ЛЭП; 4) сельскохозяйственные, 5) селитебные и 6) рекреационные объекты, включая особо охраняемые территории.

3.5. Уязвимость и защищенность природных вод и окружающей среды к загрязнению

Фактический материал, использованный в этой работе, автор собирал 15 лет непосредственно в полевых условиях, а также в фондовых источниках, оперируя физико-химическими анализами более 2000 проб воды и 3800 проб почв и грунтов. Кроме того, использованы данные по литолого-минералогическому и химическому составу горных пород, химическому составу свободных и водорастворенных газов, а также и водорастворенного «органического вещества». Были выполнены также и анализы сточных вод предприятий различных отраслей промышленности [192] и водные вытяжки из почв и грунтов [344]. Собирались и обрабатывались данные о параметрах водного и химического стока, а также материалы, характеризующие водно-физические свойства горных пород. Более детально собиралась информация о техногенных объектах и ареалах загрязнения окружающей среды. Исследованы размеры ареалов загрязнения вокруг предприятий, их площади и изменения в пространстве и во времени, в связи с изменениями природных и техногенных условий. Фактический материал собирался из производственных отчетов и фондовых и опубликованных работ и сводился в единый банк данных с целью гидрогеоэкологического моделирования на исследуемой территории. Были систематизированы данные и информации об изменении атмосферных осадков, розы ветров, процессах эрозии почв, миграция загрязняющих веществ в водной среде и на нарушенных землях. Особое внимание уделено данным о режимных наблюдениях за водоемами и водозаборами подземных вод, за объектами хозяйственно-питьевого и технического назначения, за качеством природных вод.

Анализы пробы вод, почв и грунтов выполнены на достаточно широкий круг элементов с использованием аналитических методов, рекомендованных ВСЕГИНГЕО и ГЕОХИ им. В.И. Вернадского. Используются химические, пламенно-фотометрический, приближенно-количественный спектральный, полярографический, атомно-абсорбционный и масс-спектрометрический методы. Выполнены также водных вытяжек, как

для почв, так и для грунтов. 10% из выделенных проб, подвергались внешнему и внутреннему контролю, касательно качеств анализов.

При расчете фона аномально высокие результаты анализов исключались из выборок, учитывались результаты внутреннего и внешнего контроля и результаты статистической обработки анализов с учетом погрешностей. На основе методики ВСЕГИНГЕО [149] были разработаны карты, относительно защищенности первого от поверхности водоносного горизонта и определена скорость проникновения загрязняющих веществ с поверхности земли. При этом учтены литологический состав, мощность и фильтрационные свойства водовмещающих и покровных отложений. Кроме понятия о защищенности использованы представления об уязвимости и устойчивости территории к загрязнению. Устойчивость исследуемой геологической ситуации по отношению с загрязнением - это и ее защищенность, а также и ее способности отложений физико-химически локализовать загрязнение за счет эффектов геохимического барьера, или за счет физико-химических взаимодействий в системе вода-порода-газ-живое вещество [21, 35, 43, 57, 125].

Четвертичные отложения представляют собой сложную водопроводящую систему из супесчаных, щебенчатых и галечных линз с большой литологической пестротой и фациальной изменчивостью. Глинистые водоупоры линзовидного характера являются препятствием для перетоков вод, как по вертикали, но и по горизонтали, благодаря чему они создают подпор подземных вод и изменяют направление потоков.

Аллювий речных долин региона имеет более выдержанное строение, особенно в составе галечников и песков русловой фации. Долины малых рек сложены неоднородным ложковым аллювием, который придает некоторое своеобразие формированию подземных вод. При техногенной трансформации геологической среды воды верхней гидродинамической зоны становятся непригодными для использования, поскольку в их составе растут концентрации таких составляющих, как хлориды, сульфаты, железа, кальция, магний и фтора, с проявлением пестицидов, химические удобрения и ядохимикаты, нефтепродукты, радионуклиды и пр. Загрязнение окружающей среды установлено вокруг горнодобывающих предприятий, промышленных и сельскохозяйственных объектов.

Представление об уязвимости подземных вод к загрязнению ввел в научный обиход Ж. Марга (1968), а первую карту уязвимости в масштабе 1:1000000 построил на территории Франции Albinet [182]. Уязвимость подземных вод, согласно мнению. Исследователей, означает «природные свойства системы подземных вод, которые зависят от способности или

чувствительности этой системы справляться с природными и антропогенными воздействиями» (Vrba, Zarogozec) [182]. В США выделяют: 1) специфическую и 2) присущую уязвимость. Первая характеризует уязвимость к конкретным загрязнителям, а вторая указывает на независимости к свойствам и поведению специфических загрязнителей. В обоих случаях основным для оценки уязвимости является особенности природных условий конкретного района, позволяющих сфокусировать внимание на наиболее уязвимых частях окружающей среды. Противоположным уязвимости служит термин устойчивость среды к загрязнению или техногенному воздействию. Чем выше уязвимость природного комплекса, тем меньше устойчивость его к загрязнению. Оценка уязвимости среды к загрязнению позволяет обосновать меры по защите ее в конкретных условиях. На первом этапе достаточно качественной оценки ее защищенности, а затем необходима количественная оценка скорости миграции загрязняющих веществ в водоносном горизонте. Применяются разные подходы к картографированию и оценке уязвимости подземных вод [125, 182]. Количественный подход к оценке уязвимости подземных вод можно осуществить уже на первом этапе, например, по величине минерализации вод. Возможно, также использовать характер взаимодействия в системе вода - порода с учетом таких свойств, как адсорбция, ионный обмен, осаждение и разложение органического вещества под воздействием кислорода и микроорганизмов. Анализ литературных источников показал, что К.Е. Питьева [331] выделила восемь уровней категории касательно защищенности и охраны подземных вод, на основании таких показателей, как структурный состав, мощность имеющихся пород в зоне аэрации, а также и их водопроницаемость. Отметим, что построены много карт касательно уязвимости, охраны и защищенности подземных вод по отношению с загрязнениями. Защищенность верхнего напорного водоносного горизонта рассмотрена Гольдбергом [149]. Им рассмотрены показатели соотношения уровней напорного и залегающего выше безнапорного водоносного горизонта при учете мощности водоупора между ними. Напорные подземные воды могут быть защищенными, условно защищенными и незащищенными. Для оценки защищенности подземных вод Гольдберг использовал балльный подход с присвоением каждому фактору определенного балла. Существует прямая зависимость между суммой баллов и защищенности подземных вод.

Американец Л. Аллен с соавторами разработал в 1987 г. систему оценки Drastic, учитывая глубину залегания уровня грунтовых вод (УГВ), состав во вмещающих пород и особенности питания вод. Был установлен вес и рейтинг для каждого оценивающего фактора. Умножая "веса" и "рейтинга"

между собой, получим показатель «Number». Сумму показателей, как «Драстик-индекс» показано на карте. И. Зекцер, Л. Эверетт и С. Кален в 1991 г. построили карту защищенности подземных вод, или их уязвимости по штату Калифорния в масштабе 1:2000000, используя показатели «Numbers» и суммы «Numbers». Они показали, что уязвимость вод к загрязнению снижается при увеличении мощности vadозной зоны, уменьшении проницаемости пород и увеличении времени водообмена. Джоут и Госсен (1990) тоже при помощи качественных показателей построили карту уязвимости подземных вод Зап. Бельгии, отобразив 16 участков с разной мощностью, литологией и проницаемостью пород в зоне аэрации и в водоносном горизонте. Они показали, что уязвимы к загрязнению участки, сложенные хорошо проницаемыми и трещиноватыми породами.

На уязвимость к загрязнению влияют следующие факторы: 1) величина глубины залегания УГВ; 2) величина мощности и показатель проницаемости пород в зоне аэрации; 3) господствующее направление, а также и величина скорости фильтрации загрязняющих веществ и скорость водообмена; 4) физико-химическая активность пород и, в частности, их сорбционные свойства; 5) наличие нарушенных земель, что облегчает миграцию загрязняющих веществ по площади; 6) миграционные свойства загрязняющих веществ. Наиболее важными для оценки уязвимости территории являются физико-химические и фильтрационные свойства пород, но при региональной оценке обычно используют информацию о литологическом составе пород зоны аэрации, оценивая их проницаемость условно. При оценке уязвимости к загрязнению используют также модули инфильтрационного питания вод в л/с-км², которые позволяют перейти к количественным параметрам уязвимости вод к загрязнению в условиях техногенеза. При этом исследуются взаимодействия в системе вода – порода – газ – живое вещество с учетом сорбции и хемосорбции, которые стимулируют очистку вод. В целом, следует констатировать:

1. Отсутствие количественных подходов при оценке уязвимости или защищенности окружающей среды к загрязнению при несомненной полезности такого рода построений.

2. Весбма важным является величины оценки таких парметров, как времени и скорость перемещения загрязнителей в ОС. Это требует проведения детальных исследований, как сорбционных свойств имеющихся пород, так и перемещение параметров основных компонентов, а также применения компьютерного моделирования в данном процессе в виде программ, типа Modflow, CHEM, PATH, HydrogeoCHEM и т.п.

3. В чрезвычайных ситуациях, когда нарушен режим, влияние основных факторов на процесс защищенности подземных вод подвергается изменению. Для снижения уровня воды также снижается и величина глубины залегания подземных - грунтовых вод, что приведет к улучшению их защищенности. А в случае интенсификации процесса водоотбора из напорного горизонта, наблюдается изменение соотношения уровней напорного и безнапорного горизонтов, где последний утрачивает свою защищенность.

4. Техногенное воздействие В.М. Гольдберг в 1987 г. предложил выразить через «Индекс чувствительности подземных вод к загрязнению» - P , которая определяется в виде отношения величины модуля техногенной нагрузки - m к основному показателю защищенности подземных вод - S , т.е.

$$P = mt/S, \quad (3.4)$$

где t - время накопления загрязняющих веществ на исследуемой площади территории, в годах. S рассчитано из суммы баллов. Параметр P прямо пропорционален техногенному воздействию на окружающую среду и обратно пропорционален ее защищенности. Он отражает взаимосвязь загрязнения ОС с подземными водами и его можно показать на «Карте защищенности подземных вод».

5. Оценку уязвимости окружающей среды к загрязнению можно использовать: а) для разработки перспективных планов рационального развития территории; б) для научно обоснованного размещения объектов со сточными водами и опасными отходами; в) для реализации проектов водопользования и водопотребления; г) для разработки природоохранных мероприятий; д) для обоснования мест размещения токсичных отходов.

В условиях развитии процессов техногенеза количественно оценить эти процессы в разных высотных и ландшафтно-климатических поясах, возможно путем вычисления массы загрязняющих веществ, поступающих в модульном выражении. С этой целью А.Я. Гаевым предложено использовать модуль предельно допустимой концентрации ($M_{ПДК}$) и модуля предельно допустимого загрязнения ($M_{ПДВ}$) [35, 95, 125]. Например, при норме минерализации хозяйственно-питьевых вод в 1 г/л произведение этой величины на модуль подземного стока определяет - $M_{ПДК}$. Разность между величиной $M_{ПДК}$ и модуля химического стока $M_{ПХС}$ с данной территории равна величине $M_{ПДВ}$.

$$M_{ПДВ} = M_{ПДК} - M_{ПХС} \quad (3.5)$$

Эти параметры, вычисленные во времени начала освоения исследуемой территории, определяют «естественный запас» ее «экологической устойчивости». Горнодобывающие районы с предельной техногенной

нагрузкой, имеющие значительные величины, утрачивают определенную часть, а иногда и всю «естественную устойчивость», в связи с чем, для этих районов требуется систематически осуществлять прогноз техногенной трансформации окружающей среды и определять величину остаточной естественной устойчивости по мере реализации приемлемых вариантов мониторинга природопользования. То есть, здесь можно судить об экологической оценке планируемых техногенной нагрузки и мероприятий по предотвращению негативных последствий от этой нагрузки. Естественную и остаточную экологическую устойчивость окружающей среды на определенный период времени, возможно фиксировать путем анализа ситуации в ретроспективных картах по уязвимости площади территории по отношению с загрязнениями. При максимальной величины техногенных нагрузок естественная устойчивость может быть полностью израсходована и территория станет исключительно уязвимой к загрязнению и экологическому кризису.

На построенной нами схематическая карта уязвимости природных вод к загрязнению по территории Таджикистана (рис. 4.8) указанные выше факторы учитываются через модульные параметры питания грунтовых вод, которые позволяют количественно оценить уязвимость подземных вод к загрязнениям [95, 124]. В горнодобывающих районах Таджикистана под «техногенным прессингом» утрачивают заметную часть «естественной устойчивости». Тогда появляется требования непрерывного осуществления прогнозной оценки остаточной «естественной устойчивости» вод и ОС в случае разработки соответствующих вариантов процессов водопользования при реализации намеченных мероприятий и процесса проведения предпроектного анализа и экспертизы. При этом «естественная» и «остаточная» экологическая устойчивость ОС безусловно становятся предметом анализа и диалога ретроспективных карт по уязвимости площади территории к воздействию загрязнений. На исследуемых участках, где техногенная нагрузка имеет максимальное значение, произойдет наиболее заметное истощение «естественной устойчивости» и следует вести речь об «экологическом кризисе».

Карта уязвимости площади территории Таджикистана к загрязнению свидетельствует о зональном изменении $M_{ПДВ}$ региона. $M_{ПДВ}$ закономерно уменьшается от высокогорных районов ($30 \div 50$ т/км² в год) к равнинам и межгорным впадинам ($5 \div 10$ т/км² в год). Возвышенные районы отличаются более высокими значениями $M_{ПДВ}$ по сравнению с равнинами. В целом уязвимость окружающей среды к загрязнению возрастает от альпийских лугов высокогорий к понижениям рельефа. Геологическая среда в горно-

складчатых районов с «трещинным» типом вод более уязвима к загрязнению, чем межгорные впадины с пластовым типом вод[98]. Карта характеризует естественную экологическую устойчивость Таджикистана. Такая карта позволяет сравнить разные варианты развития производительных сил республики при проектировании и оценке эффективности намечаемых мероприятий и экологической ситуации, что необходимо для предотвращения загрязнения окружающей среды. Совершенно очевидно, что затрачиваемые денежные средства на восстановления загрязненной площади территории много превышает затрат средств на защиту ее от загрязнения.

3.6. Система гидрогеоэкологического мониторинга

Информационное обеспечение оптимальных решений, принимаемых при проектировании объектов горно-металлургических и энергетических комплексов, является исключительно актуальным. Оно реализуется при помощи системы регионального геоэкологического мониторинга. Основа технологии системы мониторинга формируется путем создания геологической и экологической модели контролируемого объекта. Эти модели в дальнейшем детализируются и уточняются по мере получения новой информации. При этом используются современные автоматизированные системы сбора, обработки и хранения геолого-геофизической и экологической информации, методы экспертных оценок и интеллектуальных ресурсов. Состав информационного обеспечения системы мониторинга на разных этапах работ меняется [93, 125, 131]. С внедрением в естественные науки информатики и автоматизированных технологий применяется терминология, используемая на стыке математики, информатики, геологии и экологии: геологическая информация, геологические информационные технологии, геологические информационные ресурсы, базы и банки данных и пр. Эти термины иногда используются достаточно вольно не только в научной литературе, но и в официальных документах.

Информация делится на документальную, содержащуюся на материальных носителях, и не документальную в «памяти специалистов». Информационные ресурсы – это документы и их массивы, сохраняющиеся в таких информационных системах, как: библиотеки, архивы, фонды, банки данных. Таким образом, это составляет часть информационного пространства, которая подвергается изменениям во времени [131].

Информационная система – это организационная упорядоченная совокупность массивов документов и информационных технологий, реализующих информационные процессы. Геоэкологическая информация

эффективна в картографической форме - географической информационной системы (ГИС) [439]. Что касается ГИС, то она оценивается как организационно-упорядоченной совокупности данных на основе информационных модернизированных компьютерных технологий, географически привязанных и использующих средства сбора, хранения, обработки и передачи пространственной геологической и иной информации.

Средства обеспечения «автоматизированных информационных систем» и компьютерных технологий здесь представлены модернизированной вычислительной техникой, а также различными программами и разнообразной документацией: словарями, инструкциями, методиками и пр. Они используются при проектировании и эксплуатации информационных систем [30]. Их элементами являются базы и банки данных.

Геологическое информационное обеспечение системы мониторинга формируется в процессе геологической разведки исследуемой территории и эксплуатации выявленных на ней месторождений. Выделяют региональные, поисковые и разведочные этапы в геологоразведочном процессе, которые отличаются своими видами, этапными объемами, а также и методами работ. П р о ц е с с геологической разведки имеет целью оценку территории по единой методике и повышение эффективности прогнозной оценки поисков и разведки месторождений полезных ископаемых [131]. Отличается и информация, получаемая на разных этапах работ с использованием геолого-геофизических методов. При поисково-разведочных работах пока мало используются материалы космоаэрофотосъемок и не осуществляется комплексирование дистанционных методов с сейсморазведкой (МОГТ) и бурением параметрических и структурных скважин.

Геоэкологический блок обеспечения системы мониторинга включает: информацию о природных условиях, определяющих экологическую ситуацию территории, сведения о техногенной нагрузке на окружающую среду и ее техногенной трансформации, информацию о санитарно-гигиенических условиях и здоровье населения. За более, чем шестидесятилетний период геологического изучения регион испытал техногенную трансформацию, а экологические исследования начали проводиться относительно недавно. В настоящее время информационное обеспечение геоэкологических работ не отвечает требованиям времени. Необходимо создать технологию системы мониторинга, обеспечив сбор, систематизацию и формализацию накопленной экологической информации в процессе изучения окружающей среды, осуществления поисков и разведки месторождений полезных ископаемых, включая подземные воды, а также инженерно геологических изысканий и почвенных исследований. Главным

условием при выполнении исследований является системность и комплексность использования информации об устойчивости окружающей среды к техногенным воздействиям, техногенной трансформации среды и способности ее к самоочищению. В составе системы мониторинга выделяется ряд блоков, к которым относятся помимо геологической среды, гидросферы, атмосферы, животного и растительного мира, также геосистемы и ноосистемы. Их информационное обеспечение хранится в архивах и разных фондах и служат, безусловно, основой для формирования «геоэкологического блока» банка данных. Геоэкологическая оценка определяется изученностью территории и достаточностью информации.

При участии автора в 2000-2008 гг. начала выполняться формализация этой информации с формированием банка данных для создания системы мониторинга, включая следующие материалы, как: 1) геологических, гидрогеологических и геоморфологических карт масштабов 1:200000 и 1:500000, карт «экзогенных» геологических процессов и неотектонические, карты и схемы полезных ископаемых и почв, а также геоэкологические карты; 2) параметры гидросферы с распределением жидкого и твердого стока во времени, подземным питанием рек и гидрогеохимическими параметрами, включая влияние на гидросферу загрязнения через атмосферный воздух. Кроме того, исследовалось влияние растительности и залесенности территории на качество природных вод и санитарно-гигиенические условия жизни населения и биоценоза, включая особо охраняемые природные территории и с учетом влияния на гидросферу объектов хозяйственного назначения.

Система мониторинга должна создаваться с начального этапа освоения территории, с поискового этапа на месторождения полезных ископаемых, требующего определения фоновых условий, оценки состояния, динамики преобразований окружающей среды и определения допустимой нагрузки. Все это определяет методику и технологию геолого-поисковых работ. При разведке и эксплуатации месторождений опробуются все компоненты геологической среды для уточнения фона. С использованием дистанционных методов создаются геоэкологические модели территории в форме схем и карт масштаба от 1:200000 до 1:50000 и таблиц, отражающих состояние окружающей среды. Выделяются зоны благоприятные и не благоприятные в экологическом отношении. Геоэкологическая модель разрабатывается на основе геолого-геофизической модели и служит для обоснования рационального размещения скважин, выбора оптимальной технологии и прогноза преобразований окружающей среды. На начальном этапе работ

целесообразно выполнить экологическое аудирование для оценки исходного для проекта состояния окружающей среды и роли других объектов в регионе.

На следующих этапах ведения мониторинга используются не только собственные наблюдения, но и информация разных ведомств, а также новые аэрокосмические технологии и, при наличии, материалы ОВОС.

Технология гидрогеоэкологического мониторинга. При поисках и разведке месторождений полезных ископаемых информационные ресурсы сосредоточены в геофизических и геологических предприятиях и организации, обслуживающих горно-металлургические и нефтегазовые комплексы. Они занимаются сбором, обработкой, интерпретацией и моделированием геолого-геофизических материалов, применяя свою методику и интерпретационные комплексы [131]. Для эксплуатируемых объектов геолого-геофизическая информация сосредоточена в различных службах соответствующих производственных комплексов. Пока, к сожалению, отсутствуют технологии по обобщению геолого-геофизической информации, получаемой на разных стадиях геологоразведочного процесса и эксплуатации месторождений. Пока эта информация рассредоточена в разных архивах, геологических фондах, базах данных и картографических материалах. Используются разные способы хранения информации, преимущественно на устаревших носителях. Существуют отдельные фрагменты информационных технологий, используемых для решения частных задач. При этом задействованы различные технические и программные средства, доступ к которым ограничен. Имеющиеся базы геолого-геофизических данных построены на разных принципах с использованием своих справочников и классификаторов, а работа с информацией поисково-разведочных стадий практически не связана с данными стадии эксплуатации месторождений. Поэтому одной из важнейших задач для горно-металлургических и нефтегазовых комплексов республики является создание единой информационной базы и формирование систем «Сквозного геоэкологического мониторинга» (СГГМ) на основе геолого-геофизических и геоэкологических моделей, позволяющих оценить состояния окружающей среды и выделить зоны с различными рисками. По мере накопления информации модели уточняются, детализируются, и оценка ситуации в районе объекта конкретизируется. Геоэкологические модели и отмеченная технология служат основой рационального природопользования. Они призваны обеспечить на каждом этапе освоения минеральных ресурсов наиболее оптимальные решения. Технология мониторинга должна быть автоматизированной, обеспечивая

хранение, обработку, интерпретацию и оперативный доступ к информации и ее комплексный анализ. Технология включает три взаимосвязанных блока.

Блок по созданию постоянно уточняющейся геолого – геофизической модели объекта. Для формирования таких моделей необходимо интегрировать программно-аппаратные комплексы и массивы данных разных организаций-владельцев и создать региональный банк данных геолого-геофизической и геоэкологической информации, а также единое информационное пространство. Этот блок включает две подсистемы, такие как: 1) первичная подготовка данных; 2) хранилища данных на основе общей локальной сети передачи информации. Первая подсистема включает сервер архива носителей первичной информации, рабочие места подготовки данных, станции их ввода и регистрации и станции контроля качества. Здесь осуществляется чтение исторических данных со старых носителей с восстановлением дефектных данных и переводом считанных данных в единый формат с записью их на современных носителях. Осуществляется контроль качества данных, подготовка и помещение их в архив и в банк данных. Работа по созданию региональных банков геолого-геофизической и геоэкологической информации выполняется при комитетах природных ресурсов и должна сопровождаться архивацией информации со сдачей отчетов в геологические фонды республики на электронных носителях.

Отдельный блок предназначен для обработки информации по состоянию окружающей среды. Задачи поискового и регионального этапов сводятся к установлению фона, качественных и количественных показателей окружающей среды, а на картах показываются зоны с различным ее состоянием. Геологическая модель исследуемого участка используется при построении геоэкологической модели объекта, которая, в свою очередь, позволяет прогнозировать процессы техногенной трансформации и обоснованно размещать хозяйственные объекты (в т.ч. горные выработки). Геоэкологические модели призваны корректировать хозяйственную деятельность и предотвращать негативные последствия. Накапливаются и обрабатываются ретроспективные данные по состоянию ОС с целью выявления динамики процессов техногенной трансформации.

Технология мониторинга позволяет проследить трансформацию атмосферы, гидросферы, литосферы и почвенно-растительного покрова. Используются не только республиканские сети мониторинга, но и ведомственная информация. Для наблюдений за атмосферным воздухом и поверхностными водами необходимо оборудовать стационарные автоматические посты и передвижные лаборатории и получать информацию до нескольких раз в сутки. Для этих целей фирма SYRUS SYSTEMS

поставляет на «рынок микропроцессорные системы», позволяющие фиксировать уровень их загрязнения. Приборы оснащены стандартным интерфейсом RS-232, от которого данные могут быть переданы через радиоканалов с помощью «системы SAM 32» на персональный компьютер. Это обеспечивает «непрерывный анализ» качества воды, измеренные в стационарных гидропостях по контролю поверхностных вод. Приборы устанавливаются в кабинах у водоемов и водозаборов.

Рекомендуется создание банков данных на основе полнофункциональной ГИС «ARC/INFO» и настольной ГИС «Arc View». В качестве сервера целесообразно использовать ARC/INFO с клиентскими местами специалистов в «Arc View». Банк данных разделяют на группы по количеству компонентов окружающей среды, а фоновые характеристики их и детальную информацию заимствовать в государственных службах экологического мониторинга и в ведомственных организациях. Банк должен состоять из функциональных подсистем первичных и вторичных (обработанных) данных. Первая включает данные натурных наблюдений, и съемок, материалы дешифрирования аэрокосмоснимков. Вторая экспертная подсистема включает алгоритмы статистической и математической обработки данных, координаты постов контроля, информацию о ПДК загрязняющих веществ, классе их опасности и т.д., а также знания пользователей-специалистов по соответствующим темам. Алгоритмы подсистемы обеспечивают интерпретацию первичных данных с целью построения изолиний концентраций, зон влияния. Допускается и корректура результатов.

В последние годы, при непосредственном руководстве автора выполнены ряда работ касательно создания банка данных экологической информации на территорию Таджикистана, с целью использования ее геоэкологического анализа территории республики и для производства геологоразведочных и эксплуатационных работ на месторождениях полезных ископаемых. Техногенная нагрузка на гидросферу и окружающую среду получила картографическое выражение. Это обеспечивает возможность принятия оптимальных решений для экологически и экономически рационального обоснования поисково-разведочных и эксплуатационных работ по освоению минеральных ресурсов. Картографирование в программе Arc View обеспечивает широкое применение для общей оценки экологической ситуации результатов мониторинговых наблюдений в едином информационном пространстве [125, 131].

Автором обобщен большой фактический материал, характеризующий гидросферу и ОС Таджикистана, проводится его формализация и дальнейшее накопление.

Отдельный блок системы мониторинга должен включать результаты применения дистанционных методов [131, 162, 231] для моделирования и оценки состояния гидросферы и окружающей среды. Методы ДЗЗ позволят получать достоверную информацию об экологической ситуации по всей территории республики. Аппаратура ДЗЗ российских космических аппаратов серии "Ресурс-Ф", установленная на спутниках, дает информацию в видимом и инфракрасном диапазонах спектра, которая принимается и используется при помощи персональной станции "СканЭР", не имеющей аналогов. Программа ее выполнена в Windows и включает подпрограммы управления (ScanReceiver) и первичной обработки данных (ScanViewer). Для хранения данных ДЗЗ рекомендуется создать каталог ДЗЗ на магнитных носителях.

Таким образом, методология исследований в регионе рассматривается под углом зрения перехода человечества на модель устойчивого развития с системой управления экологическими процессами и экологизацией жизнедеятельности людей. Она заключается: 1) в накоплении знаний по водопользованию в условиях техногенеза; 2) в разработке новых методических и методологических подходов в гидрогеоэкологии нарушенных территорий, а также и научных основ гидрогеоэкологии; 3) в разработке локальных и тотальных проектов, касательно комплексных освоений водных ресурсов; 4) в применении и внедрении в практику систем мониторинга и концепции устойчивого развития региона. Для достижения этих целей нами в процессе гидролого-гидрогеологических исследований выявлены закономерности формирования природных вод в связи с высотной поясностью и бассейновым характером распределения водного стока. Выполнена оценка гидрогеоэкологической ситуации техногенно нарушенных районов и установлено, что интенсивность и масштабность проявления техногенной трансформации вод зависят от продолжительности освоения территории, площади нарушенных земель и объемов добываемого сырья.

В условиях НТР Таджикистан в своей горно-геологической и строительной деятельности извлекает из недр $\geq 70\%$ ресурсов, но использует из них $\leq 10\%$. Сформировались опустыненные ландшафты с отвалами пород, иловыми площадками, шламохранилищами и водоемами с солеными водами. Они отравляют все живое. Выделены геотехнологические, промышленные, энергетические, транспортные, сельскохозяйственные, бытовые, военные и др. источники загрязнения природных вод. При стихийных бедствиях и НМУ возникают катастрофические ситуации, усиливаемые техногенезом. Система

мониторинга позволяет оценить и контролировать ситуацию, получая исходные данные для прогноза. Гидрогеоэкологические исследования выполняются в системе вода – порода – газ – живое вещество при ведущей роли технологии и нооценоза.

Изложены основные проблемы касательно методики и методологии подготовки и проведения, как полевых, так и лабораторных и «камеральных» работ. Использованы стандартные методы, а 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 были определены такие компоненты, к котом можно отнести: карбонатов, сульфатов, хлора, нитритов, нитратов, кремнекислоты, натрия, калия, кальция, магния, аммония, алюминия, марганца, селени, нефтепродуктов и рН-характеристика. С помощью приближенно-количественного спектрального и атомно-абсорбционного анализами определяли железо, цинка, свинца, мышьяка, молибдена, марганца, никелья, кобальта, хрома, меди, ртута. На основании и с применение ГТС-технологии полученные данные были систематизированы, а также и обобщены.

Управление качеством природных вод в ОС обосновывает размещение относительно новыхЮ но опасных с санитарной точки зрения сооружений, умеренного использования, как удобрений, так и ядохимикатов, исключения стихийности в процессе формирования экосистем. При этом можно рекомендовать использования более устойчивых к загрязнению рассматриваемых ландшафтов, а также и следовало бы организовать СЗЗ в исследуемых районах, где сосредоточены пресные воды. Система мониторинга позволяет оценить состояние гидросферы и окружающей среды в определенный момент времени на контролируемой территории и выдать исходные материалы для прогноза этого состояния на перспективу.

Использованная нами методика типизации территории позволяет выделить районы по критериям уязвимости или устойчивости подземных вод пл льшению с загрязнениями с применением модуля ПДЗ (предельно-допустимого загрязнения). Значения его в Таджикистане варьируют в диапазоне от 5 до 100т/км² в год и более. Выделены зоны развития относящиеся к горным, предгорным и равнинным элементарным геохимическим ландшафтов со своими типами гидрогеоэкологических разрезов и определенными интервалами значений модуля предельно-допустимого загрязнения.

Зоны сосредоточения поверхностных и подземных вод приурочены к субаквальному элементарному геохимическому ландшафту, а области их питания расположены в высокогорной зоне, где обнажаются палеозойские породы, хорошо отмытые «инфильтрационными водами» от реликтов солей «морского солевого комплекса». Здесь в условиях микробассейнов стока формируются воды от ультрапресных гидрокарбонатно-натриево-кальциевых до пресных гидрокарбонатно-кальциевых, кальциево-натриевых и кальциево-магниевых. В предгорьях палеозойские породы перекрыты делювиальными глинистыми преимущественно четвертичными отложениями и переотложенными корами выветривания, которые в нижних частях склонов сменяются 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, при воздействии многократного подтопления, в условиях искусственных «супераквальных» элементарных «геохимических ландшафтов».

Автором устанавливается, что каждой исследуемой ландшафтной зоне соответствует свой тип вертикальной гидрогеохимической зональности, отражающий условия формирования химического состава природных вод. На равнинах выделено 2 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, 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.

В работе использованы методы типизации территории и методы гидрогеоэкологического картографирования с построением схематических гидролого-гидрогеологических карт на основе картосхем элементарных геохимических ландшафтов. В высокогорной зоне преобладают микробассейны стока среди элювиальных горных элементарных «геохимических ландшафтов». В предгорных зонах, где на переотложенных корках процесс выветривания и глинистых «делювиальных отложениях» преобладают «трансэлювиальные» элементарные «геохимические ландшафты», питание подземных вод весьма затруднено, и сформировалась зона транзита вод от областей питания с микробассейнами стока к областям

разгрузки. В равнинной зоне, в связи с многовековым орошением и подтоплением территории, сформировались искусственные (антропогенные) супераквальные элементарные геохимические ландшафты местами с солонцами и солончаками по сероземам.

Поскольку в гидросферу и окружающую среду входит и инженерная инфраструктура, созданная многочисленными поколениями, и она влияет на экономическую оценку районов своего размещения, то поэтому стоимость природных ресурсов, вод и земель здесь существенно возрастает. Комплексная оценка гидрогеоэкологических признаков позволяет типизировать их и строить соответствующие схемы типизации территории с отражением степени их уязвимости к загрязнению и техногенной загруженности. На картографических построениях отражается уровень экологического благополучия территории, что можно использовать в качестве инструмента для экологического обоснования при перспективном планировании размещения производительных сил.

Технология гидрогеоэкологического мониторинга основана на использовании постоянно трансформирующихся геолого-геофизических моделей и гидрогеоэкологических объектов. Информационное обеспечение систем мониторинга на разных этапах изучения территории и освоения ее минеральных ресурсов совершенствуется и изменяется в соответствии с пополнением геолого-геофизической и гидролого-гидрогеологической информации. Технология мониторинга предполагает использование дистанционных методов и должна базироваться на применении современных «автоматизированных систем» сбора, хранения, обработки и интерпретации гидролого-гидрогеологической, «геолого-геофизической» и экологической информации, а так же интеллектуальных ресурсов экспертных систем.

В основу оценки состояния природных вод нами положен принцип оценочного картографирования с применением интегральных показателей, которые выстраиваются в порядке уменьшения экологических эффектов; смежные показатели оцениваются экспертным путем; ситуация характеризуется по средним баллам. 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 также землетрясения, сели, оползни и обвалы и истощение водных ресурсов. Разрушению зданий и сооружений угрожают

просадочные и карстово-суффозионные явления, а также подтопление, засоление почв, оврагообразование, термокарст, речная эрозия, дефляция, плоскостной смыв. Вода активно оказывает влияние на эти показатели, которые ранжируются. При этом, учитывается каждый компонент ОС.

В предгорьях линзы глинистых отложений препятствуют инфильтрации, формируя подпоры и изменяя направление водных потоков. Межгорные впадины и речные долины выполнены аллювиальными и пролювиально-делювиальными отложениями, содержащими прослойки галечников и песков. По ложкам сформировался так называемый ложковый аллювий с непригодными для водоснабжения, техногенно трансформированными водами. В них появляются высокие концентрации солей и ТМ, а на равнинах – пестициды, нефтепродукты, радионуклиды. Под уязвимостью подземных вод к загрязнению понимается способность подземных вод справляться с техногенными воздействиями. Это понятие помогает обосновать мероприятия по защите природных вод и оценить скорость проникновения загрязняющих веществ в водоносный горизонт и водоем.

Мы попытались 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. При такой оценке учитываются глубина УГВ, состав пород и характер питания вод, мощность и проницаемость пород кровли, темпы водообмена, 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. Указанные факторы учтены через модульные параметры питания грунтовых вод, которые позволяют количественно оценить уязвимость подземных вод к загрязнению. Для оценки их предельно допустимого загрязнения использован модуль предельно допустимого загрязнения ($M_{ПДВ}$). 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 природопользования в случае намечаемых мероприятий и их предпроектной экспертизы. На участках, где техногенная нагрузка максимальная, может произойти полное истощение естественной устойчивости.

ГЛАВА 4. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И ОХРАНЫ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ ТАДЖИКИСТАНА

4.1. Ресурсы гидросферы Таджикистана и их специфика

Водный баланс территории республики складывается из количества осадков, выпадающих на ее территории, величины испарения, многолетних снеголедниковых накоплений, поверхностного и подземного стока, а также запасов воды, сформировавшихся в естественных и искусственных водоемах. Существенной статьей водного баланса стали, растущие с каждым годом затраты воды в различных отраслях народного хозяйства, особенно на мелиоративные цели. Без учета всех этих составных частей водного баланса невозможно дать объективную оценку водным ресурсам республики и объективно оценить возможные перспективы их использования с учетом естественных и техногенных процессов и перспектив социально-экономического развития территории. До настоящего времени все упомянутые элементы водного баланса изучались специалистами разного профиля и зачастую без взаимосвязи. Гидрологи изучали поверхностный сток, воды рек, озер водоемов; гляциологи исследовали поведение ледников, метеорологи – атмосферные осадки, а гидрогеологи проводили изыскания подземных вод на отдельных участках.

Бассейновый принцип изучения гидросферы республики. Именно бассейновый принцип дает возможность рассмотреть все элементы водного баланса в тесной взаимосвязи. Каждый бассейн стока отличается своеобразием проявления вертикальной поясности в формировании поверхностного и подземного стока. И это особенно характерно для гористой территории Таджикистана. Поэтому в основе наших гидролого-гидрогеологических исследований - карта макро- и мезобассейнов стока республики (рис. 4.1).

На территории республики выделено два макробассейна стока: Амударьинский и Сырдарьинский. Оба бассейна являются трансграничными. Значительная часть Амударьинского бассейна приходится на территории соседних стран: Афганистана, Пакистана, Узбекистана и Казахстана. А Сырдарьинский бассейн принадлежит также Кыргызстану, Узбекистану и Казахстану.

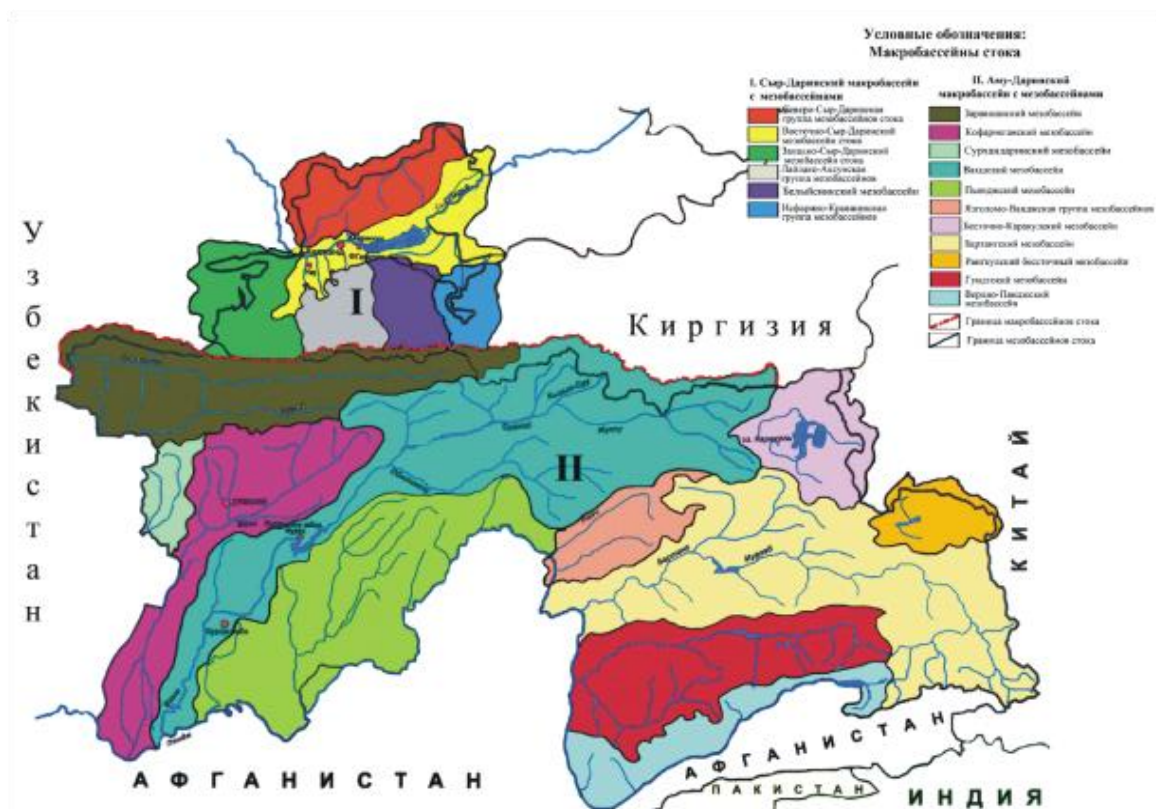


Рис. 4.1. Бассейны рек Таджикистана

В пределах Сырдарьинского макробассейна стока нами выделены и рассмотрены мезобассейны (Восточно-Сырдарьинский, Западно-Сырдарьинский и Белыйсникский) и группы мезобассейнов стока (Северо-Сырдарьинская, Лайлако-Аксунская и Исфахино-Кравшинская). Амударьинский макробассейн стока занимает большую часть территории республики и представлен следующими мезобассейнами стока: Зеравшанским, Кафирниганским, Сурхандарьинским, Вахшским, Пянджским, Бессточно-Каракулским, Бартагским, Ранкулским бессточным, Гундтским и Верхне-Пянджским, а так же Язгулемо-Ванджской группой мезобассейнов стока. Каждый бассейн имеет свои области питания, формирования вод и их разгрузки.

О поверхностном стоке речных бассейнов. Специфика поверхностного стока с территории республики определяется своеобразием рельефа и климата. Горный характер основной части территории республики обусловил четкое проявление высотной поясности в распределении осадков. 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. Доля разных составляющих водного стока с территории республики заметно изменяется. В горных районах, где функционируют ледники, ледниковое и снеговое питание резко превалирует над грунтовыми и дождевыми источниками. Это особенно характерно для макробассейна Амударьи, что нашло отражение в классификации рек В.Л. Шульца (1944) для Средней Азии [101, 280]. Ледниково-снеговое питание водного стока характерно для мезобассейнов стока Гундтского, Бартангского, Вахшского, Зеравшанского, а также Язгулемо-Ванджской группы мезобассейнов стока. Области питания этих бассейнов приурочены к высокогорным районам Памира с развитием сплошного ледникового покрова. В этих мезобассейнах горы поднимаются до высоты 4,0÷4,5 км, поэтому в питании речного стока ведущую роль играет снеговое и ледниковое питание. В предгорных районах, где абсолютные отметки рельефа не превышают 1,5-2,8 км основное значение приобретает снеговое питание водного стока. А в районах, где высота гор не превышает 2,0 км и на равнинах формирование водного стока осуществляется за счет снегового и дождевого питания.

В связи со сложным геоморфологическим строением территории республики режим водного стока в разных районах существенно варьирует. В целом, в режиме речного стока выделяются два периода: весенне-летнего половодья и осенне-зимней межени. Продолжительность этих периодов и даты проявления максимальных и минимальных расходов речного стока зависят от типа питания, геоморфологического строения водосборной площади и емкости подземных резервуаров. В период межени, когда питание рек осуществляется преимущественно за счет подземной составляющей, расходы воды в реках почти не изменяются даже при наличии осадков.

Значительные изменения в расходах воды и в подъеме уровня рек связаны с тальными водами и паводками. Продолжительность периода межени составляет от 130-140 до 270-280 суток и зависит от высоты водосбора. Если эта высота превышает 2,0 км, то при снеголедниковом питании межень тяготеет к холодному периоду, при наступлении которого снега и льды прекращают таять, и речной сток питается только за счет подземных вод. В предгорьях, при водосборах меньше 2,0 км питание речных вод осуществляется за счет дождей и талых вод. Межень, в этом случае, приурочена к периоду с июля по февраль, а окончание межени обычно приходится на январь-март. Для мезобассейнов, в пределах которых водосборы имеют абсолютные отметки рельефа более 2,0 км, меженный период заканчивается в феврале-мае. От высотных отметок водосборных площадей зависит и самый низкий уровень воды в реках в меженный период. Там, где высота водосборной площади превышает 2,0 км, период минимальной межени длится от 10 до 100 дней и приходится на февраль-март. В мезобассейнах стока с более низкими абсолютными отметками водосборов эти периоды продолжаются от 7 до 70 дней и приходятся 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. При этом слой осадков возрастает с увеличением абсолютных отметок рельефа. Нами подсчитаны площади с различным количеством осадков по мезобассейнам стока (табл. 4.1) и модули стока в пределах соответствующих мезобассейнов (табл. 4.2).

Максимальные площади с общим количеством осадков наблюдается у Вахшского и Бартангского мезобассейнов стока (18,8% и 16,1% соответственно). На порядок меньше площади Зеравшанского (8,7 %) и Гундского (8,2%) мезобассейнов стока.

В пределах макробассейна Сырдарьинского рассмотрен ряд мезобассейнов стока, расположенных частично в Кыргызстане. Поэтому общая площадь исследуемой территории получилась несколько большей (161,2 тыс км²), чем площадь Таджикистана (142 тыс. км²).

Таблица 4.1.

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	-	-	-	741
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

Таблица 4.2.

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
	1185	-	1083	411,3	23,38	5,5	2708,18

5. Бельсникский							
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. Пянжский	11036,2	770,9	1048	2398	1866,7	1426	18545,8
12. Язгулемо-Ванджская группа	-	-	-	1812	1813	780,4	4405,4
13. Бессточный Каракульский	-	1332	4262	453,5	-	-	6047,5
14. Бартангский	-	12856,2	5081	7150	1135	11,33	26233,53
15. Рангулский 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

Нами построены соответствующие карты исследуемой территории, а именно карта годового количества осадков (рис. 4.2) и поверхностного стока (рис. 4.3). Анализ этих карт свидетельствует о том, что величина стока совершенно очевидно зависит от количества осадков.

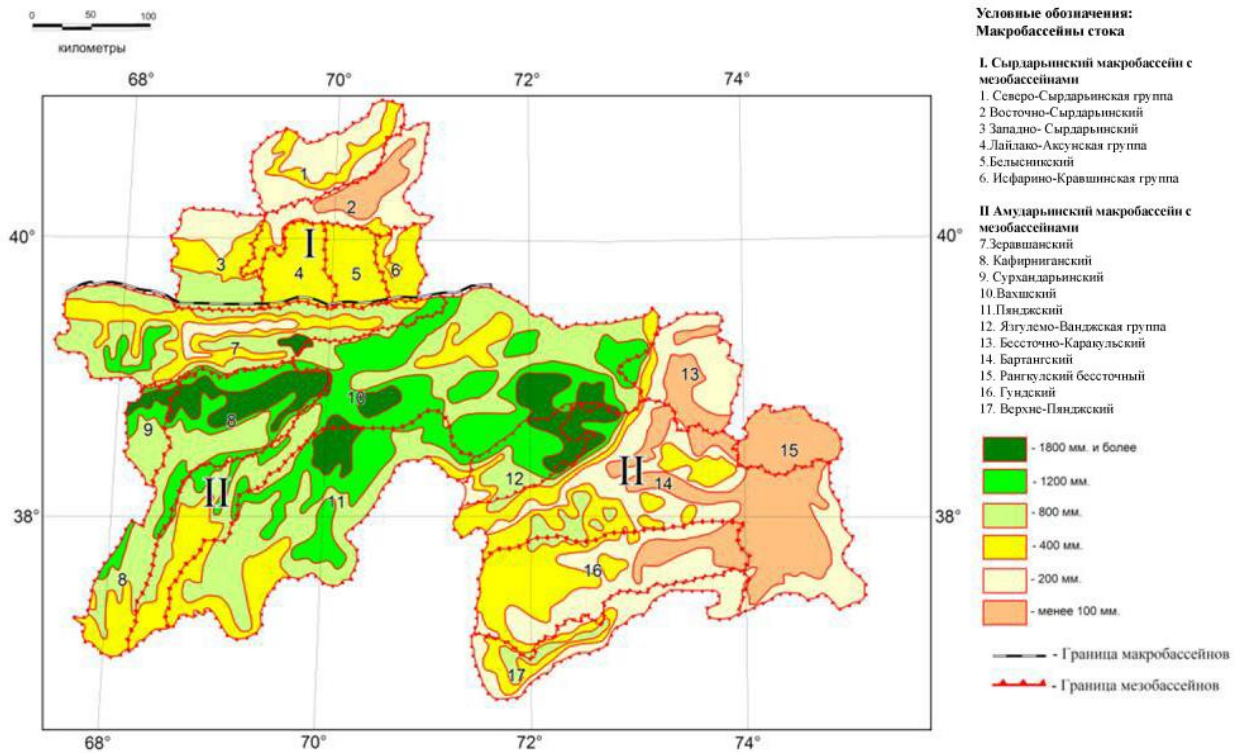


Рис. 4.2. Распределение атмосферных осадков на исследуемой территории по бассейнам стока

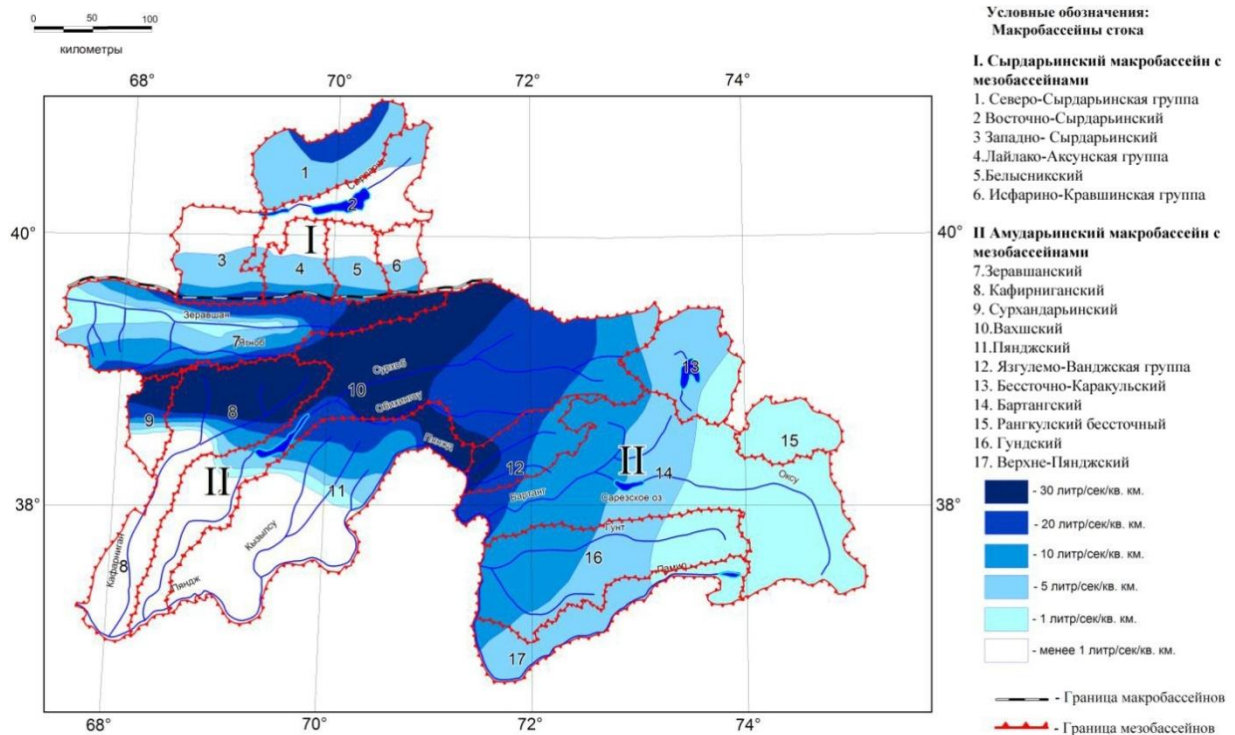


Рис. 4.3. Поверхностный сток с исследуемой территории

При более детальном рассмотрении раскрывается роль испарения и транспирации, а также типа питания речного стока, а именно роль ледников и подземных вод. Решающую роль при этом играет геоморфологический фактор, а именно преобладание гор на исследуемой территории.

Горы в Таджикистане занимают более половины территории Республики и играют роль хранилища основных водных ресурсов в твердом фазовом состоянии льда и снега. Здесь расположен самый высокий пик Центральной Азии – пик Исмаила Сомони на Памире, составляющий до 7495 м над уровнем моря. Систематически тающие льды и снега питают реки, озера и подземные воды, являясь регулятором в перераспределении водных ресурсов между другими составными частями гидросферы. Огромное значение в этом перераспределении влаги имеют горные озера, которых в регионе Центральной Азии насчитывается 5 600 с общей площадью 12197 км² [295, 434]. Они обычно окружают зону вечных льдов и снегов и являются пресноводными. Горные озера характеризуются высокой прорывоопасностью. Их систематические исследования начались в 60-х гг. XX в., но в постсоветский период почти прекратились из-за оттока квалифицированных кадров и недостаточного финансирования. Изучение горных озер и горной криолитозоны региона имеет большое практическое значение не только для учета водных ресурсов, привлекаемых в народное хозяйство, но и для исследования прорывоопасности горных озер в условиях нарастающих процессов изменения климата, деградации ледниково-снежного покрова и активизирующихся геодинамических процессов.

Группа озер Восточного Памира впервые были исследованы и нанесены на карту в 1877-1878 гг. экспедицией под руководством Н.А. Северцова. Образованное в результате крупнейшего обвала в долине р. Мургаб на Памире озеро Сарез с 1911 г. привлекает внимание таких исследователей как Г.И. Шпилько, И.П. Преображенский, О.К. Ланге и др. Они выполнили топографические съемки Усойского завала, изучив геологически берега озера и завал, а также вопросы формирования озера. С начала XXв. организуются первые стационарные исследования гидрометеорологического режима озер экспедиционным путем с простейшими сезонными наблюдениями в прибрежной и открытой зонах. Н.Л. Корженевский в работе «Туркестан. Физико-географические очерки» кратко описал отдельные озера региона и дал перечень ряда малых озер. Л.А. Молчанов опубликовал работу «Озера Средней Азии», ставшей справочным пособием по озерам региона. В этот каталог было включено 987 озер с общей площадью 94400 км² и дано краткое описание их режима и происхождения. Водный кадастр Ташкентского филиала ГГИ (1936) включал уже 2400 озер. К концу 20-х гг. XX в. открыты первые посты на озерах поймы р. Сырдарья, а также станции на озерах Искандеркуль, Сарезском и Яшилькуль с небольшим комплексом озерных наблюдений. Наблюдения ведутся за метеорологическим режимом прибрежной зоны озер, уровнем и ледово-

термическим режимами, а также химическим составом вод. С середины 60-х гг. XX в. изучаются горные озера на предмет оценки вероятности прорыва плотин завальных и моренных озер, а также оценки водных ресурсов озер, их гидрометеорологического режима в плане сравнения со строящимися горными водохранилищами. Интерес к горным озерам усилился в связи с прорывами озер Иссык (1963) и Яшинкуль (1966), Эти исследования дали информацию более чем по 300 озерам, о их морфометрии и морфологии озерных чаш и гидрологическом режиме. Был определен также перечень опасных горных озер, нуждающихся в мероприятиях по ликвидации возможных прорывов.

При рекогносцировочном обследовании 35 озер Юго-Западного и Центрального Таджикистана в 1962 г. изучался химический состав их вод и физико-химические свойства донных осадков. Эти исследования продолжены в 1963 г. на 13 бессточных озерах Восточного Памира с изучением геологического строения их котловин. На соленом озере Сасыккуль установлено, что воды и подземные рассолы имеют промышленное содержание бора, соды и редких элементов.

Катастрофические прорывы на горных озерах побудили Комплексную геологическую экспедицию и институт ВСЕГИНГЕО в 1967 г. продолжить изучение селеопасности озер, в частности, установлена реальная опасность прорыва Усойского завала на Сарезском озере, и сделан вывод о необходимости более детальных исследований. В 1968г. рекогносцировочные инженерно-геологические обследования озер продолжались для определения реальности их прорыва с аэровизуальными наблюдениями по 94 озерам Памира [174, 446, 488]. В монографии А.М. Никитина «Озера Средней Азии» обобщены данные по озерам Средней Азии [292] с фиксацией в Таджикистане 1449 озер площадью 716 км², что составляет 0,5% от территории Республики. 80% озер приурочены к горным районам с высотами 3000-5000 м над уровнем моря. В конце XX в. детально исследовалось только Сарезское озеро гидрометеостанцией Ирхт на ее берегу, составлены карты температуры и химического состава воды и глубин озера. Аэровизуально обследован ряд приледниковых озер, угрожавших прорывом. В 2005 г. при рекогносцировочном обследовании высокогорных озер вдоль Памирского тракта установлено обмеление и уменьшение площади озер, включая оз. Сасыккуль, но исключая оз. Каракуль. Но, в целом, изученность озер Таджикистана остается неудовлетворительной.

Генеральная Ассамблея организации объединенных наций приняла резолюцию, объявив 2005-2015 гг. Международным десятилетием «Воды для жизни», что активизировало исследования в нашем регионе. Ландшафтно-

гидрологическое разнообразие на территории Таджикистана контролируется вертикальной поясностью с выделением полупустынь, степей, горных лесов, альпийских лугов, горных и высокогорных ледниково-снежных пустынь и полупустынь.

Именно в горной и высокогорной частях Таджикистана формируются его водные и гидроэнергетические ресурсы. Здесь среднегодовое количество осадков достигает 500-700 мм, поскольку горы играют роль климатораздела и области аккумуляции осадков с образованием вечных снегов и ледников – главных источников возобновления ресурсов пресных вод. Одновременно, в горах республики систематически проявляются снежные лавины, сели, землетрясения, оползни, обвалы и др. стихийные бедствия. Они осложняют значительно решение социально-экономических проблем в горных районах и на урбанизированных территориях предгорий и равнин. Горы служат не только хранилищем водных масс, но и средоточием флоры, фауны и гарантом биологического разнообразия.

Для равнинных районов Таджикистана характерен аридный климат с высокими летними температурами воздуха со средней температурой в июле от +28 °С на севере до +32 °С на юге [488, 446]. Минимальные температуры достигают – 40 °С на севере и -26 °С на юге. Количество атмосферных осадков здесь не превышает 100-200 мм. Высокая сухость воздуха обусловила засухи и высокую транспирацию. Поэтому на равнинах и в межгорных долинах наблюдается значительный дефицит пресной воды. Крупнейшими реками региона являются Амударья и Сырдарья, стекающие с гор Памиро-Алая и Тянь-Шаня и впадающие в Аральское море. Реки эти зарегулированы и почти не достигают Арала. Для водоснабжения городов, населенных пунктов и орошения земель широко используются подземные воды, формирующиеся в речных долинах и в предгорных районах. На территории Республики насчитывается более 3-х тыс. озер, крупнейшим из которых является оз. Каракуль. Озера приурочены нередко к бессточным котловинам и являются крупными испарителями воды.

Республика обладает богатейшими минерально-сырьевыми, водными и земельными ресурсами, на базе которых развивается экономика индустриально-аграрного направления. В недрах Таджикистана выявлены и эксплуатируются залежи нефти и газа, черных и цветных металлов, угля, хрома, свинца, урана и гидроминеральных ресурсов. Горные районы имеют высокую рекреационную ценность и условия для развития туризма в связи с богатым ландшафтным разнообразием и широкой представительностью фауны и флоры. Для республики это также источник топлива, деловой древесины и лесных продуктов.

Однако, в настоящее время не определен даже достоверный перечень прорывоопасных горных озер. Не проводятся их комплексные исследования, отсутствует сеть стационарных, систематических озероведческих станций, а так же сведения о геодинамических процессах, переформировании береговой зоны и устойчивости плотин. В советское время детально изучалось только Сарезское озеро для проектов по снижению риска от возможного прорыва, но проекты не реализованы, поскольку недостаточно изучена структура Усойского завала и не ясно возможен ли катастрофический прорыв озера или нет. Нет даже общепринятой классификации условий образования и потенциальной опасности горных озер.

Нам представляется, что жизнь озер связана с оледенением высокогорья, а потепление климата вызывает сокращение оледенения и порождает прорывоопасные озера.

С распадом СССР работа по изучению состояния окружающей среды, включая озера, практически прекратилась. В настоящее время возрождается механизм сотрудничества стран СНГ, прежде всего, в рамках Межгосударственного совета по чрезвычайным ситуациям при стихийных бедствиях и техногенных катастрофах. Разрабатывается: 1) единая система оценки рисков и реагирования на прорывы горных озер в регионе, 2) интегрированный подход к планированию совместных действий, 3) система мониторинга за прорывоопасными озерами, 4) информационные сети среди населения и лиц, принимающих решения при угрозе прорывов горных озер, 5) системы страхования рисков при чрезвычайных ситуациях, 6) цифровая база данных для снижения рисков. Кроме того, начата инвентаризация геологических объектов и явлений, представляющих угрозы для окружающей среды и населения, создаются базы данных и ГИС-программы по рациональному использованию ресурсов горных озер, изучению взаимосвязей оледенения с горными прорывоопасными озерами, по подготовке кадров и обмену опытом, по разработке единых методологических подходов к проблеме изучения прорывоопасных горных озер.

Уровень воды в реках при этом определяется питанием за счет подземных вод, запасы которых, зависят от гидролого-гидрогеологических особенностей бассейна. По В.Л. Шульцу (1965), подземные воды Средней Азии питаются за счет талых вод и их запасы зависят от литологического состава и водных свойств пород, а условия разгрузки – от эрозионного вреза речных долин. Только в таджикской части бассейна Амударьи существует три области меженного стока: 1) низкого – в бассейнах рек Пяндж, Вахш, притоков Зеравшана; 2) повышенного – в бассейнах Сурхандарьи,

Кафирнигана, притоков р. Вахш на Алайском хребте; 3) высокого меженного стока – на реках южных, наиболее высоких склонах Гиссарского хребта с максимумом осадков.

В регионе выделено 6 гидрологических районов: четыре – в бассейне Амударьи (I-IV) и два – в бассейне Сырдарьи (V-VI) (рис. 4.4).

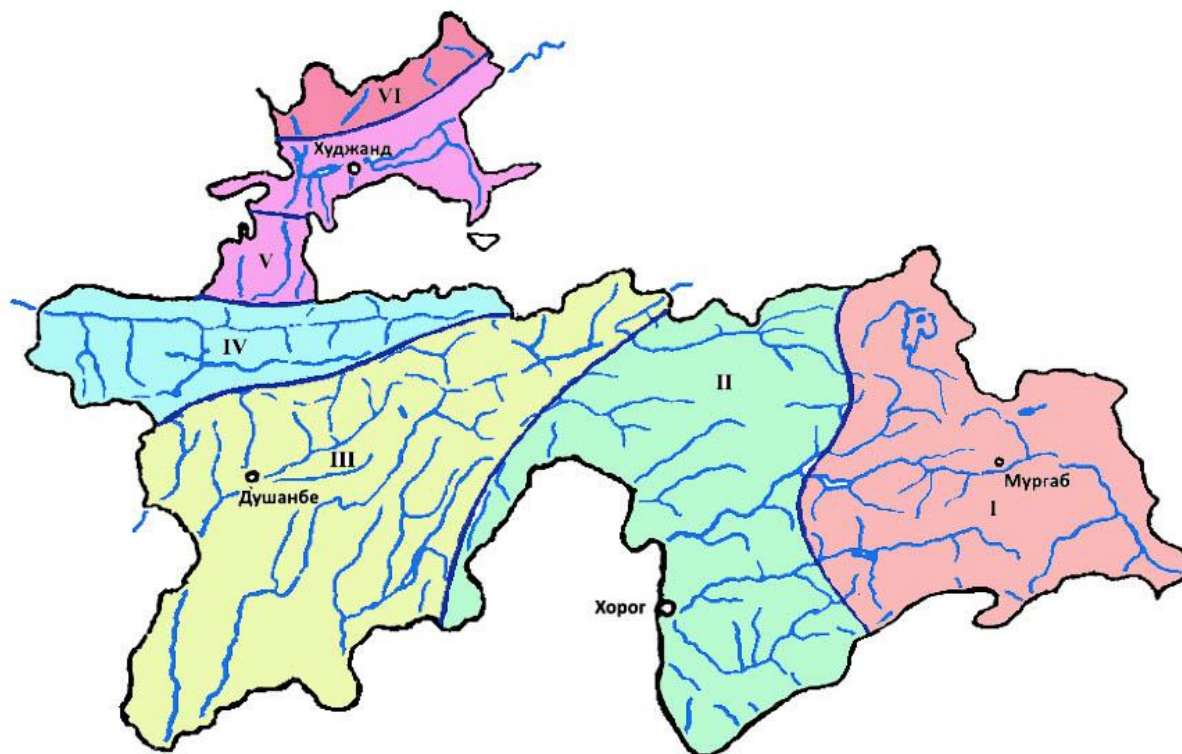


Рис.4.4. Гидрологическое районирование территории Таджикистана: I – Восточный Памир; II – Западный Памир; III – южный склон Гиссарского хребта, Каратегии и Давраз; IV – долина р. Зеравшан; V – Южно-ферганский район; VI – Северо-Ферганский район.

Уровень воды на реках региона то поднимается, то спадает в теплый период, включая половодье, и устанавливается относительно низким и устойчивым в холодный меженный период. Высота водосбора контролирует время прохождения половодья и межени, как источники водного стока. Диапазон высот бассейнов рек варьирует от 1 до 7 км и также значительно изменяется время прохождения половодья и межени на реках с различным типом питания (табл. 4.3).

Таблица 4.3.

Время прохождения половодья на реках различного типа питания бассейна Амударьи

Питание	Средне-взвешенная высота бассейна, км	Среднее время прохождения половодья			Общая продолжительность половодья, сутки
		начало	гребень половодья	конец	

1. Ледниково- снеговое	3,0 – 4,7	20 III – 19 V	20 VI – 1 VIII	1 X – 2 XI	150-210
2. Снего- ледниковое	2,0 – 3,2	29 II – 26 III	5 V – 20 VI	18 VIII – 22 X	160-230
3. Снеговое	1,5 – 2,0	17 II – 18 III	22 IV – 21 V	12 VII – 30 VIII	120-190
4. Снего- дождевое	1,0 – 2,2	21 I – 24 II	25 III – 4 V	2 VI – 30 VIII	110-160

Ледовые явления на реках проявляются слабо, но влияют на положение уровня воды в межень, так как ледяные торосы обуславливают на реках кратковременные пики, иногда превышающие самые высокие уровни в половодье. Это чаще встречается на малых реках с высокими водосборами и нередко сопровождается снежными лавинами, разгружающимися в руслах рек. Так, например, лавины заполняют русло р. Варзоб ежегодно. После их обрушения уровень воды резко падает и в течение длительного времени сток вообще отсутствует. Вода при этом просачивается сквозь лавину или обходит ее (Гордон, 1960). Лавинная запруда накапливает значительные объемы воды на крупных реках, которые затем прорываются. Так, в долине р. Язгулем в урочище Бугуз (в 46 км от устья) лавиной за 5 сут. (24-29 января 1969 г.) был сформирован водоем объемом до 4 млн. м³. 24.01.1969 г. Лавиной запрудило русло р. Бартанг в 70 км от ее устья. За четыре часа выше запруды образовался водоем длиной 1,5 км с объемом 1 млн. м³. При прорывах запруд реки пропустили валы снежной каши с подъемом уровня на р. Бартанг до 5÷6 м в нижнем бьефе запруды и до 2,5÷3 м в 40 км ниже запруды. На Язгулеме в 7 км от устья (39 км ниже урочища Бугуз) высота подъема снежной каши достигала 5÷6 м. (447) Наблюдения на малых реках Памира за изменениями уровней воды под влиянием снежных лавин и ледовых явлений проводились зимой 1968-69 гг. Этот период характеризовался активным проявлением лавин.

Для русел рек Таджикистана свойственны деформации, оказывающие влияние на уровень режим рек. При намывах материала в русле уровень воды повышается, а при размывах русла – понижается.

Как одну из особенностей необходимо отметить суточный ход уровня, особенно на реках, питание которых происходит, в основном, за счет талых вод. Суточный ход отмечается в теплую часть года при ясной солнечной

погоде и определяется временем добегания талых вод, которое неодинаково для различных участков рек, удаленных от источников питания на разное расстояние. Амплитуда суточного изменения уровня на реках с высотой водосборов 2,0-3,0 км колеблется в пределах 10-20 см, а с большими высотами достигает 50 см.

Речные воды в регионе используются для орошения и ниже по течению от водозаборов, уровни воды в вегетационный период значительно понижаются, а в осенне-зимний период, наоборот, повышаются за счет возвратных вод. Изменение уровней воды ниже плотин Кайраккумской на Сырдарье и Нурекской ГЭС на Вахше обусловлено производством электроэнергии. На большинстве рек республики амплитуда годовых колебаний уровня воды, например, в бассейне р. Амударьи изменяется в пределах 60÷200 см. Значительно большая амплитуда установлена в створе Туткаула на р. Вахш (средняя многолетняя 515 см, в пределах 371÷753 см). Рекордная амплитуда колебаний (больше 7 м) установлена на р. Обихингоу у Лабиджараина р. Пяндж у Калай-Хумба (до 735 см).

4.2. Анализ формирования поверхностного стока

Независимо от типа питания средний многолетний сток рек Таджикистана зависит от осадков и испарения. С увеличением количества осадков и понижением температуры воздуха с ростом высоты местности резко возрастает сток до известных пределов. Количество осадков и величина стока зависят, помимо высоты местности, от ориентации хребтов по отношению к влагонесущим воздушным массам, доступности их этим массам и особенностей синоптических процессов [447].

С учетом однородности этих условий для отдельных групп рек построены зависимости модуля стока воды от средней взвешенной высоты водосбора, на основании которых произведено районирование территории (рис.4.5).

В бассейне Амударьи выделены следующие четыре района.

Район I охватывает северную часть Западного Памира и включает реки Ванч, Обихингоу и их притоки. Модули стока изменяются от 0 до 30—40 л/с с 1 км².

Район II включает реки Кызылсу, Яксу, Обихумбоу и другие, расположенные на периферийных хребтах Памиро-Алая, и, имеющие, в общем, южную ориентацию водосборов. При большом диапазоне высот бассейнов (от ,1 до 3,6 км) реки характеризуются большим изменением модулей стока — от 1 до 35-40 л/с с 1 км². Наибольшая удельная водоносность рек отмечается в нижних частях бассейнов (примерно до высоты 2,0 км).

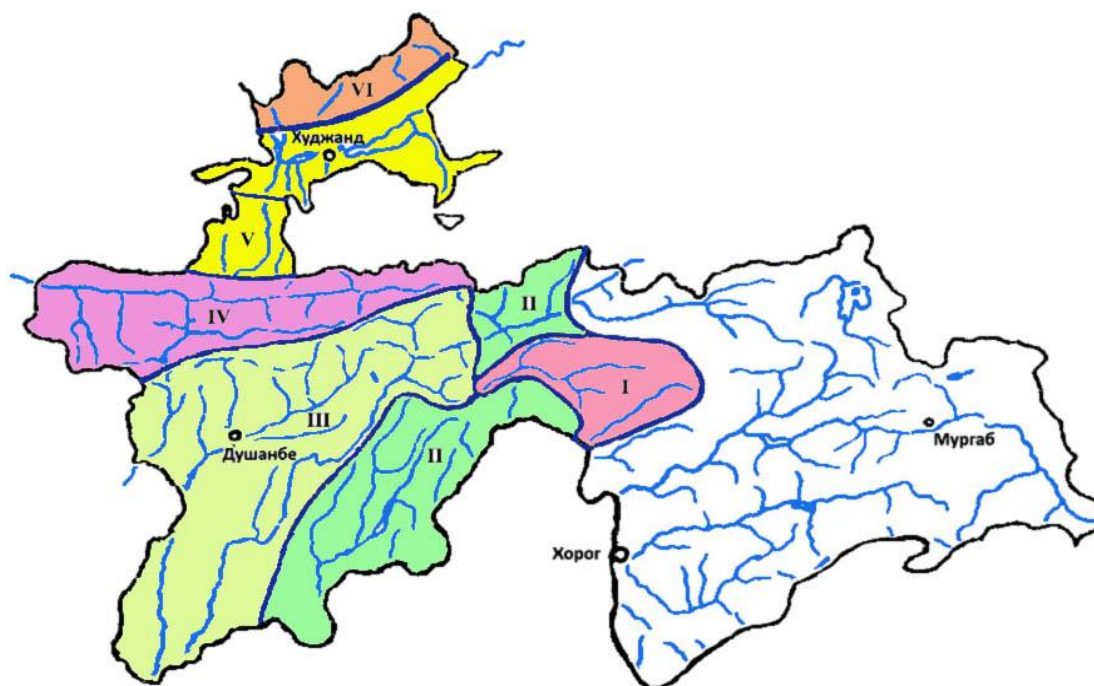


Рис. 4.5. Районирование территории Таджикистана по зависимости модулей стока (M) от средней взвешенной высоты бассейнов (H_{cp})

Район III наиболее обширный, включает в себя реки, водосборы которых расположены на южных склонах Гиссарского, Зеравшанского и частично Алайского хребтов. Реки этого района отличаются наиболее высокой удельной водоносностью не только в Таджикистане, но и во всей Средней Азии. При средних высотах бассейнов 3,8 км модуль стока здесь для небольших бассейнов до 50 л/с с 1 км² (слой стока около 1600 мм).

Район IV включает бассейн р.Зеравшан, характеризуется низкой удельной водоносностью до высоты 3,0 км и высокой для больших высот.

Для территории Памира зависимость модуля стока от высоты водосбора не получена из-за недостатка пунктов наблюдений, которые в основном приурочены к главным рекам и не отражают всего разнообразия условий. Модули стока главных рек Западного Памира для створов в устьевых участках составляют величину порядка 7—20 л/с с 1 км². С продвижением на восток условия увлажнения территории резко ухудшаются, вместе с этим резко уменьшаются модули стока — 1,0 л/с с 1 км². Особенно низкой удельной водоносностью отличаются реки бессточной Каракульской котловины.

В целом в бассейне Амударьи выделяются, с одной стороны, наиболее увлажненные во всей Средней Азии районы (притоки Сурхандарьи, Кафирнигана, Вахша, некоторые притоки Пянджа), где модули стока достигают 40 л/с с 1 км² и более, с другой стороны, самые сухие районы (Восточный Памир) с модулями стока до 1 л/с с 1 км².

В бассейне Сырдарьи выделены два района.

Район V включает реки Оксу, Иофана и другие, стекающие с северного склона Туркестанского хребта. В верхних частях водосборов реки имеют сравнительно высокую удельную водоносность - до 20 – 25 л/с с 1 км², которая с понижением высоты резко уменьшается. Повышенной водоносностью отличается р. Исфара, водосбор которой является одним из наиболее высоко расположенных. В целом, реки этого района испытывают сильное влияние сухого климата прилегающих обширных пустынь Средней Азии и характеризуются небольшой удельной водоносностью.

Район VI охватывает бассейны рек, расположенных на южном склоне Кураминского хребта. Водосборы имеют сравнительно небольшие высоты и удельная водоносность рек невелика — до 10—15 л/с с 1 км². При выходе рек в предгорные равнины водоносность их из-за сильного испарения, инфильтрации и главным образом разбора воды на орошение быстро падает.

Согласно В. Л. Шульцу (1965), основным фактором, определяющим колебание годового стока рек Средней Азии и Таджикистана в частности, являются запасы воды в снежном покрове к началу интенсивного снеготаяния, подверженные большим изменениям из года в год. Изменчивость водности снежного покрова уменьшается с увеличением высоты местности. Колебания потерь на испарение, за исключением нижних зон гор, меньше, а в высокогорных районах весьма малы по сравнению с колебаниями атмосферных осадков или водности снежного покрова к началу интенсивного снеготаяния. Сток, образующийся от таяния ледников, многолетних снежников и вечных снегов, подвержен значительно меньшим колебаниям, чем объемы сезонно-снеговых вод. Подземное питание, ввиду больших скоростей подземного стока в горных районах, колеблется в значительной мере параллельно колебаниям запасов воды в снежном покрове. Кроме того, изменчивость подземного питания значительно ниже изменчивости снегового питания. Роль прочих физико-географических факторов, по-видимому, сравнительно невелика, за исключением локальных районов. Влияние площади водосбора и его высоты является косвенным, через посредство других факторов.

Наиболее устойчивым годовым стоком отличаются реки снеголедникового питания. Изменчивость снегозапасов к началу снеготаяния у них уменьшается, а роль изменений запасов вечного снега и льда в водном балансе водосбора и коэффициенты стока наибольшие. Коэффициенты вариации годового стока большинства рек этого типа колеблются в пределах 0,10—0,15.

Реки снегово-ледникового питания имеют значительные коэффициенты вариации — до 0,25 и выше. Еще большие значения у рек снегового питания. Изменчивость стока мелких низкогорных водотоков особенно велика.

В целом сравнительно крупные реки Таджикистана отличаются значительно большей устойчивостью годового стока, чем реки равнинных территорий, например реки европейской части.

При рассмотрении хронологической последовательности лет различной водности отмечена тенденция повторения маловодных и многоводных лет группами, чаще по 2—3 подряд. В виде исключения маловодные годы могут встречаться 11 лет подряд (р. Зеравшан).

Полная синхронность в колебаниях водоносности рек в одни и те же годы не наблюдается. Наиболее неравномерное распределение водности отмечается в годы, близкие по стоку к средним. Отсутствие полной синхронности в колебаниях стока даже в экстремальные годы указывает на чрезвычайную сложность распределения осадков в горах.

Внутригодовое распределение стока рек связано с вертикальной поясностью и косвенно выражается через средневзвешенную высоту водосбора.

В горной и высокогорной областях хозяйственная деятельность человека на внутригодовое распределение стока воды существенного влияния не оказывает. В предгорной и равнинной зоне, где широко развито земледелие, забор воды в каналы и приток возвратных вод могут в корне изменить внутригодовое распределение.

По генетическим признакам в годовом ходе стока рек Таджикистана выделяется три основных фазово-однородных периода.

1. Период снегового половодья, формируемого преимущественно тальми водами сезонных снегов нижних и средних ярусов гор. Начало половодья зависит от наступления устойчивой положительной температуры воздуха. Объем Половодья в основном определяется осадками предшествующей зимы.

2. Период снего-ледникового половодья, формируемого преимущественно тальми водами высокогорных снегов, снежников и ледников. Этот период совпадает с наиболее теплым периодом года и для него связь между стоком и температурой воздуха выражена наиболее четко.

3. Период межени, когда речной сток формируется в основном за счет подземных вод. Этот период характеризуется устойчивыми небольшими расходами, в основном плавно снижающимися к началу половодья.

Из-за большого разнообразия высотного положения бассейнов рек календарные границы между этими периодами не могут быть однородными.

Для значительного числа рек с низкими водосборами период снего-ледникового половодья отсутствует совсем. Для части рек, водосборы которых охватывают высотные зоны гор от низких отметок и до границ ледников и выше, снеговое половодье постепенно переходит в снего-ледниковое. Для части рек, в первую очередь восточнопамирских, снеговое половодье из-за незначительных снегозапасов выражено слабо.

В целом на реках республики снего-ледниковое половодье начинается в мае и заканчивается в сентябре—октябре, снеговое — с марта до июня — июля и, наконец, на реках, имеющих незначительное оледенение, — с апреля по июль.

Расчет внутригодового распределения стока по рекам Таджикистана произведен по водохозяйственным годам, когда за начало года принято начало половодного периода [373]. В результате анализа данных по стоку рек выделены общие границы гидрологических сезонов (табл. 4.4).

Таблица 4.4.

Границы гидрологических сезонов

Группы рек	Реки	Водохозяйственный год	Период половодья	Лимитирующий период	Лимитирующий сезон
I	Памира, верховье рек Вахш, Зеравшан	V – IV	V – IX (лето)	X – IV (осень, зима, весна)	III – IV (весна)
II	Южного склона Гиссарского хребта, северного склона Туркестанского хребта	IV – III	IV – VII (весна)	VIII – III (лето, осень-зима)	VIII – IX (лето)
III	Нижней части бассейнов рек Вахш, Кафирниган, Сур-хандарья, Зеравшан, южного склона Курраминского хребта	III – II	III – VI (весна)	VII – II (лето, осень-зима)	VII – IX (лето)

Назначение лимитирующего сезона произведено отдельно для

рек различных типов питания.

Для рек Таджикистана характерна небольшая изменчивость сезонного и годового стока. В горных районах из-за зарегулированности стока ледниками и вечными снегами коэффициенты вариации годового стока невелики. Наименьшим колебаниям подвержен сток межени для рек I и II групп. Для рек III группы, где преобладает снего-дождевое питание, изменчивость стока во все сезоны увеличивается.

Расчет распределения стока рек Таджикистана по сезонам и внутри сезонов произведен по методу В. Г. Андреянова, основанному на расчете равнообеспеченных величин годового стока, стока лимитирующего периода и стока лимитирующего сезона (Андреянов, 1957). Распределение стока для года с водоносностью заданной обеспеченности устанавливается отдельно: сначала по сезонам, а затем внутри их по месяцам. При этом сток за период половодья (не лимитирующий) получается как разность между стоком за год и лимитирующим периодом одной и той же обеспеченности.

Как уже отмечалось, годовой гидрологический цикл на реках Таджикистана отчетливо делится на два периода: весенне-летнее половодье и межень. За время половодья по большинству рек проходит 70—90% годового стока, формирование которого в этот период зависит от высотного положения водосборов рек. Периодически на реках наблюдаются выдающиеся или особо высокие половодья, формирующиеся в основном в связи с выпадением большого количества осадков. Характерным в этом отношении, например, является 1969 г., когда снегозапасы на конец марта в большинстве бассейнов превышали нормальные в 2—3 раза. Интенсивное повышение температуры воздуха весной вызвало бурное снеготаяние, что и обусловило формирование выдающихся наибольших расходов воды.

За начало половодья обычно принимается дата, после которой следует четкое общее увеличение стока рек. С увеличением средней взвешенной высоты водосбора средняя дата начала половодья отодвигается на более позднее время и приходится для водосбора с высотой 2,0 км на начало марта, 3,0 — на начало апреля и 4,0 км — на начало мая.

Время наступления пика половодья совпадает с временем прохождения максимального расхода и находится в определенной связи со временем наибольшего поступления талых и дождевых вод. До высоты 4 км время прохождения максимума также сдвигается на более позднее время, на больших высотах из-за раннего наступления осенних заморозков

максимальные расходы приходятся на более ранние сроки. Аналогичные сдвиги происходят с датами окончания половодья.

Продолжительность половодья определяется, как разность между временем его начала и окончания (табл. 4.5). Помимо высоты водосбора она зависит также от амплитуды высот в нем. В целом продолжительность половодья увеличивается от 100 дней для водосборов с высотой 1 км до 180—200 — с высотой 3 км; для более высоких водосборов она уменьшается и составляет на высоте 4,5 км 160 дней [397] .

Слой стока рек Таджикистана за половодье составляет 70—90% годового стока.

Слой стока определяется степенью увлажнения водосборов. В большинстве бассейнов с высотой местности отмечается увеличение осадков, однако характер увеличения и абсолютные величины их сильно меняются по территории, что обусловлено главным образом влиянием орографии на условия движения влагонесущих воздушных масс. В силу этого, например, при близких высотах водосборов наиболее водоносными являются реки, стекающие с южных склонов Гиссарского и Зеравшанского хребтов; слой стока за половодье, несмотря на большие высоты, наблюдается у рек со средневзвешенной высотой водосборов — больше 4,0 км. Например, у рек Восточного Памира слой стока 100—150 мм.

Если половодье свойственно рекам среднегорного и высокогорного поясов, то паводки характерны для рек низкогорий, где они наблюдаются часто. По мере увеличения высот число паводков и модули их максимального стока закономерно уменьшаются. Высокие паводки формируются в феврале – мае.

Таблица 4.5.

Расчетное распределение стока по месяцам и сезонам (в % от годового стока)

Водность года	Месячный сток												Сезонный сток		
	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	лето (V-IX)	лимитирующий период осень, зима (X-II)	весна (III-IV)
Группа I – реки с весенним лимитирующим сезоном															
р. Гунт – г.Хорог															
Многоводный	5,8	15,8	29,6	19,2	9,5	5,1	3,5	2,7	2,3	2,1	2,0	2,4	79,9	15,7	4,4
Средний	5,2	16,0	26,0	20,9	10,7	5,3	3,6	3,0	2,5	2,2	2,2	2,4	78,8	16,6	4,6
Маловодный	4,6	16,8	25,4	20,3	10,6	5,4	3,8	3,1	2,7	2,5	2,4	2,5	77,6	17,5	4,9
р. Мургаб (Бартанг) – кишл. Мургаб															
Многоводный	7,4	10,9	22,7	20,8	13,7	5,0	3,4	3,1	3,0	2,8	3,0	4,2	75,5	17,3	7,2
Средний	6,3	9,0	26,4	20,2	14,1	4,2	3,3	3,5	3,2	2,9	2,9	4,0	76,0	17,1	6,9
Маловодный	5,8	8,4	20,5	12,4	29,4	5,1	3,9	3,4	2,3	2,2	2,9	3,7	76,5	16,9	6,6
р. Бартанг – кишл. Шуджанд															
Средний	5,9	10,1	16,6	19,8	12,4	6,9	5,6	5,0	4,5	4,3	4,3	4,6	64,8	26,3	8,9
р. Лянгар – устье															
Средний	3,3	9,5	22,3	25,8	14,8	7,1	4,6	3,4	2,8	2,5	2,2	2,0	75,4	20,4	4,2
р. Язгулем – кишл. Мотравн															
Средний	6,4	15,0	24,8	20,6	11,2	5,0	3,5	2,7	2,6	2,5	2,5	3,3	78,0	16,2	5,8
р. Ванч – кишл. Ванч															
Многоводный	6,8	11,3	25,2	21,1	14,5	5,6	3,4	2,6	2,2	2,1	2,1	3,1	78,9	15,9	5,2
Средний	6,1	12,0	24,8	21,9	14,4	5,5	3,3	2,6	2,3	2,1	2,1	2,9	79,2	15,8	5,0
Маловодный	6,9	11,9	25,6	20,7	14,4	5,5	3,3	2,6	2,3	2,1	2,2	2,5	79,5	15,8	4,7

Продолжение таблицы 4.5.

Расчетное распределение стока по месяцам и сезонам (в % от годового стока)

Водность года	Месячный сток												Сезонный сток		
	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	лето (V-IX)	лимитирующий период осень, зима (X –II)	весна (III-IV)
р. Обихумбоу – устье															
Многоводный	15,0	30,2	25,4	10,2	4,4	2,0	1,3	1,1	1,0	0,9	1,7	6,8	85,2	6,3	8,5
Средний	15,0	30,4	25,6	10,3	4,5	2,2	1,5	1,2	1,1	1,1	1,4	5,7	85,8	7,1	7,1
Маловодный	15,2	30,6	25,8	10,4	4,5	2,4	1,6	1,3	1,2	1,1	1,2	4,7	86,5	7,6	5,9
р. Вахш (Сурхоб) – пгт Гарм															
Средний	8,1	14,5	22,2	18,9	11,0	5,2	3,9	3,3	2,9	2,8	2,9	4,3	74,7	18,1	7,2
р. Вахш – кишл. Туткаул															
Многоводный	11,6	15,2	22,1	17,7	9,0	4,5	3,2	2,7	2,3	2,2	2,7	6,8	75,6	14,9	9,5
Средний	10,8	15,0	22,0	18,8	9,3	4,5	3,4	2,7	2,4	2,3	3,1	5,7	75,9	15,3	8,8
Маловодный	11,5	15,8	20,9	18,6	9,4	4,5	3,4	2,8	2,6	2,4	3,0	5,1	76,2	15,5	8,1
р. Зидды – кишл. Зидды															
Многоводный	15,5	20,4	22,8	13,3	7,6	3,4	2,5	2,1	1,7	1,5	1,8	3,0	81,5	13,7	4,8
Средний	15,5	20,4	22,8	13,3	7,7	3,8	2,7	2,2	1,9	1,6	1,9	2,7	81,2	14,2	4,6
Маловодный	15,6	20,4	22,9	13,3	7,7	4,0	2,9	2,4	2,0	1,8	2,0	2,3	80,9	14,8	4,3
р. Зеравшан – мост Дупули															
Многоводный	7,9	16,6	26,2	20,3	10,5	4,6	3,1	2,3	1,9	1,8	1,8	3,0	81,5	13,7	4,8
Средний	6,9	17,9	25,3	20,9	10,2	4,6	3,1	2,5	2,1	1,9	1,9	2,7	81,2	14,2	4,6
Маловодный	7,0	16,7	25,0	21,0	11,2	4,8	3,3	2,5	2,2	2,0	2,0	2,3	80,9	14,8	4,3
р. Фандарья – устье															
Средний	9,8	23,1	27,5	15,8	7,5	3,9	2,6	2,1	1,8	1,6	1,7	2,6	83,7	12,0	4,3

р. Ягноб – кишл. Такфон

Многоводный	10,4	29,0	25,0	14,6	6,5	3,4	2,2	1,7	1,5	1,3	1,3	3,1	85,5	10,4	4,4
Средний	10,6	27,6	23,5	16,3	7,0	3,6	2,4	1,9	1,6	1,4	1,5	2,6	85,0	10,9	4,1
Маловодный	11,2	27,3	23,2	15,5	7,2	3,9	2,6	2,0	1,7	1,5	1,6	2,3	84,4	11,7	3,9

Продолжение таблицы 4.5.

Расчетное распределение стока по месяцам и сезонам (в % от годового стока)

Водность года	Месячный сток												Сезонный сток		
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	весна (IV-VII)	лимитирующий период	
														лето (VIII – IX)	осень, зима (X – III)
Группа II – реки с летним лимитирующим сезоном															
р. Кафирниган – кишл. Дагана															
Средний	11,9	20,0	23,6	16,9	8,5	4,5	2,6	2,2	2,1	1,7	1,8	4,2	72,4	13,0	14,6
р. Варзоб – кишл. Туткаул															
Средний	12,2	17,8	20,8	17,0	9,9	5,4	3,1	2,5	2,2	2,0	2,6	4,8	64,4	15,3	20,3
р. Каратаг – кишл. Каратаг															
Средний	11,9	19,4	22,1	15,8	9,2	5,1	3,1	2,4	2,2	2,0	2,4	4,4	69,2	14,3	16,5

Продолжение таблицы 4.5.

Расчетное распределение стока по месяцам и сезонам (в % от годового стока)

Водность года	Месячный сток												Сезонный сток		
	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	лето (V-IX)	лимитирующий период лето (VIII – IX)	осень, лето (X - III)
Группа III – реки с летним лимитирующим сезоном															
р. Кызылсу – кишл.Бабаханшаид – Дашт															
Многоводный	12,1	30,6	21,0	7,7	4,5	3,0	2,7	2,7	2,9	3,4	3,8	5,6	71,4	10,2	18,4
Средний	12,3	31,2	21,4	7,8	4,1	2,6	2,4	2,7	2,9	3,3	3,8	5,5	72,7	9,1	18,2
р.Яхсу – кишл. Карбозтонад															
Многоводный	9,2	31,1	23,5	11,4	5,9	3,2	2,0	1,6	1,9	2,6	3,3	4,3	75,2	11,1	13,7
Средний	8,4	33,3	21,5	12,9	4,9	3,2	2,0	1,9	2,4	2,5	3,0	4,0	76,1	10,1	13,8
Маловодный	10,3	30,2	22,4	14,0	5,0	2,3	1,8	2,1	2,3	2,5	3,0	4,1	76,5	9,1	14,0
р. Явансу – кишл. Ходжакала															
Многоводный	10,9	32,6	23,4	3,1	1,0	0,8	1,7	2,6	4,0	4,8	6,0	9,1	70,0	3,5	26,5
Средний	11,2	33,2	24,0	3,2	0,9	0,7	1,4	2,6	3,8	4,6	5,7	8,7	71,6	3,0	25,4
Маловодный	11,4	34,1	24,6	3,2	0,7	0,5	1,2	2,4	3,6	4,4	5,5	8,4	73,3	2,4	24,3
р. Такоб – пгт Такоб															
Многоводный	6,4	22,7	29,1	17,7	6,2	3,0	2,2	1,8	2,1	2,2	2,9	3,3	76,3	11,4	12,3
Средний	5,5	23,8	35,3	12,8	5,3	3,0	2,4	2,1	2,2	2,2	2,5	2,9	77,4	10,7	11,9
Маловодный	6,7	23,5	34,2	14,1	5,1	2,7	2,2	2,2	2,0	1,9	2,4	3,0	78,5	10,0	11,5
р. Оджук – кишл.Варзоб															
Средний	8,8	18,7	25,9	12,5	6,9	4,7	3,8	4,2	4,2	3,8	3,2	3,3	65,9	15,4	18,7
р. Харангон – кишл. Чехак															
Многоводный	11,9	32,6	20,5	9,1	5,0	2,9	2,0	2,1	2,7	3,2	3,7	4,3	74,1	9,9	16,0
Средний	15,0	29,8	20,7	8,6	4,2	2,9	2,5	2,7	2,8	3,0	3,1	4,7	74,1	9,6	16,3

Маловодный	12,1	29,8	22,7	9,5	3,9	2,8	2,5	2,6	3,0	3,1	3,4	4,6	74,1	9,2	16,7
р.Лючоб – кишл. Лючоб															
Многоводный	10,5	23,1	28,0	13,9	7,3	3,6	2,0	1,5	1,8	2,3	2,7	3,3	75,5	12,9	11,6
Средний	9,5	21,5	30,2	14,6	7,3	3,3	1,8	1,8	1,9	2,2	2,7	3,2	75,8	12,4	11,8
Маловодный	8.3	23,4	31,2	13,3	6,5	3,1	2,1	1,8	2,1	2,4	2,6	3,2	76,2	11,7	12,1

Для большинства рек Таджикистана максимальные расходы образуются наложением дождевых пиков на талое основание гидрографов.

Иногда дождевые пики имеют небольшие размеры или отсутствуют совсем, нередко же, особенно на низко расположенных водосборах, они являются главными в формировании годовых максимумов. В первую очередь это относится к рекам Южного Таджикистана — Кызылсу, Яхсу, Явансу, а также к рекам других районов с площадями водосборов до 2000 км².

4.3. Гидрогеоэкологические исследования в вододефицитных районах Таджикистана

НТР и процессы урбанизации с негативными последствиями для окружающей среды (ОС) стимулировали развитие наук экологического цикла: гидрогеоэкологии, урбоэкологии, градостроительной экологии и пр. Сформировались новые понятия и методические подходы к гидрогеоэкологии урбанизированных территорий (УТ), чему способствовали разработки научных основ геоэкологии. В Таджикистане при огромных водных ресурсах обнаружился их острый дефицит, особенно в вегетационный период и во время самых низких температур, когда из-за прекращения таяния ледников не хватает воды для выработки электроэнергии на гидроэлектростанциях. Только в вегетационный период дефицит воды составляет 560 млн. м³, в т.ч. в бассейне Амударьи 465,5 млн. м³ и в бассейне Сырдарьи 94 млн м³ [303].

Кроме того, в республике обостряется проблема обеспечения населения питьевой водой. По результатам опроса общественного мнения, проведенного в республике Центром «Шарк», 54 % населения не удовлетворено качеством питьевой воды [303], из-за чего распространены такие заболевания, как тиф, гепатит, диарейные заболевания и др.

С неравномерным распространением воды связаны большие проблемы. Ниже по рельефу от зоны развития оледенения формируется большое количество озер, образующихся в результате завалов русел рек в результате сейсмички, активизирующей такие геодинамические процессы, как оползни, лавины, сели и пр. В таких озерах накоплено свыше 40 км³ воды, которая представляет собой не только огромные и ценные водные ресурсы, но и исключительную опасность для населения, проживающего ниже по рельефу местности в случае прорыва временных плотин. Дело в том, что тело плотин состоит не только из обломков пород, но и большого количества льда, который со временем вытаивает. Широкою мировую известность имеет Сарезское озеро в долине р. Мургаб. Оно образовалось в феврале 1911 г. после 9-балльного землетрясения. Глубина его достигает 500 м, а количество воды оценивается в 17 км³. Объем оползневых масс пород, нависших над озером, оцениваются в 2

км³. В случае их обрушения высота волн может достигнуть 100 м. То есть в горах могут возникнуть цунами с катастрофическими последствиями для населения, проживающего в долинах рек ниже по рельефу. Тело временной плотины может быть при этом разрушено, и наводнение захватит территорию в 5200 км² не только в Таджикистане, но и в Афганистане, Туркмении и Узбекистане с населением в 5 млн. человек [303].

Почти ежегодно в горных районах республики происходят гигантские оползни, селевые потоки, лавины и обвалы. Большие уклоны местности в горах и предгорьях, ливневые дожди и интенсивное таяние снегов и льдов способствуют развитию этих геодинамических процессов, проявляющихся в виде стихийных бедствий с многочисленными человеческими жертвами и значительным хозяйственным, материальным ущербом. Из-за этих опасных геодинамических процессов государству приходится переселять людей в более безопасные районы. Так, только в 1997 г. были переселены 14895 человек (2941 семья). Потребность же в переселении составляла 6744 семьи [303].

Анализ процессов формирования качественного состава природных вод свидетельствует о том, что в горной части республики, которая резко превалирует по площади, преобладающая роль принадлежит естественным, природным факторам. Качество вод здесь, как правило, хорошее. В равнинной части республики и в нижней части предгорий, где размещена основная часть населения и производительных сил республики, качество природных вод резко снижается под влиянием сбросов сточных и коллекторно-дренажных вод в водоемы. Основными компонентами, загрязняющими реки, являются компоненты общей жесткости, сульфат-ионы, пестициды, БПК, ХПК, нитриты, реже нефтепродукты, ионы аммония, тяжелые металлы. Основную роль в загрязнении природных вод играют сточные и возвратные воды. В составе коллекторно-дренажных вод преобладают такие загрязняющие вещества, как хлориды, сульфаты, ионы натрия, а также пестициды и соединения азота и фосфора. В дренажные воды попадает значительная часть используемых пестицидов (до 4 %), азотных (до 25 %) и фосфатных (порядка 5%) удобрений [261]. Концентрации этих веществ в дренажных водах превышают допустимые нормы. Все это свидетельствует о большой значимости гидрогеоэкологических исследований.

В состав наших исследований вошли отбор проб и образцов природных и сточных вод, снегового покрова, почв и грунтов. Опробованы воды скважин, колодцев, шурфов, родников, рек, ручьев и озер. Определены химический состав и содержание органических веществ. Выполнены водные вытяжки из образцов почв и грунтов. Методами плазменного, полуколичественного спектрального и атомно-абсорбционного анализов определено до 70 элементов

(Hg, Cu, Pb, Zn, Co, Ni, Cr, Mn, Cd и др.). Опробованы также сточные воды предприятий. Собраны данные режимных наблюдений за расходом, уровнем и химическим составом воды, выписаны среднемесячные и среднегодовые результаты наблюдений за поверхностными и подземными водами. Изучены изменения химического состава вод во времени и выделены участки с загрязненными водами. Выполнено гидрогеоэкологическое районирование, и осуществлен прогноз качества природных вод. Построены карты фактического материала. Установлены химический тип и подтип воды, процент ошибки анализа и вычислены генетические коэффициенты. Собраны литературные данные по литолого-минералогическому и химическому составу грунтов и горных пород и кор выветривания, а также данные о твердом стоке и результатах анализов природных и сточных вод. Результаты систематизированы в банке данных. Собрана информация о водном балансе, о пористости и проницаемости пород, о структуре водного и химического стока, а также об источниках загрязнения окружающей среды, потоках и ареалах их загрязнения.

Выполнены экспериментальные работы по изучению системы вода-порода. Использованы рентгенофазовые и ИК-спектрометрические анализы пород-сорбентов. Рассчитаны фоновые концентрации элементов. Для обработки материалов использованы статистические и графические методы, классификация Курнакова – Валяшко и формула Курлова. Установлено, что с ростом минерализации вод снижаются концентрации водородных ионов и органических веществ.

На исследуемой территории выделены элементарные геохимические ландшафты, гидродинамические зоны и этажи, а в гидрогеологических массивах Таджикистана – гидродинамические зоны аэрации с инфильтрацией атмосферных осадков, сезонных и многолетних колебаний уровня трещинно-грунтовых вод и постоянного горизонтального стока. Воды аллювия и рек образуют единую систему потоков. При гидрогеоэкологическом районировании территории автор руководствовался принципом общности вертикальной гидрогеохимической зональности, синтезирующей наиболее важные черты исторического развития конкретного бассейна. Последовательность расположения и мощность соответствующих зон, химических типов их вод в вертикальном разрезе служит обоснованием для выделения гидролого-гидрогеологических районов, провинций или поясов [95].

При гидрогеоэкологическом картографировании использованы гидрогеологические и ландшафтно-геохимические принципы. Воды зоны аэрации формируются в автономных элементарных геохимических

ландшафтах и микробассейнах стока [95, 215]. Воды зоны сезонных колебаний уровня грунтовых вод приурочены к супераквальным ландшафтам, а воды зоны постоянного горизонтального стока – к субаквальным ландшафтам, к мезо- и макробассейнам стока. Автономные, элювиальные и трансэлювиальные геохимические ландшафты соответствуют поверхности зоны аэрации. В супераквальных (гидроморфных) ландшафтах воды поднимаются до корнеобитаемого слоя. В субаквальных ландшафтах размещаются водоемы. Зоны сосредоточения подземных вод приурочены к макро- и мезобассейнам стока и к субаквальным ландшафтам. Подземный сток в элювиальных и трансэлювиальных ландшафтах невелик из-за слабой трещиноватости пород и повышенного гипсометрического положения. В супераквальных ландшафтах подземный сток растет в линзах мелкозернистых песков и реликтах русловой фации. Из водоемов происходит инфильтрация вод в водоносные горизонты, а к аллювиальным отложениям приурочены зоны сосредоточения подземных вод. Ландшафтно-гидрогеологическая основа гидрогеологической карты с разрезами характеризует каждую зону осредненными параметрами. На такой же основе построена схематическая гидрогеоэкологическая карта таджикской территории Сырдарьинского макробассейна стока (рис.4.6). На ней 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.

Техногенно измененные участки гидросферы территориально занимают большие площади, хотя пока до 70 % территории, почти не затронуты процессами техногенеза. Как уже отмечено в главе 3, по загрязняющим компонентам рассчитаны геохимический фон и коэффициент концентрации, отражающий отношение содержания компонента в пробе к его фоновому значению. Установлена обратно пропорциональная связь кларка элемента с его коэффициентом концентрации в водах, почве и в ареалах рудных месторождений.

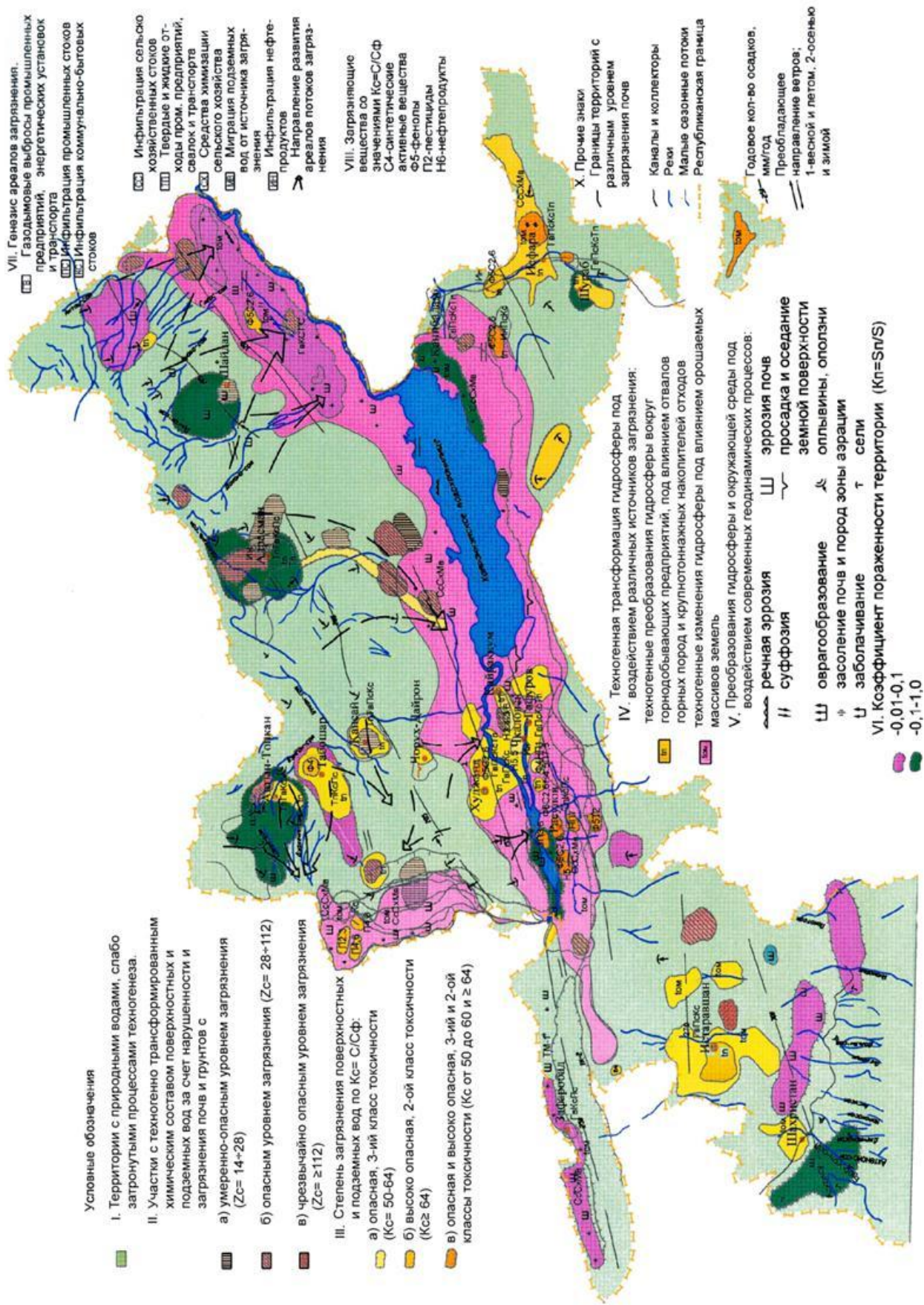


Рис 4.6. Схематическая гидрогеологическая карта таджикской территории Сырдарьинского макрорайона стока. Составил А.И. Рахимов по данным [8, 392, 391] с использованием материалов 30, 31, 47, 49, 79, 241, 375, 412, 424, 425, 433, 459, 464, 501.

Выделены следующие уровни загрязнения вод: 1 - загрязнение отсутствует ($K_c \leq 1$); 2 – загрязнения природных вод слабое (K_c составляет $1 \div 3$) и 3 – загрязнения природных вод значительное ($K_c \geq 3$). Значительное загрязнение характерно для объектов черной и цветной металлургии. По значению этого коэффициента и охарактеризована степень опасности загрязнения на конкретном участке. Загрязнение гидросферы на большинстве участков связано с работой горнодобывающих предприятий и массивами орошаемых земель.

Наиболее интенсивно загрязнены участки деятельности горнодобывающей промышленности, на которых сосредоточены отвалы горных пород, расположены обогатительные фабрики, накопители сточных вод и крупнотоннажных отходов производства, а также объекты энергетики. Интенсивная разработка месторождений полезных ископаемых с применением несовершенных технологических схем, особенно в части складирования хвостов, отвалов пустых пород, некондиционных руд и отходов производства привело к формированию сложной экологической ситуации. Так, только в бассейне Сырдарьи в Таджикистане и Кыргызстане имеются десятки законсервированных и действующих объектов горнодобывающей промышленности. Объемы твердых отходов, содержащихся в этих отходах, достигают 1 млрд. м³. Большинство этих потенциально экологически опасных объектов находится в плачевном состоянии. Многие из них размещены в долинах и даже руслах рек. Они являются источниками загрязнения природных вод в бассейне р. Сырдарьи тяжелыми металлами (свинцом, цинком, медью, хромом, никелем, кадмием, ртутью). Так, концентрации этих металлов в водах р. Сырдарьи ниже по течению от г. Намангана достигают: по свинцу 100 ПДК, по цинку более 10 ПДК, по меди более 30 ПДК. По долине притока Сырдарьи – Сумсар с 1950 по 1978 гг. разрабатывалось месторождение полиметаллов. Осталось три хвостохранилища. Ограждающая их дамба в половодье 1994 года была разрушена и воды р. Сумсар систематически загрязняются кадмием до 320 ПДК и др. тяжелыми металлами [18].

Известно, что разные химические элементы отличаются по порогу токсичности для людей и биоценозов. Так, растительные биоценозы повреждаются при следующих концентрациях металлов в водах, грунтах и почвах: для свинца – 1000-2000 мг/кг, цинка – 100-150, меди – 50-200, кадмия – 20-50 мг/кг. Свинец начинает резко накапливаться в растениях при содержании его в почве в 300 мг/кг [278]. У ртутного завода высокие концентрации ртути установлены во всех компонентах ОС, и даже в растениях на несколько порядков превышает кларк, составляя п. $10^{-4}\%$, хотя по А.И. Перельману ртуть относится к слабо накапливающимся в почве элементам и

средним по захватываемости растениями [323-325]. В водах, грунтах и почвах республики распространены такие металлы, как медь, цинк, свинец, марганец, никель, мышьяк, серебро, ртуть (приложение 5.1). Свинец, мышьяк, цинк и ртуть по ГОСТ 17.4.02-83 относятся к веществам 1-го класса опасности; медь – второго класса, а марганец, серебро и никель – к третьему классу опасности. 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 преобладают над другими элементами в 10 раз и более (рис. 4.6). 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 [8,9]. 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). Ареалы загрязнения природных вод, а также 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 Карамазарсая 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. Саркамьш (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).

Местами содержания свинца, цинка и серебра превышают фоновые значения в воде и почве (0,01 мг/л и 84,2 мг/кг, 0,03 мг/л и 0,4 мг/кг и 0,001 мг/л и 0,8 мг/кг соответственно) более чем в 20 раз, и они преобладают над остальными элементами [396]. Максимальные их содержания в водах и почвах установлены на руднике Алтын -Топкан (пробы №№ 450, 451, 453).

Концентрации свинца достигают здесь соответственно 0,15 мг/л и 2000 мг/кг при Кс – 4,7÷5,9, цинка – 3 мг/л и 2000 мг/кг при Кс – до 18,3, серебра – 0,05 мг/л и 7 мг/кг при Кс – 8,3 (проба № 453). Они присутствуют в почве и воде, как правило, совместно, как например, в п. Адрасман, п. Кансай, к. Такели и г. Табошар (пробы №№ 352, 354, 356, 362 и 408). Суммарные показатели загрязнения в этом случае варьируют от 9,4 до 24. У п. Алтын-Топкан в водах и почвах установлены также высокие концентрации марганца (4,5 мг/л и 3000 мг/кг) при Кс – 4,3 (проба № 450). Фоновые концентрации никеля и меди (0,1 мг/л и 16,7, 0,1 мг/л и 42,4 мг/кг) превышены у к. Долона и п. Алтын-Топкан в 1,5÷3 раза. Фон по мышьяку и ртути (0,05 мг/л и 7,57 мг/кг, 0,003 мг/л и 6,48 мг/кг) превышен у к.к. Ашт, Ошоба, Шивар, Пангазсай, Мулломир, в долинах Долона, Каражингил, а также в русле Карамазарсая и Табошара (пробы №№ 280, 364, 401 и 456) в 10 раз. Наиболее высокие концентрации ртути в пробах №№ 280, 291, 307, 308, 309, 374 и 401 составили 0,07 мг/л и 236 мг/кг с Кс – 36,4. Очень высокие концентрации ртути установлены так же в северном предгорье Могол-Тау, в к. Аштомир, в долине Долоны у к. Долоны и у к. Учбог.

Аномальные концентрации в водах, почвах, грунтах и растениях по свинцу, цинку и серебру выявлены также у ур. Каптархана и к. Булак, Аштского р-на (пробы № 211 и 221). Так, содержание свинца в пробе № 211 составило: в подземных водах – 0,1 мг/л, а в почвах и грунтах - 100 мг/кг с Кс – 4,55, серебра – 0,01 мг/л и 0,3 мг/кг при Кс – 4,29 при геохимическом фоне по свинцу 0,001 мг/л и 22,10 мг/кг и серебру – 0,0001 мг/л и 0,07 мг/кг. По марганцу (0,1 мг/л 356,4 мг/кг), никелю (0,03 мг/л и 15,0 мг/кг), меди (0,01 мг/л и 29,7 мг/кг) и мышьяку (0,001 мг/л и 9,1 мг/кг) концентрации не превышают фоновых значений.

На одном из участков (№ 6) контрастность между концентрациями тяжелых металлов оказалась ниже. Концентрации свинца составили 0,1 мг/л и 700 мг/кг, никеля – 0,01 мг/л и 25 мг/кг при Кс – 1,52, серебра – 0,001 мг/л и 0,5 мг/кг при Кс – 3,33, Содержание мышьяка достигло 0,003 мг/л и 11 мг/кг при Кс – 1,49 (проба № 167), цинка – 0,03 мг/л и 100 мг мг/кг при Кс 2,12, а ртути в почве колебалось в пределах 0,0001÷0,003 мг/л и 61÷156 мг/кг при Кс – до 42 (пробы №№ 256, 258, 261, 264, 268, 270, 271). Концентрации других элементов в компонентах геологической среды на этом участке не превышают фоновых значений.

В ур. Уткенсай высокие концентрации свинца в водах и почвах составили 0,06 мг/л и 200 мг/кг при Кс - 2,8, меди – 0,1 мг/л и 50 мг/кг при Кс – 1,5, цинка – 0,3 мг/л и 120 мг/кг при Кс – 2,4, серебра – 0,003 мг/л и 5 мг/кг при Кс – 12,5 (пробы № 323 и 411). Высокие концентрации ртути выявлены в

пробах № 436 и 438 – 0,001 мг/л и 10 мг/кг при Кс – 4,5. Концентрации остальных элементов не превысили фон. Для свинца фон составил в водах и почвах 0,02 мг/л и 70,74 мг/кг, для марганца – 0,3 мг/л и 375, для меди – 0,66 и 33,4, для цинка – 0,12 и 51,2, для серебра – 0,0001 и 0,4 и для ртути – 0,0002 мг/л и 2,2 мг/кг.

Весьма высокие концентрации свинца в водах и почвах выявлены в г. Чкаловске и у к. Исписор (пробы № 18, 21, 23; № 22, 27 и 31) в пределах от 0,1÷0,6 мг/л и 200÷1000 мг/кг при Кс – до 22,0, а так же у к. Кстакос и у к. Заравшан (пробы № 33, 36, № 39 и 41). Высокие концентрации серебра в водах и почвах выявлены у к. Саидкурбан (пробы № 59 и 62), а ртути – у к. Лангар Пролетарского р-на (соответственно 0,001÷0,003 мг/л и 9÷16 мг/кг при Кс – до 6,2 в пробах № 461, 463, 471). Предшествующими исследованиями здесь установлены очень высокие фоновые содержания металлов в почве: для свинца – 45,5 мг/кг, марганца – 498,0, никеля – 20,5, меди – 24,3, мышьяка – 1,2, серебра – 0,4 мг/кг [4, 5, 391]. Аномальные концентрации свинца, серебра, ртути в отдельных пробах почв превышают фоновые значения в 12 раз. В то же время концентрации марганца, никеля, цинка и мышьяка в почве не превышают фона.

У к. Калачи Ганчинского р-на аномальные концентрации выявлены только по меди в водах и почвах (до 0,7 мг/л и 60 мг/кг при Кс – 7,6 в пробах № 397, 413 и 484). Фоновые концентрации металлов в почвах по результатам других авторов составил для марганца 494 мг/кг, никеля - 26, меди – 39,4, цинка – 68,8, серебра – 0,5 мг/кг [4, 5, 391]. Содержание этих металлов на у к. Калачи не превышает фон.

У к. Таджикибад Пролетарского р-на (пробы №№ 51, 56, 65), у к. Куркат Спитаменского р-на (№№ 53, 59 и 61) и у к. Тогояк Наурского р-на (пробы № 152, 154) аномальные концентрации в водах и почвах установлены по свинцу 0,1 мг/л и 400 мг/кг при Кс до 34,2, а также по серебру - 0,01 мг/л и 15 мг/кг при Кс – 44,1. Содержание здесь марганца в почвах по результатам предшествующих исследований составило 100÷1200 мг/кг при Кс - 2,70 [391]. Геохимический фон по металлам в почвах здесь повышен : по свинцу– 43,9 мг/кг, по никелю – 19,2, по меди – 29,1, по цинку – 43, по мышьяку – 6,4, серебру – 0,3 и ртути – 2,0 мг/кг.

У п. Нов, Сырдарьинский, г. Чкаловск и у к. Гаутак Ганчинского района аномальные концентрации свинца и серебра в отдельных пробах вод и почв (№№ 12, 16, 19, 21, 477, 480) превышают фоновые значения в 10 раз и более. Концентрации свинца достигают 0,1÷0,01 мг/л и 700÷1500 мг/кг при Кс до 15,8, серебра – 0,003÷0,3 мг/л и 30÷50 мг/кг при Кс 73÷122. Содержание ртути в почвах по данным предшествующих исследований [4, 5, 391] составляет 20

мг/кг при Кс – до 452 (пробы №№ 473 и 460 в Зафарободском р-не и у к. Хитой Пролетарского р-на). Содержание других металлов не превысило $1,5 \div 2,0$ фоновых значений, которые определены для свинца – 44,4 мг/кг, марганца – 477,9, никеля – 17,4, меди – 26,2, цинка – 7,3, мышьяка – 7,8, серебра – 0,4 и ртути – 4,4 мг/кг.

На других исследованных участках концентрации металлов в природных водах и почвах превышают фоновые значения только в единичных проб в $1,5 \div 2$ раза. По рекомендациям Ю.Е. Саета [388] выполнен расчет суммарных показателей загрязнения, что позволило ранжировать участки по интенсивности превышения содержания металлов в природных водах и почвах над фоном, по следующей градации: 1) фоновые ($Z_c \leq 7$); 2) с допустимым уровнем загрязнения ($Z_c = 7 \div 14$); 3) с умеренно-опасным уровнем загрязнения ($Z_c = 14 \div 28$); 4) с опасным уровнем загрязнения ($Z_c = 28 \div 112$); 5) с чрезвычайно опасным уровнем загрязнения ($Z_c > 112$). Эти градации соответствуют степени опасности металлов для здоровья человека: 1) допустимый и плохо изученный фоновый уровень, характерный для зон с низким уровнем заболеваемости и низкой частотой проявления функциональных отклонений; 2) умеренно-опасный уровень с соответствующим ростом частоты общей заболеваемости населения; 3) опасный уровень с ростом частоты хронических заболеваний и функциональных отклонений; 4) чрезвычайно опасный уровень с ростом частоты нарушений и отклонений репродуктивных функций.

При картографировании по содержанию тяжелых металлов в водах, почвах и грунтах и по степени их опасности для здоровья населения установлено, что большая часть опасных участков, как было установлено ранее [4, 396], находится на правом берегу р. Сырдарьи (рис. 4.6). В то же время, в Дальварзинской степи на левобережье Сырдарьи концентрации металлов в почвах, водах и растениях не превышают фона.

В региональном плане значительная часть металлов, попавших в природные воды, почвы и грунты и определяющих уровень загрязнения, обусловлена геолого-геохимической природой территории. Площади с высоким уровнем загрязнения природных вод, почв и грунтов ($Z_c = 47,4 \div 71,8$) выявлены в районах интенсивной техногенной деятельности: пос. Алтын-Топкан, Такели и Адрасман, вдоль действующего пульпопровода и хвостохранилища АСЦК, в ур. Бенамозбола, в р-не кк. Булак и Гаутак. Ареалы и потоки рассеяния аномальных концентраций тяжелых металлов, загрязняющие природные воды, грунты, почвы и растительность сформировались вокруг горнохимических комбинатов в гг. Чкаловск, Исфара, Табошар с отвалами отходов, сбросами сточных вод и газопылевыми выбросами, а также горнодобывающих предприятий и населенных пунктов, в

которых они расположены: Адрасман, Кансай, Чорух-Дайрон, Алтын-Топкан, Такели, Шураб и др. Ареалы и потоки рассеяния токсичных, элементов распространились в пределах городов, поселков, пастбищ и сельхозугодий на расстояние от предприятий на 100÷200 км. Только в долине р. Сырдарьи более 60% урбанизированных территорий загрязнено до опасного и чрезвычайно опасного уровня, но до 70% территории республики можно еще отнести к районам с допустимым уровнем загрязнения.

Орошаемые массивы тяготеют к супераквальным ландшафтам. Большое значение для состояния гидросферы имеет активность проявления таких геодинамических процессов, как эрозия почв и грунтов, особенно, в речных долинах, суффозионные процессы, просадки в лессовидных грунтах, оврагообразование, оползни и оплывины, селевые потоки, засоление и заболачивание почв и грунтов.

Ареалы и потоки загрязняющих веществ формируются на участках: а) выпадения газопылевых выбросов предприятий, энергетических установок и транспорта; б) инфильтрации различных загрязненных сточных вод; в) скоплений 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.

Узбекскими учеными исследовано качество речных вод и, в частности, р. Сырдарьи [110]. Использован, при этом, индекс загрязнения вод (ИЗВ), учитывающий те ингредиенты состава, концентрации которых выше ПДК. Кроме того, при помощи эмпирических коэффициентов учитывался также класс опасности компонентов для здоровья человека. Речные воды классифицированы по качеству на: хорошие (0-1), удовлетворительные (1-3), плохие (3-5), опасные (5-10) и чрезвычайно опасные (≥ 10). На отдельных участках в водах Сырдарьи зафиксированы опасные концентрации пестицидов, соединений азота, фенолов и тяжелых металлов (меди, цинка и хрома шестивалентного).

На Таджикском участке реки значительные концентрации загрязняющих веществ с 2÷5 кратным превышением фоновых содержаний приурочены преимущественно к правобережной части реки, например, на участке в районе к. Хамрабад на мраморном заводе, в г. Худжанде, в кишлаках Окташ, Табошар, в

пос. Такели и в урочище Дашт в долине ручья Уткенсай. Выявлены повышенные и аномальные концентрации широкой ассоциации химических элементов (свинца, марганца, меди, цинка, титана, стронция, серебра и брома) не только в водах почвах и грунтах, но и в растениях. Такие концентрации установлены, как в природе, так и в культурной растительности (в составе саксаула, в абрикосе, арче, в полыни рузу, в кукурузе, в копеечниках, латуке татарском, резеде, щетиннике, персике и колючке).

Процессы техногенеза негативно воздействуют на всю экосистему, и, прежде всего, на состояние водоемов, подвергая природные воды загрязнению и метаморфизации за счет повышения концентраций супертехнофильных и высокотехнофильных элементов: хлора, серы, азота, углерода, натрия, кальция, магния и ТМ. В горнодобывающих районах Таджикистана геотехнологические источники загрязнения играют первостепенную роль. Например, территория Карамазара техногенно нарушена в связи с проходкой порядка 900 горных выработок. Здесь имеются большие массы отвалов горных пород и некондиционных руд, большое количество накопителей крупнотоннажных отходов производства, работают обогатительные фабрики, очистные сооружения с полями фильтрации хозяйственных сточных вод, объекты энергетики и др. Вокруг горнодобывающих предприятий сформировались депрессионные воронки площадью до 300 км² и глубиной до 200 м.

Из дистанционных методов в советский период исследований применялись многоцелевые авиазонды с аппаратурой в тепловом, оптическом, инфракрасном, рентгеновском и радиоволновых диапазонах с построением цифровых и цветосинтезированных экспресс-карт. Выполнялись спектрзональные и синтезированные снимки масштаба от 1:40000 до 1:1000000 с многоцелевым дешифрированием с выделением участков засоления вод, почв и грунтов и опустыниванием территории. На летних снимках видна граница площадей с растительностью и безлесными дресвяно-глыбовыми образованиями и участки с угнетенной растительностью. Предприятия и коммуникации на зимних снимках дешифрируются по шлейфам выбросов из труб и утечкам неочищенных сточных вод.

При оценке уязвимости окружающей среды к загрязнению проанализированы физико-географические особенности региона, а защищенность подземных вод рассматривается, как свойство природной системы сохранять на определенный период состав и качество среды в пределах требуемых норм. Устойчивость по А.Я. Гаеву [124] – это термин противоположный понятию уязвимости геологической среды. Чем больше ее устойчивость, тем меньше ее уязвимость. Оценка уязвимости геологической

среды к загрязнению необходима для обоснования мероприятий по защите окружающей среды. Сделана попытка оценки и картографирования уязвимости территории к загрязнению на основе: 1) экспертной, качественной оценки территории и влияния разных факторов на уязвимость водоносных горизонтов; 2) количественной оценки с расчетом $M_{\text{пдв}}$ и скорости проникновения загрязняющего вещества в конкретный водоносный горизонт с учетом свойств загрязняющего вещества. При этом учтена способность пород удалять из подземных вод загрязняющие вещества путем адсорбции, ионного обмена, осаждения и разложения органического вещества кислородом и микроорганизмами. Важными для оценки уязвимости окружающей среды являются фильтрационные свойства и физико-химическая активность пород. Переход к количественным показателям уязвимости подземных вод к загрязнению выполнен на основе использования величины инфильтрационного питания грунтовых вод в л/с-км² и учета данных о сорбционных свойствах пород и миграционных параметрах загрязняющих веществ. Для количественной оценки загрязнения геологической среды использован модуль предельно-допустимого загрязнения $M_{\text{пдв}}$, который отражает запас экологической устойчивости урбанизированной территории, часть которой утрачивается, и при дальнейшем развитии производительных сил возникает проблема непрерывного прогноза возрастающей уязвимости территории к загрязнению. С этой целью необходимо строить карты природопользования и ретроспективные карты, показывающие, как с ростом техногенной нагрузки истощается естественная устойчивость территории к загрязнению, а уязвимость ее возрастает. Поэтому планы перспективного развития производительных сил должны сопровождаться разработкой мероприятий по защите окружающей среды и построением схем типизации по уязвимости геологической среды к загрязнению. На такой карте по территории Таджикистана видно, что уязвимость геологической среды к загрязнению растет от высокогорных районов к районам с пониженным рельефом. Карты по уязвимости геологической среды к загрязнению позволяют сравнить разные варианты размещения проектируемых объектов и обосновать природоохранные мероприятия. Их можно также использовать для прогноза, планирования и разработки мероприятий по улучшению экологической ситуации в республике.

Охарактеризованные приемы прогноза экологического воздействия производственного комплекса на природные воды выполнен нами в соответствии с рекомендациями ВСЕГИНГЕО и ГЕОХИ им. В.И. Вернадского с применением отмеченных методов экспертной и модульной оценки загрязнения окружающей среды. Для экспертной оценки использованы

параметры кларка концентрации (K_c), коэффициенты застроенности и нарушенности ($K_{знт}$), благоустроенности и общей озелененности ($K_{блн}$), техногенного опустынивания (K_{onc}) и обводненности территории (K_w). Эти коэффициенты отражают уровень техногенной трансформации окружающей среды и гидросферы. Установлено, что процессы загрязнения усиливаются от хорошо расчлененных возвышенностей к понижениям рельефа.

На карте природопользования показаны источники загрязнения природных вод и ОС (рис. 4.7), а естественная устойчивость природных вод и окружающей среды к загрязнению охарактеризована на схематической карте уязвимости территории Таджикистана к загрязнению (рис. 4.8). Понятие "уязвимость подземных вод по отношению к загрязнению", охарактеризовано Ж. Марга (1968) и уточнено Vrba и Zapozec, 1994 [182]. Это понятие и соответствующие параметры использованы нами для обоснования мероприятий по защите водных ресурсов в конкретной обстановке и для оценки скорости проникновения загрязняющих веществ в водоносный горизонт и водоем [95, 124, 331]. Также нами учтена способность пород извлекать загрязняющие вещества из подземных вод путем их адсорбции, ионного обмена, осаждения и разложения органического вещества микроорганизмами и кислородом.

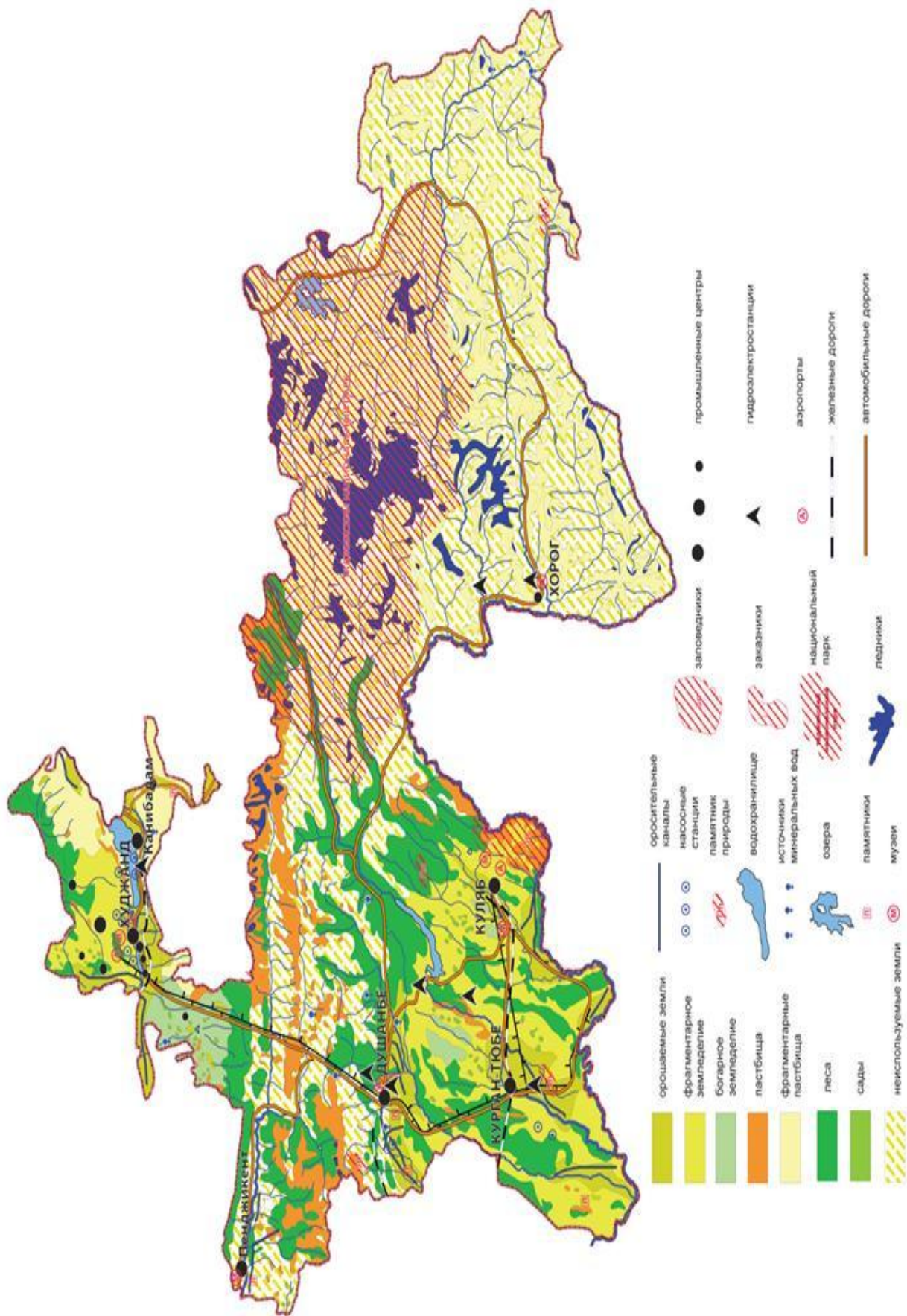


Рис. 4.7. Карта природопользования Таджикистана

Примечание: При построении карты использованы многочисленные материалы атласов и работ ученых, работавших на территории Таджикистана

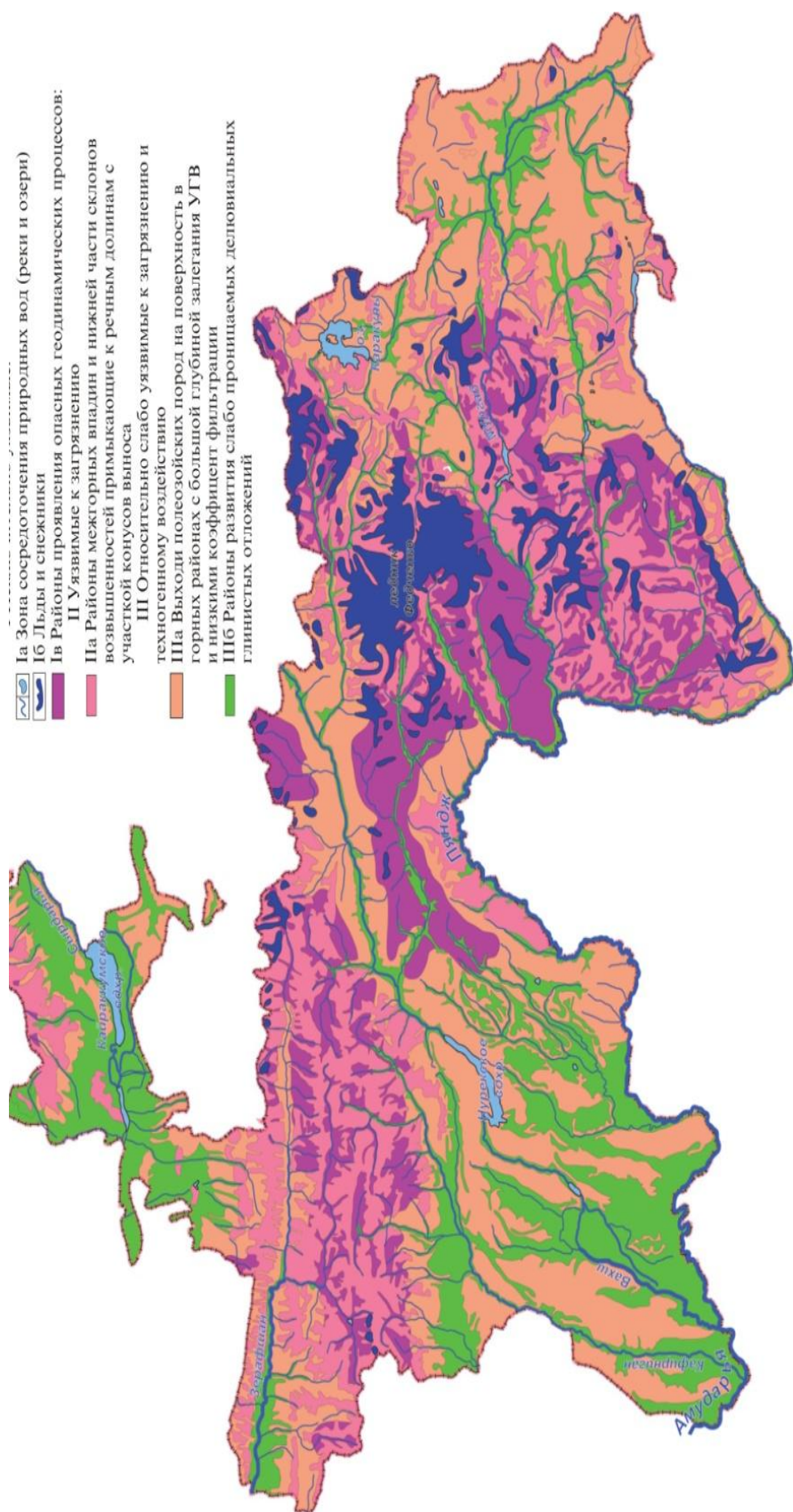


Рис.4.8. Схематическая карта уязвимости природных вод Таджикистана к загрязнению и техногенному воздействию (составили А.И. Рахимов, А.Я. Гаев)

Уязвимость геологической среды к загрязнению мы понимаем, как не способность ее препятствовать загрязнению. Она зависит от мощности и проницаемости пород, их сорбционных свойств, скорости фильтрации и водообмена, глубины залегания вод. Для оценки загрязнения подземных вод нами используется модуль предельно-допустимого загрязнения $M_{пдв}$ и модуль предельно допустимой концентрации ($M_{пдк}$) [124]. По $M_{пдв}$ оценена экологическая устойчивость территории. Для оценки состояния водных ресурсов показатели выстраиваются в порядке уменьшения экологических эффектов с балльной экспертной оценкой каждого из них по средним баллам. Выделены ситуации: 1) опасные для людей; 2) угрожающие их жизни; 3) истощающие водные ресурсы; 4) деформирующие здания и сооружения; 5) изменяющие негативно ландшафт. На людей и деформацию сооружений влияют истощение водных ресурсов, карст, суффозия, просадки, подтопление, засоление, эрозия и дефляция почв.

Для защиты водохозяйственных объектов вододефицитных районов от загрязнения рекомендуется создавать комплексные, геохимические и гидродинамические барьеры. Между водозаборами пресных и дренажами загрязненных вод формируются гибкие непроницаемые барьеры, исключающие поступление загрязняющих веществ в водозабор.

На государственном уровне в республике принято решение о переводе хозяйственно-питьевого водоснабжения населения за счет подземных вод, отличающихся от поверхностных более высоким качеством [391]. Выполнение этого решения исключительно актуально по следующим причинам: 1. Результаты мониторинга в горнодобывающих районах Таджикистана в последние 15 лет свидетельствуют о 100% загрязнении поверхностных вод. 2. Из-за высокой заболеваемости и смертности населения по причине использования недоброкачественной воды.

Полезной для организма является вода, содержащая все химические элементы периодической системы в определенных концентрациях и находящаяся в равновесно-неравновесном состоянии в системе вода – порода – газ – живое вещество. Такая вода формируется только в подземных горизонтах и положительно воздействует на иммунитет человека и животных, обладая фитонцидностью по отношению к болезнетворным бактериям. Во многих районах республики до сих пор для водоснабжения используются поверхностные воды. Использование поверхностной воды для питья связано с высокими эксплуатационными затратами на подготовку воды и другими трудностями. Возможно решить вопрос водоснабжения населения: а) за счет аллювиального водоносного горизонта из-под водохранилищ, где этот

горизонт достаточно мощный; б) путем магазинирования подземных вод в пределах массивов терригенно-карбонатных пород палеозойского возраста.

Рассмотрим объекты – аналоги в России, подтверждающие обоснованность решения о строительстве специфических аллювиальных водозаборов вблизи водохранилищ. Например, в долине р. Урал ниже пос. Ириклинский имеются водозаборы подземных вод, эксплуатирующие аллювиальный водоносный горизонт. Наиболее крупным из них является Гайский, расположенный в 18 км северо-восточнее г. Гая на правом берегу р. Урал, в 6 км севернее и северо-западнее пос. Калпакское. Месторождение было разведано в 1958–1959 гг. Оно находится в излучине Урала, в 13 км ниже по течению от плотины Ириклинской ГЭС. Мощность аллювия в долине р. Урал составляет 15÷18 м, средняя мощность песчано-гравийно-галечных отложений – 13 м. Водозабор состоит из 23 скважин. Ранее он принадлежал Гайскому ГОКу, а ныне передан и эксплуатируется согласно лицензии специализированным предприятием – Гайским МПП ЖКХ. Из разведанных и утвержденных ТКЗ (протокол № 2547 в 1959 г.) запасов подземных вод в количестве 67.1 тыс.м³/сут (в т.ч. по категории А = 45.5; В = 23.6 тыс.м³/сут) отбирается с 2003 г. 11.6 тыс.м³/сут [501]. В среднем каждый житель г. Гая получает 265 л/сут хозяйственно-питьевой воды, отвечающей всем требованиям СанПиН [407]. В процессе разведки Гайского месторождения, когда сток р. Урал еще не был зарегулирован, периодически отмечались случаи роста сухого остатка воды до 0.7÷0.8 г/л, а жесткость периодически превышала 7 мг-экв/л. После ввода в эксплуатацию Ириклинского водохранилища и многолетней промывки аллювиального водоносного горизонта качество подземных вод выровнялось и фактически повторяет химический состав вод водоема. В результате за последние годы (с 1998 г.), согласно данным мониторинга не отмечаются случаи превышения санитарных питьевых норм на водозаборе ни по одному показателю. В частности, начиная с 2003–2004 гг., минерализация подземных вод не выходила за пределы 304÷398 мг/л, а общая жесткость составила 3.5÷4.6 мг-экв/л, т.е. фактически повторяются данные гидрохимии водохранилища. В целом аллювиальный водозабор г. Гая, в долине р. Урал характеризуется весьма качественной и устойчивой по составу питьевой водой. Аналогичный водозабор, но всего из 3-х скважин расположен в долине р. Урал непосредственно ниже пос. Ириклинский, обеспечивая этот поселок водой тоже хорошего качества.

Приведенные данные свидетельствуют о возможности привлечения аллювиального горизонта для решения вопроса о водоснабжении населения горнодобывающих районов Таджикистана за счет подземных водоисточников хорошего качества. При этом аллювиальный водоносный горизонт может

быть обеспечен восполнением своих запасов за счет инфильтрации вод из водохранилища. Если учесть, что в республике уже сегодня существует несколько сот водохранилищ, становится очевидной возможность широкого применения метода магазинирования подземных вод вблизи водохранилищ, что может иметь исключительно важное значение для перспектив развития хозяйственно-питьевого водоснабжения юга населения республики высококачественной водой. В случае необходимости утверждения запасов, вопрос может быть решен по результатам годового цикла эксплуатации будущих водозаборов.

Таким образом, анализ экологического состояния территории Таджикистана и оценка гидрогеоэкологической ситуации техногенно нарушенных районов позволили установить, что интенсивность и масштабность проявления техногенной трансформации природных вод зависят от продолжительности освоения территории, площади нарушенных земель и объемов добываемого сырья.

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 $51,7 \text{ км}^3/\text{год}$. Разница между величинами осадков и стока приходится на испарение и аккумуляцию воды в ледниках и снежниках. Водный сток с территории республики осуществляется Амударьинским и Сырдарьинским макробассейнами. Но значительная часть их водосборной площади находится за пределами республики. Значения элементов водного баланса существенно отличаются в разных мезобассейнах стока. Поэтому к водному балансу требуется дифференцированный подход с учетом рельефа, особенностей климата и процессов техногенеза. Так, р. Зеравшан со среднегодовым стоком в $5,0 \text{ км}^3$ относится к бассейну Амударьи, но вода ее полностью расходуется на орошение и до Амударьи не доходит. В бассейне Пянджа выделяются многоводная таджикская и маловодная афганская гидрологические области. Р. Вахш образуется слиянием рек Обихингоу и Сурхоб, составляя в длину 524 км со среднегодовым стоком в $16,2 \text{ км}^3$. Р. Сурхоб образована слиянием рек Кызылсу и Муксу. Р. Кафирниган длиной 387 км стекает с южного склона Гиссарского хребта, имея среднегодовой сток $5,1 \text{ км}^3$. Р. Сырдарья в Таджикистане имеет транзитный участок длиной в 197 км с притоками Исфара, Ходжабакирган, Аксу, Бураган, Катасай, Ширинсай, используемыми 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 . Водосборная площадь р. Сырдарьи составляет

около 265 тыс. км², а средний многолетний годовой расход – 488 м³/сек или 15,4 км³.

В республике выделено 4 типа питания рек: ледниково-снеговое, снегово-ледниково, 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 модуль стока в 45 л/с·км² установлен по притокам р. Вахш - Каратаг, Ширкент и Кафирниган. Воды малых рек в вегетационный период полностью расходуются на орошение земель.

В ледниках и снежниках Таджикистана сосредоточено более 400 км³ пресной воды высокого качества, что и обеспечивает республику богатыми водными ресурсами, выделяющими ее среди стран Центральной Азии. Мощность оледенения достигала 2,5 км. 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 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 р. Сурхоб (бассейн р. Вахш) она опускается до 2300 м над уровнем моря. В республике имеется 8492 ледника с общей площадью в 8,5 тыс. км². Это – около 6% территории и больше посевных площадей республики. Основные массы снежников и льда сосредоточены в бассейнах рек, стекающих с Памира. На горные сооружения Памира приходится более 80% ледникового покрова или 5,5 тыс. ледников площадью более 5400 км². 7 ледников имеют длину более 20 км каждый. В ледниках Памира сосредоточено 360 км³ льдов и снежников, что почти 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 сток, смещая паводок на июль и август и восполняя в сухие и жаркие годы объем стока 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. Ледники питают реки, сток которых с территории республики обеспечивает до 44% стока всех Среднеазиатских

республик. 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 км² (0,5% площади республики). Более 80% озер находятся на отметках 3000÷5000 м над уровнем моря и в них аккумуляровано 44 км³ воды, включая 20 км³ 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 моделирования 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 на равнинах доля подземной составляющей в водном стоке достигает 25÷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 бассейна 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

также водоносные горизонты гравийно-галечниковых аллювиально-пролювиальных отложений конусов выноса рек с Кураминского и Туркестанского хребтов.

В целом по республике естественные ресурсы подземных вод оценены в 45,1 млн. $m^3/сут.$ или $522 m^3/сек.$, а эксплуатационные ресурсы— в 14,35 млн. $m^3/сут.$ ($166 m^3/сек.$). Большая часть вод формируется в четвертичных отложениях. Естественные ресурсы вод аллювия по М.Т. Турсунходжаеву [?]. составляют ок. $2 m^3/сек.$ Подземные воды широко используются в хозяйственно-питьевом водоснабжении, но для мелиоративных целей ресурсов их не хватает. Воды современных аллювиальных отложений (Q_{IV}) низких аккумулятивных террас р. Сырдарьи у Худжанда образуют узкую полосу по правому берегу реки и окаймляют Кайраккумское водохранилище по левобережью. Аллювий представлен русловой и пойменной фациями песков, галечников, супесей и суглинков мощность до 400 м с коэффициентами фильтрации галечников и песков $40\div 65 м/сут.$ У Кайраккумского водохранилища при глубине грунтовых вод $0,2\div 3 м$ минерализация их возрастает до $1,5\div 13,5 г/л.$, а во впадине Хашимкуль, где грунтовые воды выходят на поверхность, минерализация воды летом достигает $419 г/л.$, формируя солончаки.

Воды нерасчлененных верхнечетвертичных и современных пролювиально-аллювиальных отложений (Q_{III-IV}) Нау-Костакоской впадины Южной Ферганы и долин рек на северных склонах Туркестанского хребта формируются в песчано-галечно-щебнистых отложениях конусов выноса и аллювия. Мощность их на склонах Туркестанского хребта растет к долине Сырдарьи, достигая более 500 м. Коэффициент фильтрации их в зоне аэрации варьирует от 0,2 до 16, а в зоне насыщения – от 1,8 до $69 м/сут.$ В Нау-Костакоской впадине последовательно с юга на север выделены зоны поглощения, погружения и разгрузки. Зона поглощения поверхностных водотоков пролювиально-аллювиальными отложениями окаймляет узкой полосой подножия горных гряд. Расходы потоков грунтовых вод составляют $25\div 90 л/сек.$ Зоны погружения грунтовых вод приурочены к центральным частям впадин и залегают на глубинах в $10\div 30 м.$, а между конусами выноса – до $80\div 90 м.$

В зону поглощения попадают воды речных потоков с разным химическим составом, поэтому воды родников, разгружающиеся ниже по потоку, различаются по химическому составу, хотя и относятся к сульфатному типу. Растворенные газы в водах родников имеют азотно-кислородно-углекислый состав с величиной газонасыщенности от 17 до 30 $мл/л.$ В них выявлены бактерии денитрификаторы и нитрификаторы.

Режим грунтовых вод формируется в условиях интенсивного орошения и инфильтрации оросительных вод, а также естественного стока вод со склонов Туркестанского хребта.

Естественные ресурсы подземных вод в целом для республики оценены нами в количестве 16 км³/год, а эксплуатационные запасы подземных вод хорошего качества составляют пока всего 1,65 км³/год, или 52,4 м³с. При интенсивной эксплуатации подземных вод эти ресурсы существенно восполняются за счет поверхностных вод, резко возрастая, как это наблюдается в Ташкентско-Голодностепском и Кафирниган-Вахшском районах. В целом по республике их эксплуатационные ресурсы возможно увеличить более чем на порядок и полностью обеспечить население Таджикистана питьевыми подземными водами хорошего качества. Это вполне реально при использовании передовых современных технологий.

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, общий объем которых превышает 16 км³. 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.

ГЛАВА 5. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И ОХРАНА ВОДНЫХ РЕСУРСОВ ТАДЖИКИСТАНА

5.1. О водохозяйственных проблемах Таджикистана

Пресные воды в республике широко используются для орошения сельскохозяйственных земель, обводнения пастбищ и сенокосных угодий, для энергетических, промышленных и коммунально-бытовых нужд населения. Водный сток с территории Таджикистана составляет 51,7 км³/год. Если учесть, что республика относится к аридной зоне, то, очевидно, что Таджикистан обеспечен водой хорошо. Среднемноголетний поверхностный сток с 1 км² территории Таджикистана составляет 354 тыс. м³/год, а с территории б. СССР 197 тыс. м³ и соседних государств Средней Азии - 91 тыс. м³/год, уступает только Грузии (769 тыс. м³/год с 1 км²). Высокая обеспеченность Таджикистана водой обусловлена горным рельефом, особенно в ледниковой зоне на хр. Памиро-Алая, где выпадает до 2500 мм в год [112] и формируется до 73% всего поверхностного стока республики в бассейне Пянджа и Вахша.

Эксплуатационные запасы подземных вод, пригодных для водоснабжения и орошения составляют 1,65 км³/год, или 52,4 м³/с, что больше годового расхода р. Варзоб. На одного жителя Таджикистана приходится 15 тыс. м³ воды в год. При таком, казалось бы, значительном количестве воды растет ее дефицит и ухудшается ее качество. Дело в том, что водные ресурсы в республике распределены территориально, по сезонам года и в многолетнем плане крайне неравномерно. Так, по рр. Яхсу и Кызылсу без регулирования стока развитие орошения вообще невозможно. Трудности усугубляются межгосударственными отношениями с Узбекистаном и Туркменией, куда из республики поступают воды Амударьи и Сырдарьи. В маловодные годы воды Амударьи зимой не доходят до Арала, они разбираются на орошение.

Много воды потребляет промышленность не только из-за своего быстрого роста, но и из-за увеличения водоемкости производства. Так, на 1 т. продукции Вахшский завод азотнотуковых удобрений затрачивает 50÷300 м³ воды, алюминиевый завод — 100÷200, а кабельный — 250 м³; на переработку 1 т. нефти-сырца требуется 35 м³ воды. Их сточные воды загрязняют водоемы. Необходимо строить очистные сооружения и переводить предприятия на замкнутое оборотное водоснабжение без сброса стоков в водоемы. Это снизит забор воды из источника на порядок. Вода понадобится только для восполнения безвозвратных ее потерь. Сегодня предприятия и коммунальное хозяйство сбрасывают не очищенные или недостаточно очищенные сточные воды в водоемы, что ведет к их загрязнению, поскольку для разбавления стоков

требуется в несколько раз больший объем речной воды. Пока вода в реках по своему качеству, за исключением урбанизированных участков удовлетворяет санитарным нормам водопользования, но в осенне-летний период стоки с полей орошения снижают бактериальное качество и прозрачность воды практически повсеместно [343]. Наибольший уровень загрязнения установлен у Душанбе по р. Кафирниган и у городов Регар и Денау по Сурхандарье. Реки Пяндж и Вахш остаются почти на всем протяжении чистыми за исключением участков впадения в них соответственно рек Кызылсу и Нурек. Р. Варзоб загрязнена органическими веществами и патогенными микробами, а ниже впадения р. Такоб – тяжелыми металлами сточных вод плавиково-шпатового комбината.

На нужды орошения, сельского хозяйства и энергетики расходуется 93% потребляемой воды, а на промышленность и коммунальное хозяйство – 4,8. 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.

Вопросами гидрогеологического районирования орошаемых земель в аридных условиях занимались М.А. Шмидт, М.М. Крылов, В.А. Ковда, Н.В. Роговская, Д.М. Кац, В.А. Гейнц, Н.Н. Ходжибаев, А.Г. Владимиров и др. Мелиоративным районированием территории республики исследователи начали заниматься активно в послевоенный период. В настоящее время мелкомасштабным мелиоративным районированием охвачены все земли, подлежащие орошению. Площадь орошаемых земель увеличилась в постсоветский период на 8 %. Но основные ирригационные и крупномасштабные дренажные системы построены в 1930-1980 гг. Создано было 36 крупных гидротехнических и 350 ирригационных водозаборных сооружений с 5455 хозяйственными точками сброса коллекторно-дренажных вод. До 60 % орошаемых земель по республике обслуживается самотечными ирригационными системами с гидротехническими сооружениями, изношенными более чем на 50 %. Из-за изношенности оборудования и коммуникаций при помощи насосов орошается только около 262 тыс. га. Многие реки, где существуют водозаборы, не зарегулированы, и головные водозаборные сооружения после прохождения селей и паводков приходится оборудовать заново, иногда неоднократно в течение одного сезона. В системах вертикального дренажа в советский период эксплуатировалось 1823 скважины, но сегодня около 74 % из них находится в нерабочем состоянии.

Даже в советский период из 5200 точек, принадлежащих колхозам и совхозам, водомерными устройствами было оборудовано всего 38 % точек. Требуется организация регулярного мониторинга, прежде всего, в

орошительный сезон, так как в настоящее время отчеты по форме 2 – ТП «Водхоз», в связи с введением платы за воду, резко занижены, как по данным водопотребления, так и по сбросу сточных вод. Из 40 тыс. существующих фермерских хозяйств, большинство не имеет средств учета воды. Сегодня стоит задача оборудовать хотя бы 15 тыс. ферм.

По данным министерства мелиорации и водного хозяйства Таджикистана 93% потребляемых в республике водных ресурсов тратится на орошение земель, но величина этих затрат изменяется в зависимости от водности года решениями Межгосударственной координационной водохозяйственной комиссией стран Центральной Азии. Водозабор республики в среднем за многолетие составляет $9\div 12$ % от стока в бассейн Аральского моря, или порядка $10\div 15$ км³ в год за период 1985-2010 гг. Порядка 40 % от этого количества возвращается в водоприемники в виде коллекторно-дренажных и сточных вод. На хозяйственно-питьевое водоснабжение населения тратится не более 105 млн. м³ воды в год, а на все коммунальные нужды не более 4 % в целом потребляемой воды. В промышленности в 1990 г. использовалось 607 млн. м³ воды, а в постсоветский период резко снизилось, в связи с упадком промышленности, и составляет не более 240 млн. м³, или менее 3 % от водозабора республики. Учет водопотребления здесь организован лучше, чем в других отраслях хозяйства.

Успешно развивается рыбопромысловая отрасль хозяйства, на искусственных водоемах созданы прудовые хозяйства, занимающиеся рыборазведением. Рыбохозяйственные пруды в Таджикистане резко снизили забор воды в постсоветский период. С 1995 по 2005 гг. было забрано 90 млн. м³ в год, что в 4 раза меньше, чем в 1990 г., а за 2005-2009 гг. было забрано по 55 млн. м³. Однако, учет водопотребления в отрасли поставлен крайне неудовлетворительно.

Для аккумуляции паводкового стока и рационального использования водных ресурсов на реках создано 10 водохранилищ, крупнейшие из которых приведены в таблице 5.1 [112]. Три первых водохранилища построено только для целей ирригации, а три других (Фархадское, Кайраккумское, Нурекское) - для ирригационно-энергетических нужд. В водохранилищах происходит самоочищение и улучшение качества воды. В Таджикистане, из имеющихся 20 ГЭС, преобладают русловые гидроэлектростанции, но имеются и деривационные ГЭС: Варзобская – 2, Перепадная и Центральная на Вахшском магистральном канале. В настоящее время строятся почти исключительно малые ГЭС (Сангтудинская и др.). Таджикистан по запасам гидроэнергетических ресурсов занимает второе место после Российской Федерации на постсоветском пространстве, хотя по территории уступает

Российской Федерации в 119,4 раза. Потенциальные энергоресурсы Таджикистана превосходят ресурсы Австрии и Швейцарии вместе взятые и составляют 527 млрд. кВт. час в год (из доклада Э. РАХМОНА 04.12.2007). Они используются всего на 5%. Памиро-Алайская горная система в пределах Таджикистана до сих пор остается районом самой высокой концентрации гидроэнергетики на постсоветском пространстве

Таблица 5.1

Характеристика крупнейших водохранилищ республики

№ п/п	Водохранилища	Из какой реки наполняется	Год ввода в эксплуатацию	Головной объем, млн/м ³	Полезный объем, млн м ³	Площадь зеркала, км ²	Средняя глубина, м
1	Сульбуринское	Кызылсу	1963	20,7	17,0	2,31	8,7
2	Муминабадское	Обишур	1958	31	30	2,88	10,7
3	Каттасайское	Каттасай	1965	55	36,6	2,9	19,0
4	Фархадское	Сырдарья	1948	330	-	46	7,2
5	Кайраккумское	Сырдарья	1956	4160	2600	520	8,0
6	Нурекское	Вахш	1979	10500	4500	98	107

Гидроэнергетическое строительство началось в республике в советский период с 30-х гг. XX в. Мощность ее энергоагрегатов сегодня значительно превышает 3 млн. квт. Флагманами таджикской энергетики служат: Нурекская и Головная на р. Вахш, Кайраккумская на р. Сырдарья, каскады электростанций на Вахшском магистральном и Варзобском деривационном каналах. Их энергия используется на электроемких предприятиях и в сельском хозяйстве. На крупных электростанциях имеются гидрологические посты, а в самих ГЭС учитывается сток вод, прошедших через турбоагрегаты и холостые сбросы. К XXI веку Таджикистан превратился в страну сплошной электрификации. Однако, сезонная и многолетняя неравномерность распределения водных ресурсов препятствуют стабильной работе энергетической отрасли. В холодные периоды года, когда таяние ледников в горах прекращается, воды на гидроэлектростанциях не хватает для выработки необходимого количества электроэнергии, и подача ее населению не обеспечивается даже в минимально необходимом объеме. Простаивают и энергоемкие предприятия.

Энергетические проблемы должны решаться параллельно с водохозяйственными на пути внедрения современных энергосберегающих технологий и строительства новых энергетических объектов, работающих как на традиционных источниках энергии, так и на альтернативных.

В существенной модернизации нуждаются объекты хозяйственно-питьевого водоснабжения. Широкое развитие процессов загрязнения водоемов требует перевода водоснабжения за счет более качественных подземных вод. Поскольку они отличаются более высоким качеством, то еще в советский период были приняты решения о переходе объектов хозяйственно-питьевого водоснабжения населения на использование подземных вод. Неравномерность распределения ресурсов подземных вод по сезонам года и в многолетнем плане требует систематического применения методов восполнения их запасов за счет поверхностных вод, или методов магазинирования. Наиболее простым способом внедрения методов магазинирования подземных вод служит обустройство инфильтрационных аллювиальных водозаборов в нижнем бьефе и по берегам существующих водохранилищ и природных водоемов. При инфильтрации воды из водоемов происходит самоочищение нередко загрязненных поверхностных вод. Качество их при этом значительно улучшается и использование магазинированных вод в хозяйственно-питьевых целях обычно не требует существенной дополнительной очистки и подготовки. Поэтому наряду с внедрением новых методов магазинирования вод и строительством лучевых водозаборов, было бы полезно использовать опыт предков по строительству и эксплуатации кяризов и других устройств типа коллекторов глубокого заложения по каптированию высококачественных подземных вод.

О необходимости и мероприятиях по предотвращению негативных последствий разведки и разработки минерального сырья. Особенностью районов горнодобывающей промышленности является приуроченность большинства урбанизированных территорий к месторождениям полезных ископаемых, разрабатываемых или уже отработанных. Непосредственно, в селитебных районах расположены многие отвалы вскрышных пород, шлаков и некондиционных руд, шламо- и хвостохранилища. Они занимают большие площади и являются серьезными и постоянно действующими источниками загрязнения водоемов и ОС [392, 124]. Загрязнение водоемов и нарушение земельных ресурсов происходит уже при проведении разведочных работ. В советский период количество и запасы месторождений полезных ископаемых увеличились в десятки раз. Их разработка способствовала резкому увеличению техногенно-нарушенных территорий. Только в Кармазарском горнорудном районе для хранения отходов и обогащения руд цветных металлов сооружены

следующие хвостохранилища: Чойрух-Дайронское, Кансайское, Адрасманское, Алтын-Топканское, Чкаловское и Моголтауское с общей площадью в 885 га. В них аккумулированы частицы пустой породы, полученной при переработке руд путем дробления до размеров от 1 до ≤ 0.005 мм и флотации. Хвосты содержат кварц, кальцит, доломит, пироксен, гранат, полевые шпаты, хлорит, апатит, барит, сульфаты и глинистые минералы. Присутствуют и рудные минералы: молибденит, халькопирит, пирит и шеелит, висмутин, гематит и халькозин, галенит и сфалерит. В Советский период в Кармазаре производились и полуфабрикаты, с чем связано образование тысяч гектаров нарушенных земель. Вопросы рекультивации земель и создания систем мониторинга значительно отставали [8]. Отсутствовали научно-обоснованные экологические нормы и правила хозяйственной деятельности и экспертиза ограничивалась санитарно-гигиеническими регламентами. Экологическая и медицинская статистика носила закрытый характер, поэтому взаимоотношения человека с ОС в горнодобывающих районах было доведено до кризисного состояния.

В качестве примера можно привести месторождение Шураб с запасами бурых углей в 500 млн. т., вытянутое в широтном направлении на 35 км вдоль выходов юрских отложений с выделением трех площадей: северо-восточной, юго-восточной и западной. Месторождение разрабатывается с 1882 г. подземным способом. Угли гумусовые с зольностью до 21%. В 1990 г. годовая добыча составила 105 тыс. т, а ныне сократилась вдвое. Пустые породы образуют терриконы гребневидной и платообразной формы и занимают площадь в 41917 м². Они не покрыты растительностью и подвержены ветровой и водной эрозии с образованием вымоин размерами до 1,5 м.

В 1985 г. из угленосных отвалов угольных месторождений на Исфаринском КСМ и Расуловском кирпичном заводе в опытно-промышленном порядке были произведены значительные партии кирпича с переработкой соответственно 5 и 10 тыс. т. породы. Эти работы возобновляются, но образовавшиеся на месторождении искусственные ландшафты с оседанием земной поверхности требуют рекультивации.

Не менее значительные нарушения гидросферы и ОС связаны с добычей нефти и газа [393]. В Исфаринском и Канибадамском районах разведано до 30 нефтегазоносных структур, и в 1987 г. было получено 100 млн. т. нефти. Месторождение Ким начало эксплуатироваться в 1909 г. Глубина залежей составляет от 500 до 4500 м. Нефть — метанонафтенового состава, имеет плотность до 920 кг/м³. В песчаниках и известняках палеогенового и мелового возраста мощностью 28÷35 м, на глубинах 1500÷4000 м выявлены газовые

залежи. Попутный газ нефтяных месторождений без H_2S содержит до 93% метана.

Из рассолов толщи осадочных пород на Камышкурганском месторождении Аштский сользавод производит 21÷24 тыс. т. в год. Промышленные запасы соли оценены в 955 млн. т. В районе месторождения развиваются карстовые процессы с образованием промоин, понор, и карстовых воронок (200÷300) на $км^2$ и карстовыми колодцами диаметром до 1÷1,5 м и глубиной до 20 м. Природные воды в районе карстовых полей подвержены осолонению.

Наиболее широко распространены нарушения гидросферы и ОС в связи с добычей строительных материалов (табл. 5.2). По данным Госгортехнадзора, добычу строительных материалов осуществляют 170 предприятий 12-ти министерств и ведомств. Разрабатываются ≥ 120 карьеров с годовым объемом в 11÷12 млн. $м^3$, включая гравийно-песчаные смеси (≥ 8 млн. $м^3$), глины и суглинки (1,5 млн. $м^3$), пески и песчаники (0,5 млн. $м^3$), бутовый камень (0,5 млн. $м^3$).

Таблица 5.2

Добыча некоторых видов минерального сырья в Таджикистане

Минеральное сырье	Единица измерения	1965	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2005
Нефть (с газовым конденсатом)	млн. т	51	155	264	320	306	259	123	82
Газ	млн. $м^3$	48	324	246	148	129	110	56	26
Уголь	тыс. т.	901	887	875	783	479	310	233	122
Каменная соль	т.	50	55	56	65	169	107	68	42
Гипс	тыс. т.	390	498	524	804	967	852	741	867
Глины и суглинки	тыс. $м^3$	1563	1115	1248	1045	1021	964	437	563
Естественные облицовочные камни	тыс. $м^3$	-	-	14,6	19,6	25,5	21,2	6,3	17,4
Известняки	тыс. $м^3$	1762	1559	1428	1702	1772	1543	920	931
Керамзитовое сырье	тыс. $м^3$	-	50	180	140	137	128	73	82
Песчано-гравийная смесь	тыс. $м^3$	200	2236	6864	6766	7011	6213	1037	2103
Бутовый камень	тыс. $м^3$	-	-	862	1248	1023	1145	1125	2437

Кроме этого, существует много местных строительных и др. организаций, выполняющих самостийно добычу строительного сырья. Техногенные нарушения, при этом, приурочены к поймам рек, например, к природно-пахотно-пастбищным массивам Самгара, Палласа, Дальварзина, Зафаробода, Дегмая, Ходжа-Бакиргана, Канибадама и Карачкума, а также к межгорным долинам Исфары, Чорку, Ворух, Ашт, Ошоба, Долона, Карамазар, Уткансу, Куруксай, Алтын-Топкан, Ширинсай, Басманда, Аксу и Шахристан. Разработка строительных материалов, как правило, производится с нарушением требований законодательства о недрах, земельного законодательства и других нормативных актов. Карьеры с одним уступом и неровным дном имеют площадь 0,3÷32 га и глубину 2÷10м. Борта карьеров эродированы. Они служат искусственными геологическими окнами для грунтовых вод, а поскольку в них нередко устраиваются свалки, то карьеры превращаются в крупные источники загрязнения подземных и поверхностных вод.

Из 116 зарегистрированных в республике карьеров для 80% не оформлены горные и для 60% - земельные отводы, для 61% не составлены технические проекты. Около 100 карьеров разрабатываются незаконно. Значительная часть нарушенных земель приурочена к территории городов (Худжанд, Канибадам, Исфара, Табошар, Истаравшан) и населенных пунктов (Самгар, Кучкак, Хамраабод, Мурзорабад, Такели, Куруксай, Бахмал, Камышкурагн, Ошоба, Ходжа-Бакирган). И даже на урбанизированных территориях не планируются и не ведутся работы по рекультивации нарушенных земель. В Ферганской долине плотность населения очень высокая, земельные и водные ресурсы питьевого качества ограничены, и требуются разработки мероприятий по совершенствованию природопользования, рекультивации нарушенных земель и защите водохозяйственных объектов. Это, прежде всего, касается Самгарского, Аштского, Канибадамского, Науского и Дальварзинского районов.

Большинство карьеров гравийно-песчаных материалов сосредоточено в верхнечетвертичных аллювиально-пролювиальных отложениях голодностепского комплекса, слагая третью надпойменную террасу Сырдарьи, а также ее северных и южных притоков. Гравийно-песчаные материалы хорошо водопроницаемы и являются коллекторами вод питьевого качества. Большие карьеры по добыче строительных материалов расположены на конусах и выносах рек Ходжа-Бакирган, Аксу и Исфара, где добывают песок и гравий. Они так же являются коллекторами пресных вод питьевого качества.

Добыче гипса, доломита, известняка и минеральных глин из толщи пород юрского периода осуществляется в Исфаринском районе. Карьеры и их огромные пестроцветные отвалы имеют место в долине Гузан, Исфара и

Шураб. Поверхность отвалов эродирована и они сформировались в устойчивый источник загрязнения водоемов и водохозяйственных объектов. Вопросы рекультивации земель и защиты водоемов не решаются.

Нарушение гидросферы и ГС при добыче и переработке продукции рудных месторождений. Большая часть карьеров (Тары-Экана, Дарбаза, Такели, Наугарзан, Чорух-Дайрон) отработано до распада СССР, только карьер «Апрелевка» по добыче золота разрабатывается с 2002 г. Отвалы вскрышных пород мощностью в 20 м занимают пастбищные земли на площади в два раза больше, чем сам карьер. Только в Кармазарском горнорудном районе насчитываются десятки отработанных карьеров. Они вскрывают эффузивные породы среднего и верхнего карбона кислого и среднего состава, прорванные интрузиями гранодиоритов. Рудные зоны контролируются тектоническими нарушениями [2, 5, 27, 49, 58, 71, 290, 301, 319]. Полиметаллические, свинцово-цинковые и серебряные рудные тела имеют мощность 1÷2 м. Отработаны они до глубины 120÷180 м. Характер техногенных нарушений на всех карьерах очень близок. Так, карьер Тары-Экан находится в верховьях Дрешая и начал разрабатываться в 1954 г. Протяженность чашеобразного карьера шириной 200 м и глубиной 90 м с юго-запада на северо-восток составляет 360 м. Высота уступов составляет 10 м. с бермами между ними в 3 м и транспортными бермами в 7÷8 м. через 20 м. с углами откосов 56⁰. Карьер частично затоплен водой, в него произошли обрушения крупных глыб, которые продолжаются и ныне. Водная эрозия изменила его конфигурацию и сформировало осадки из современных аллювиально-пролювиальных склоновых отложений мощностью до 15 м. Это нельзя не учитывать при планировании работ по рекультивации нарушенных земель (табл. 5.3). При разработке рудных месторождений шахтным способом глубина техногенного воздействия на гидросферу возрастает, но интенсивность несколько снижается.

Таблица 5.3

Планируемые работы по рекультивации нарушенных земель

Направления рекультивации нарушенных земель	Вид использования рекультивированных земель	Районы распространения нарушенных земель
1. Сельско-хозяйственное	Пашни, сенокосы, пастбища, многолетние насаждения	Кызылинский, Дальварзинский, Патарский, Самгарский, Аштский массивы. Долины малых рек Южного и Северного склона Кураминского и

		Туркестанского хребтов
2. Лесо-хозяйственное	Лесонасаждения различного направления	Наугарзан, Гудас, Пангаз, Муламир, Ушун, Замбарак, Тарыэкан, Саримсахли, Алтын-Топкан
3. Водохозяйственное	Водоемы многоцелевого водопользования (хозяйственно-питьевых, коммунально-бытовых, рыбных и промышленных нужд)	Пангазсай, Джарбулак, Кукурак, Катаган, Махрам, Куштегирман, Басмандасай, Уткансай, Шахристансай, Исфарасай и др.
4. Рыбохозяйственное	Водоемы, используемые как среда обитания рыб	Кукурок, Мельниково, Куштегирман, левый берег Кайраккумского водохранилища
5. Рекреационное	Зоны отдыха и спорта, парки, лесопарки, туристические базы	Тавакская свита, Надаксай, Ворух, Наугарзан, Шахристан, правый берег Кайраккумского водохранилища
6. Строительное	Участки для промышленного, гражданского, сельского строительства	Канибадам, Худжанд, Чкаловск, Исфара, Гафуров
7. Строительство объектов, опасных в санитарно-гигиеническом отношении	Отвалы руд и горных пород, промышленных и бытовых отходов	Палас, Исфара, Чкаловск, Худжанд, Чорух-Дайрон, Кансай, Табошар, Адрасман, Алтын-Топкан

Горно-геологические условия таких месторождений (Чорух-Дайрона, Канимансура, Чукурджилги, Замбарака, Кансая, Южного Дарбози, Учочака, Такели, Куруксая, Чолаты и Алтын-Топкана) характеризуются сложной конфигурацией и непростым залеганием рудных тел при высокой крепости вмещающих магматических пород. До 65% территории Восточного и Западного Карамазара покрыто техногенными отвалами пород из этих шахт. Серьезно

нарушают геологическую среду также зоны принудительного обрушения крупных и мелких блоков, которые со временем увеличиваются. Отвалы пород и некондиционных руд высотой до 70 м., заброшенные шахты, шурфы и канавы формируют техногенные ландшафты. В породах этих отвалов содержится много сульфидных минералов, которые при наличии влаги и кислорода воздуха легко окисляются, формируя серноокислые растворы и серноокислотные ландшафты. Создаются устойчивые во времени и пространстве источники загрязнения поверхностных и подземных вод и ОС.

Не превзойденными по характеру загрязнения ОС являются объекты по добыче радиоактивных элементов открытым и шахтным способом [45]. Так, например, месторождение Табошар, открытое в 1926 г., разрабатывалось 40 лет открытым и шахтным способом. Накоплены значительные отвалы радиоактивных пород (в Табошарсае, Сарымсахлисае, Изялысае и Зюругсае), которые не поддаются самозарастанию. Открытые карьеры до 65% затоплены водой и ограждены, в Старом Табошаре выполнена частичная техническая рекультивация. Для отвалов этого месторождения, расположенных между городами Чкаловским и Гафуровым, выполнена санитарно-гигиеническая рекультивация.

Отмеченные хвостохранилища обогатительных фабрик и Чкаловский комбинат не имеют аналогов в мировой практике по характеру воздействия на природные воды и ОС. Это воздействие распространяется на территорию, во много раз превышающую площади, занятые непосредственно отвалами. Воздействие усиливается масштабными проявлениями водной и ветровой эрозии, а также потоками загрязняющих веществ, их высокими концентрациями и степенью токсичности их соединений.

Изложенное свидетельствует о том, что отработанные хвостохранилища предприятий цветной металлургии и отходы радиоактивного производства должны быть рекультивированы, без чего невозможно улучшить состояние ОС и сохранить в отвалах полезные компоненты, которые в будущем возможно переработать. Хвостохранилище в г. Чкаловске расположено на урбанизированной территории. Пыльные бури, нередко имеющие здесь место, вынуждают в необходимости самой оперативной санитарно-гигиенической рекультивации нарушенных здесь земель. Очаги серноокислотного загрязнения природных вод и ОС на Адрасманском, Кансайском, Чорух-Дайронском, Алтын-Топканском и Моголтауском хвостохранилищах перед проведением биологической рекультивации рекомендуется засыпать глинистыми, слабо проницаемыми породами слоем в 1÷2 м. При этом необходимо учитывать, что указанные объекты находятся в различных ландшафтно-климатических

условиях и требуют зонального и дифференцированного подхода при разработке мероприятий по рекультивации.

Выемки погашенных карьеров и зоны обрушения при указанном способе рекультивации возможно использовать для захоронения отходов производства, чтобы: а) выполнить техническую рекультивацию нарушенных земель в городской черте; б) локализовать очаги загрязнения природных вод, которые сформировались в виде отвалов и хвостохранилищ над уровнем грунтовых вод, включая процессы пылеобразования.

Источниками техногенных нарушений гидросферы служат также:

1) твердые отходы от производства плавикового шпата на месторождении Наугарзан;

2) разработка минеральных красок из верхнесилурийских и юрских отложений Шураба в виде железных охр, сернокислых солей железа и цветных глин, из которых Исфаринский завод производит 10 тыс. т в год минеральных красок;

3) техногенные ландшафты на месторождении Курганчи, где добывается кварцевый песок (150 тыс. т. в год) для производства силикатных изделий с содержанием SiO_2 до 96,16%;

4) разработки сырья для воздушной извести Исфаринского завода для производства строительного гипса;

5) карьер по добыче озокерита в Исфаринском районе;

6) добыча глин и суглинков в Истаравшанском районе для производства кирпича, где площади нарушенных земель выросли в разы.

Интенсивность прироста площадей нарушенных земель, в соответствии с данными государственной статистической отчетности, наблюдается с 60-х гг. XX в. в связи с добычей топливно-энергетического сырья, цветных, редких и благородных металлов, горнохимического сырья, драгоценных и облицовочных камней и строительных материалов (табл. 5.4) [8].

Для иллюстрации остроты экологических проблем на горнодобывающих предприятиях приведем пример добычи и переработки сурьмяных руд на предприятии «Анзоб» [350]. Оно расположено на северных склонах Гиссарского хребта Западного Тянь-Шаня в бассейне р. Заравшан. Абс. отм. хвостохранилища обогатительной фабрики составляет ок. 1800 м у р. Ягноб и ее притока ручья Габеруд. Климат района резко континентальный со среднемесячной температурой воздуха в июле 22°C , а в январе $-2,3^\circ\text{C}$, достигая в отдельные дни -21°C . Многолетняя среднегодовая температура воздуха равна $10,4^\circ\text{C}$. Район слабо заселен и приурочен к сильно расчлененной Заравшано-Гиссарской горной области с абс. отм. до 5500 м.

Загрязнение природных вод и ОС происходит в процессе добычи и переработки горнорудного сырья. На шахтах производятся эксплуатационные буровзрывные работы с устройствами для гидроорошения. Руда в вагонетках во влажном состоянии поступает на рудоспуски, оборудованные устройствами пылеподавления, далее по конвейеру из отвала направляется в корпус мелкого и среднего дробления. Ее пыление предотвращается местными отсосами и очисткой воздуха в циклонах. После дробления руда подвергается мокрому двухстадийному измельчению и флотуруется. Полученный концентрат отфильтровывается и просушивается в двух печах, работающих на угле.

Хвостохранилище обогатительной фабрики заполняется частицами пылеватой фракции диаметром 0,177 мм. При намыве хвостов происходит их сепарация с выносом пылеватых частиц в пруд и обогащением пляжа хвостов крупными песками с плотностью порядка 2,7 т/м³. Пылеватые частицы диаметром < 0,05 мм при порывах ветра до 17 м/с. перемещаются на открытых участках на расстояние до 1500 м. Местоположение хвостохранилища относительно жилых и промышленных площадок предприятия определено с учетом рельефа и направления господствующих ветров. Оно размещено в глубоком ущелье, с четырех сторон которого на сотни метров возвышаются хребты, значительно снижающие масштабы распространения пыли. Технологическими природоохранными мероприятиями являются процессы пылеподавления.

Источниками загрязнения подземных и поверхностных вод служат аварийные выбросы из системы гидротранспорта хвостов и фильтрация фильтрата пульпы через тело плотины и основание хвостохранилища. Среди мероприятий по защите подземных и поверхностных вод от загрязнения предприятием предусмотрены: очистка пульпы от грубодисперсных веществ (сурьмы, ксантогената и флотомасла), создание системы оборотного водоснабжения фабрики за счет технических вод хвостохранилища, перехват фильтрационного потока с возвратом его в хвостохранилище. Отвод ручья Габеруд в обход хвостохранилища по тоннелю обеспечивают его защите от загрязнения. Аллювиальные воды вскрыты в гравийно-галечных отложениях поймы р. Ягноб под хвостохранилищем. Их питание осуществляется за счет подрусовых вод и инфильтрации атмосферных осадков, а разгрузка в виде родников в хвостохранилище. Высокое положение УГВ установлено в мае и июле, а низкое - в декабре и феврале с амплитудой колебаний в 2,0÷3,0 м.

Реки района питаются ледниковыми и снеговыми водами с Гиссарского и Зеравшанского хребтов. У обогатительной фабрики, в приустьевой части р. Джижикруд размещен секционный шламоотстойник. Шлам представлен фракцией в 0,074 мм. Секции заполняются пульпой до расчетного горизонта с

продолжительностью отстоя 4÷8 часов. После этого из каждой секции осуществляется забор осветленной воды через водоприемные колодцы со сбросом в коллектор и в р. Ягноб. Шлам 2÷3 мес. сушится и вывозится на самосвалах в хвостохранилище в сухом виде. Такая технология оказывает интенсивное негативное воздействие на состояние окружающей среды: на атмосферный воздух, геологическую среду и, особенно, на водные ресурсы.

Весь регион относится к ценным рекреационным зонам с ресурсами первой категории, с многочисленными озерами ледникового и обвального происхождения, со скалами, с лесными ресурсами, реликтовыми породами причудливой формы, историческими и природными памятниками. Территория весьма значима для мирового туризма, расположена вблизи древних городов Центральной Азии и имеет неплохие коммуникации. Однако, в настоящее время рекреационные ресурсы близки к состоянию экологического бедствия из-за интенсивного освоения земель даже в горной труднодоступной зоне, экологически не всегда обоснованного строительства и сверхнормативного выпаса скота.

5.2. Гидрогеоэкологическое районирование территории республики по бассейновому принципу

Гидрогеоэкологическое районирование представляет собой одну из сложных и важных проблем региональных исследований водных ресурсов Таджикистана. Территория республики почти на 90% представлена горными системами. Здесь расположен самый высокий в Центральной Азии пик Исмаила Сомони на Памире с отметкой в 7495 м над уровнем моря. Благодаря большой разнице в абсолютных отметках рельефа местности здесь четко проявилась высотная поясность с почти полным набором ландшафтно-климатических зон, от субтропиков на равнинах и в предгорных впадинах до снежников и ледников горной тундры. Со сменой высотности рельефа резко меняются физико-географические условия. Жаркий аридный климат на равнинах сменяется суровым, холодным гумидным климатом на горах с развитием ледников и снежников.

Водный баланс на исследуемой территории определяется в среднем за многолетие количеством атмосферных осадков в 100,5 км³/год и объемом водного стока с территории республики в 51,7 км³/год. Разница между величинами осадков и стока приходится на испарение и аккумуляцию в ледниках и снежниках. Но, 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. Существующие схемы районирования поверхностного и подземного стока не учитывают бассейнового принципа и отражают реальную ситуацию весьма схематично и недостаточно точно.

Вопросами гидрогеологического районирования орошаемых земель аридных территорий занимались М. А. Шмидт, М. М. Крылов, В.А. Ковда, Н. В. Роговская, Д.М. Кац, В.А. Гейнц, А.Г. Владимиров, Н. Н. Ходжибаев, В.С. Самарина и другие исследователи. По Таджикистану, такие исследования выполнялись С.М. Домаревым (1943), Н.Д. Беспаловым (1946), И.Н. Антиповым-Каратаевым, О.А. Грабовской и П.А. Керзум (1947) и др. В результате гидрогеологических и почвенно-мелиоративных исследований накоплен большой фактический материал и выполнено мелкомасштабное районирование территорий с орошаемыми и подлежащими орошению землями (рис. 5.1 и 5.2).

Но в современных условиях требуется дифференцированный подход с учетом рельефа территории, который очевидно влияет не только на особенности водного баланса территории, но и на геодинамические процессы. Очевидно, что особенности поверхностного и подземного водного стока, условия его формирования, движения и разгрузки вод, их взаимосвязь и влияние на экологические условия определяются не только структурно-геологическими, но и гидрогеоэкологическими принципами. Поэтому эти принципы и положены в основу нашей схемы районирования. За единицу районирования первого порядка приняты макробассейны стока, которые подразделяются на мезо- и микробассейны стока.

Ранее межгорные впадины и крупные речные долины были отнесены на схеме общего районирования Таджикистана к гидрогеоэкологическим районам третьего порядка [139]. Области делились на подобласти по геоморфологическим и гидрогеоэкологическим признакам, по степени дренированности территории и мелиоративному состоянию земель. Области и подобласти Северного и Южного Таджикистана охарактеризованы соответственно в приложениях 5.1 и 5.2.

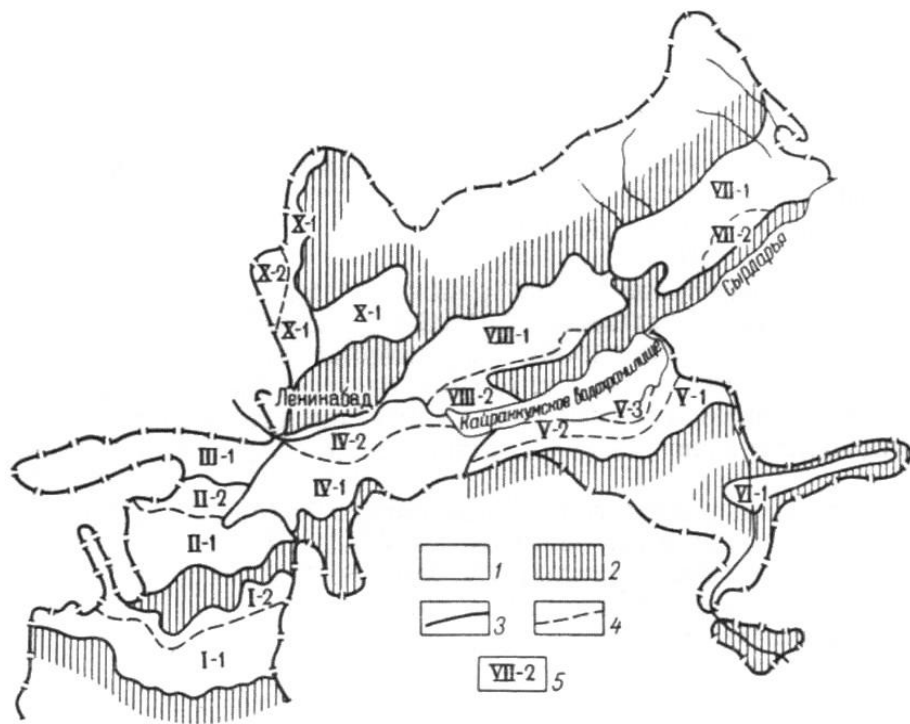


Рис. 5.1. Схема гидрогеолого-мелиоративного районирования орошаемых земель Северного Таджикистана

(1 – межгорные впадины и речные долины; 2 – горная территория; 3 – границы гидрогеолого-мелиоративных областей; 4 – границы подобластей; 5 – индексы гидрогеолого-мелиоративных областей и подобластей).

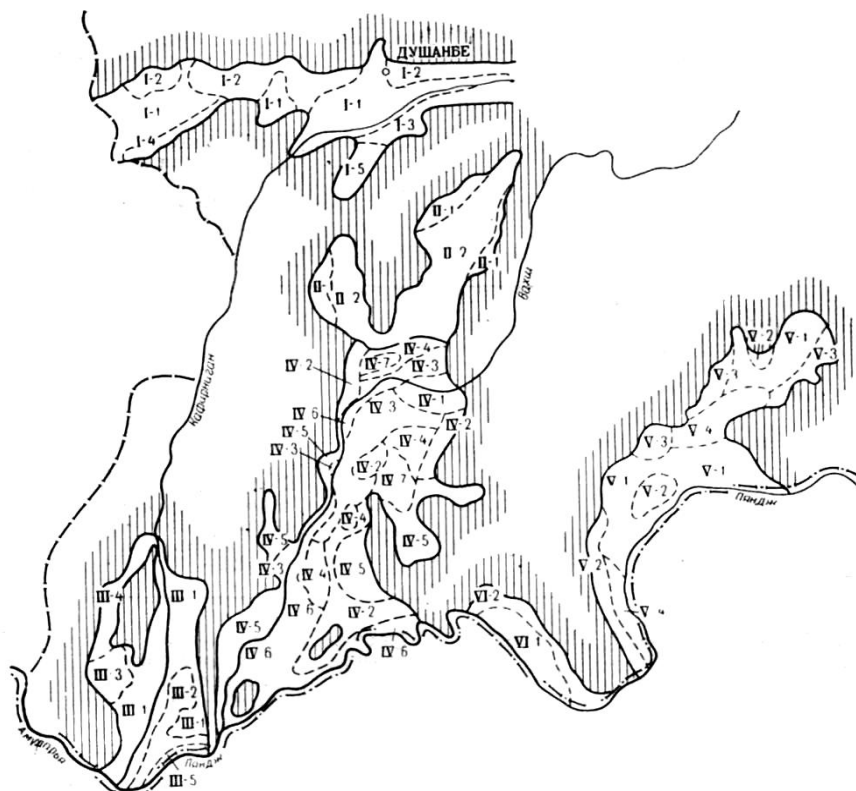


Рис. 5.2. Схема гидрогеолого-мелиоративного районирования орошаемых земель Южного Таджикистана. Условные обозначения см. на рис. 5.1

Водный сток с территории Таджикистана осуществляется Амударьинским и Сырдарьинским макробассейнами, в пределах которых нами выделены мезобассейны стока (рис. 4.1). Оба бассейна являются трансграничными. Значительная часть Амударьинского бассейна приходится на территории соседних стран: Афганистан, Пакистан, Узбекистан и Казахстан. А Сырдарьинский бассейн принадлежит также Кыргызстану, Узбекистану и Казахстану. В пределах Сырдарьинского макробассейна стока нами выделены и рассмотрены мезобассейны (Восточно-Сырдарьинский, Западно-Сырдарьинский и Белыйсникский) 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, Бессточно-Каракулским, Бартангским, Рангулским бессточным, Гундтским и Верхне-Пянджским, а также Язгулемо-Ванджской группой мезобассейнов стока. Каждый бассейн имеет свои области питания, формирования вод и их разгрузки.

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 км.³, 55 млн. м.³ и 15 млн. м.³. Водосборная площадь р. Сырдарья составляет около 265 тыс. км², а средний годовой расход за многолетие - 488 м³/сек или 15,4 км.³

В ледниках и снежниках Таджикистана сосредоточено более 400 км³ пресной воды высокого качества, что и обеспечивает республику богатыми водными ресурсами, выделяющими ее среди других республик Центральной Азии. Мощность оледенения достигала в недалеком прошлом 2,5 км. Именно благодаря горному рельефу и запасам воды в ледниках и снежниках на небольшой территории республики формируются основные реки Центральной Азии, составляющие $\geq 60\%$ всех ее водных ресурсов. Криолитозона в форме камнесодержащего горно-долинного полупокровного оледенения сформировалась в горах в позднем плейстоцене [174]. Мощность оледенения достигала 2,5 км. Формирование и таяние такой массы льда превращало V-образные долины в U-образные, троговые. Отступивший ледник оставил крутые сглаженные склоны, нередко с плащеобразным чехлом морены. Перед отступающим ледником формировалась конечная морена из хаотично нагроможденных обломков скальных и рыхлых пород с размерами иногда до 50 м в поперечнике. Из этого материала сформировались перемычки на днищах

долин высотой до 150 м и протяженностью до 5÷6 км, например, в приустьевой части долины р. Муксу на Памире. Длительность существования таких плотин, с которыми связано формирование горных озер, зависит от количества погребенного льда, размеров и состава обломков, а также количества мелкоземистого материала. Со временем происходит размыв плотины, обычно, у подножия склона с образованием гравитационных смещений пород (обрушениями). Материал таких обрушений повторно перекрывает долину и формируются новые горные озера, например, Яшилькуль, Зардев, Риваккуль. При наличии в теле размываемой плотины выступов скальных пород или крупных глыб коренных пород, размыв плотины резко замедляется и такие озера, как Ойкуль и Друмкуль в бассейне р. Шахдара сохранились в несколько меньших размерах. Сток из этих озер продолжается исключительно за счет фильтрации через тело плотины.

В течение четвертичного периода в связи с климатическими колебаниями неоднократно происходило отступление и наступление ледников, но уже в меньших размерах. При отступлении ледников в долинах рек образовывались конечные морены и формировались горные озера. Так, при отступлении Кударинского ледника была перекрыта долина р. Мургаб. Поскольку конечная морена содержала много льда, то это обусловило прорывы в плотинах и явилось причиной катастрофических паводков. В долинах рек Памира и в настоящее время существуют такие озера (Карадара, Чаканкуль и Кукджигит).

В краевой зоне ледников широко распространены каменные глетчеры, которые являются одной из форм проявления криогенеза в горах Таджикистана. Они, видимо, являются одной из стадий формирования моренных отложений в горных долинах и в нижних частях склонов. Горно-долинные глетчеры вытянуты вдоль долин до 3 км в виде языков, образуя мерзлотно-гляциальные формы рельефа. Они имеют разновидности погребенных под мореной ледников, или сцементированного льдом грубообломочного материала. В нижних частях склонов глетчеры формируются обычно в том случае, когда склоны имеют большую крутизну и сложены трещиноватыми скальными породами. Протяженность их соответствует наличию этих условий и достигает 1÷2 км. От них нередко идут длинные языки по ложбинам и промоинам. Каменные глетчеры обычно состоят из нескольких последовательно расположенных ступеней, иногда наложенных друг на друга в количестве 6÷7 подразделений. На окончании и с боков глетчеры обычно имеют крутые уступы высотой от 1÷2 до 40÷50 м.

Каменные глетчеры, перемещаясь из долин-притоков в основную долину, нередко перегораживают русло ее реки, образуя горные озера, или расчленяют уже сформированное ранее озеро на две, и более частей. Время существования

таких озер зависит от количества льда в каменных глетчерах. Чем больше льда в их составе, тем неустойчивее плотина.

Исследователи считают, что таяние ледников в последние 30÷35 тыс. лет обусловило нарушение изостатического равновесия, увеличило сейсмичность региона и активизировало гравитационные склоновые явления. Смещение больших масс пород обусловило формирование мощных толщ селевых и оползневых отложений, которые, в свою очередь, породили образование новых многочисленных озер в долинах рек, а некоторые реки изменили свое русло и текут в новых каньонобразных долинах. Примером может служить р. Бартанг, сформированная слиянием рек Мургаб и Кудара. При таянии ледников одновременно идут два процесса: образование и ликвидация существующих озер. При таянии современных ледников образуются новые горные озера, и, если плотины их содержат много льда, то они легко размываются и служат источниками селей гляциальной природы.

Как следствие глобального потепления климата наблюдается, так называемый, «парниковый эффект». Активизируются процессы таяния льдов и снежников. Учитывая это, Генеральная Ассамблея ООН в 1988 г. приняла специальную Резолюцию, отметив, что проблема климата должна решаться в глобальном аспекте [446]. Результаты моделирования свидетельствуют о том, что это отрицательно скажется на геоэкологических условиях и социально-экономическом развитии Таджикистана [171]. Только с 1940 по 2000 гг. в долинах рек средняя температура воздуха увеличилась на 0,3°C в Худжанде и на 1,2°C в Дангара. В ряде горных районов (Хушъери, Рашта и Сангистона, Файзабаде и Ишкашима) наблюдались отрицательные изменения температуры (-0,8°; -0,3°C). Но в остальных горных районах изменения температуры были положительными (0,4°÷0,5°C). В районах выше 2500 м над уровнем моря рост среднегодовой температуры достиг 0,2°÷0,4°C за исключением высокогорной котловины у оз. Булункуль (-1,1°). Тренды средней годовой температуры воздуха с 1940 по 1960 гг. были отрицательными, а с 60-х гг. сменились на положительные [139, 448].

Изменения климата влияют на положение границы распространения ледников и снегового покрова, а также на образование и исчезновение горных озер вблизи от нижней границы снежно-ледового покрова. Эти озера являются аккумулятором больших ресурсов пресных вод и заслуживают первоочередного освоения народным хозяйством республики. В Таджикистане насчитывается порядка 1450 озер с общей площадью 716 км² (ок. 0,5% площади республики). Более 80% этих озер находятся на отметках 3000÷5000 м над уровнем моря.

По прогнозам на 2100 г. среднегодовая температура может увеличиться на 3,0° С, а величина осадков - на 54%, если тенденция потепления сохранится. Ожидается резкое увеличение водного стока, как за счет таяния снега и льда, так и за счет роста атмосферных осадков, выпадающих в горах. Однако, периодически бывают и очень сухие периоды, например, десятилетие с 1941 по 1950 гг. Затем отмечен влажный период до 1960 г. До 1990 г. наблюдались положительные и отрицательные годовые периоды, после чего произошло увеличение количества осадков с максимумом на 1999 г, сменившимся периодом с очень низким количеством осадков.

Сток воды из горных озер происходит путем: 1) перелива воды через плотинную перемычку; 2) фильтрацией через моренные отложения и 3) одновременно поверхностным и подземным путем. На ранней стадии развития озер имеют место все перечисленные формы стока, а на поздней стадии преобладает поверхностный сток. Только озера термокарстовые. моренно-ледникового подтипа, при этом. переходят в моренные, бессточные котловины [292].

Накопление воды в озере определяется: температурой воздуха и воды в озере в период заполнения его ванны, количеством осадков в области питания, положением нулевой изотермы в теплый период года и величиной абляции ледников и снежников. Для оценки этих факторов нужны режимные наблюдения.

Таким образом, очевидно, что режим накопления и таяния ледников и снежников и система их взаимосвязи с горными озерами требуют режимных наблюдений для водохозяйственного освоения и регулирования.

Значительная и менее изученная и освоенная часть водных ресурсов сосредоточена в подземной гидросфере республики. Решение проблемы чистой питьевой воды в соответствии с программой, принятой правительством Таджикистана на 2007-2020 гг. связано именно с дальнейшим освоением подземных вод и применением современных инновационных технологий. При оценке ресурсов подземных вод на территория республики еще в 1960-1970-х гг. было выделено 10 гидрогеологических районов с 49 расчетными участками. Учитывалось, что в пределах выделенных районов совершается полный цикл формирования, движения и разгрузки оцениваемого типа подземных вод. Эти районы обычно совпадают со структурно-фациальными зонами и подзонами и иногда объединяют несколько зон. Водоносные горизонты расчетных участков приурочены к определенному литолого-стратиграфическому комплексу пород с конкретными коэффициентами фильтрации, мощностью водоносного горизонта и пр. Так, район восточной части Дальверзинской равнины и южной окраины

Голодной степи примыкает к территории Узбекистана. Практическое значение имеют водоносные горизонты гравийно-галечниковых аллювиально-пролювиальных отложений конусов выноса рек с Кураминского и Туркестанского хребтов. Второй район приурочен к Северо-Таджикскому региону, исключая Сардобский участок, входящий в состав первого района. Здесь имеют место трещинно-грунтовые воды палеозойских пород, местами перекрытые четвертичными отложениями с поровыми водами, а в Мирзараватском артезианском бассейне — меловыми и палеогеновыми отложениями с напорными водами. Третий район приурочен к западной части Ферганского артезианского бассейна, эксплуатирующего водоносные горизонты аллювиально-пролювиальных отложений долины р. Сырдарьи, межгорных впадин Ферганской котловины и, в меньшей степени, воды неоген-древнечетвертичных отложений Южной Ферганы. Четвертый Центрально-Таджикский район, исключая Южно-Гиссарский район второго порядка, и, включая Петро-Заалайский регион, эксплуатирует воды четвертичных отложений, взаимосвязанные с трещинно-грунтовыми и трещинно-жильными водами палеозоя, и реже трещинно-карстовыми водами карбонатных пород. Районы с пятого по девятый включительно расположены в Южно-Таджикской депрессии и Южно-Гиссарском гидрогеологическом районе второго порядка. Здесь также эксплуатируются водоносные горизонты аллювиальных отложений речных долин и пролювиально-аллювиальных отложений межгорных впадин. Меньше используются воды разломов и тектонических контактов с мезозойско-третичными отложениями. Десятый район занимает всю мало изученную область Памира, включая Дарваз. Расчетные участки Восточного Памира выделены по озерным и речным бассейнам. Их водные ресурсы приурочены к таликам четвертичных отложений и глыбового делювия из пород от докембрия до палеогена. Трещинно-грунтовые воды на участках Западного Памира приурочены преимущественно к палеозойским и докембрийским породам и местами перекрыты четвертичными отложениями с порово-пластовыми водами.

В целом, для республики основное значение имеют: а) водоносные горизонты четвертичных отложений, гидравлически связанные с трещинно-грунтовыми водами гидрогеологических массивов; б) водоносный комплекс неоген-древнечетвертичных отложений Южной Ферганы; в) водоносный локально развитый комплекс меловых и палеогеновых пород, содержащий пресные воды в бассейнах Северо-Таджикского региона; г) водоносные комплексы гидрогеологических массивов от докембрийских до палеогена.

Оценка эксплуатационных водных ресурсов до настоящего времени выполнялась для каждого участка отдельно, что обусловлено недостаточной

изученностью гидросферы республики. Считалось, что значение местных источников питания и взаимосвязь водоносных горизонтов с реками фактически снимает эффект взаимного влияния соседних водозаборов.

В работе водные ресурсы четвертичных отложений оценены на 22 участках из 49. Мощность водоносных горизонтов варьирует от 50 до 250 м, а коэффициенты фильтрации — от 2 до 100 м/сут. В зависимости от гранулометрического состава пород величина водоотдачи составила $0,15 \div 0,35$. Суммарные эксплуатационные ресурсы оценены в 14,2 млн. м³/сут при модуле эксплуатационных ресурсов $20 \div 30$ л/сек/км². Более низкие модули установлены для пролювиально-аллювиальных отложений, а самые высокие — для Пянджского конуса выноса.

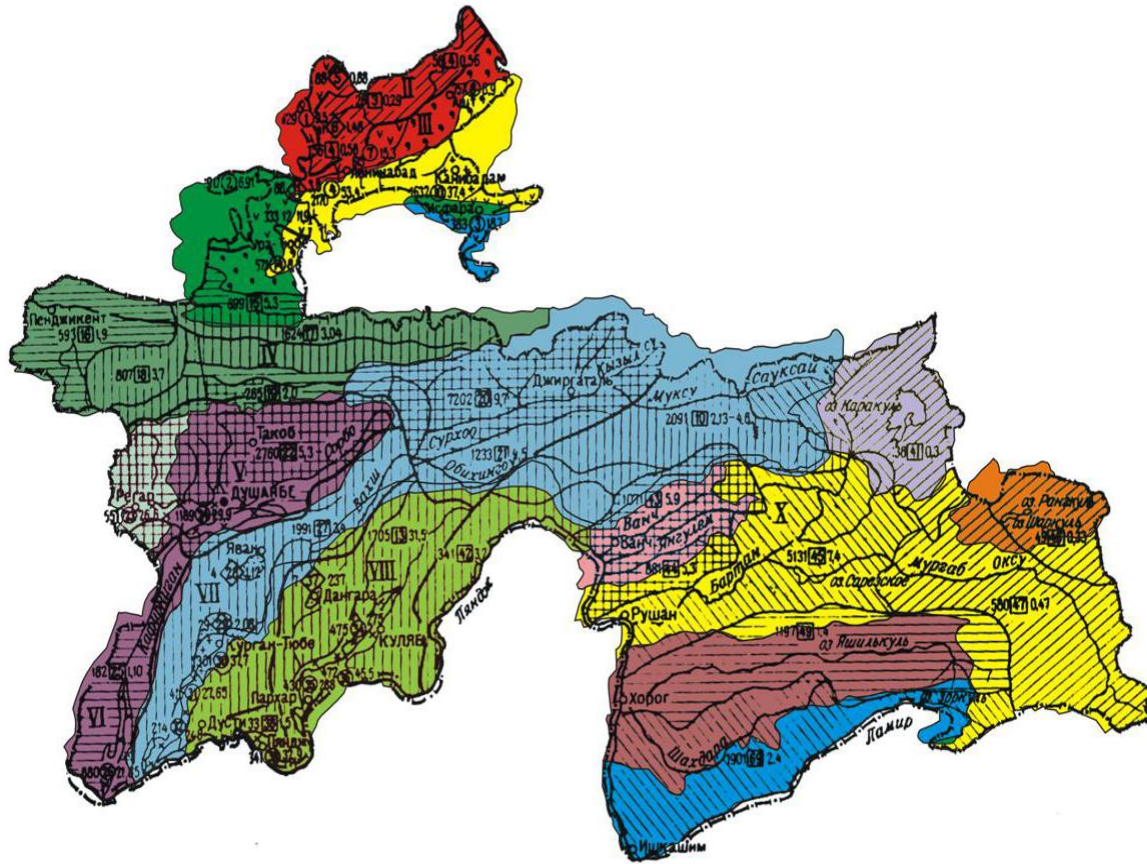
Мощность водоносного комплекса неоген-древнечетвертичных отложений Наудинской гряды Южной Ферганы составляет $50 \div 250$ м при коэффициенте фильтрации 2 м/сут и водоотдаче 0,02. Эксплуатационные ресурсы приняты равными естественным и составляют 88 тыс. м³/сут при модуле эксплуатационных ресурсов 3,6 л/сек/км². Мощность водоносного комплекса меловых и палеогеновых отложений в Мирзараватском артезианском бассейне колеблется от 10 до 150 м при коэффициенте фильтрации 6 м/сут, водоотдаче 0,02 и коэффициенте упругоёмкости $3,6 \cdot 10^{-5}$. Эксплуатационные ресурсы приравнены к естественным, составляя 41 тыс. м³/сут. при модуле эксплуатационных ресурсов ок. 1,48 л/сек/км².

Естественные ресурсы вод от докембрийских до третичных отложений в Северном, Центральном Таджикистане и на Памире приблизительно оценены в 24,62 млн. м³/сут при модуле подземного стока от 0,23 до 9,7 л/сек/км². Минимальные значения модуля (< 1) определены для высокогорья Восточного Памира и гор Кармазара и Моголтау. Для них характерен полупустынный климат. Высокие значения модуля зафиксировано для Центрального Таджикистана ($5,3 \div 9,7$ л/сек/км²). В Южно-Таджикской депрессии естественные ресурсы вод мезозойских и палеогеновых отложений составляют 3,91 млн. м³/сут при модуле стока $1,1 \div 3,4$ л/сек/км². Все эти данные сведены на одной карте, основу которой представляют мезобассейны стока (рис. 5.4).

Анализ карты свидетельствует о том, что в целом по республике естественные ресурсы подземных вод составляют 45,1 млн. м³/сут. или 522 м³/сек, а эксплуатационные ресурсы только — 14,35 млн. м³/сут. (166 м³/сек). Большая часть их приходится на воды четвертичных отложений. Наши расчеты показывают, что эксплуатационные ресурсы подземных вод возможно увеличить более, чем на порядок за счет восполнения их поверхностными водами.

В результате анализа и обобщения материалов по изучению условий и факторов формирования поверхностных и подземных вод намечены мероприятия по регулированию водного режима территории.

Условные обозначения



Сырдарьинский макробассейн с мезобассейнами:

- Северо-Сырдарьинская группа
- Восточно-Сырдарьинский
- Западно-Сырдарьинская группа
- Бельсникский
- Исфарино-Кравшинская группа

Модуль подземного стока:

- 0,1 – 14,0 л/сек/км
- 1,0 – 2,0 л/сек/км
- 2,0 – 3,0 л/сек/км
- 3,0 – 5,0 л/сек/км
- 5,0 – 10, л/сек/км

Амударьинский макробассейн с мезобассейнами:

- Зеравшанский
- Кафирниганский
- Сурхандарьинский
- Вахшский
- Пянджский
- Язгулемо-Ванджская группа
- Бессточно Каракульский
- Бартаганский
- Ранкулский
- Гундский
- Верхне-Пянджский

Модуль эксплуатационных ресурсов:

- 1,0 – 6,0 л/сек
- , , 5,0 – 10,0 л/сек
- v v 10,0 – 20,0 л/сек
- x x 20,0 – 30,0 л/сек
- + + 30,0 – 50,0 л/сек
- L L 50,0 л/сек

Участки с рассчитанными ресурсами:

- для грунтовых вод
- для трещинно-грунтовых вод
- для напорных вод

Рис. 5.4. Бассейны рек Таджикистана совместно со схематической картой ресурсов подземных вод

К хорошо дренированным отнесены отложения верхних и средних частей конусов выноса и высоких речных террас. Здесь подземные воды залегают на глубине до 150÷200 м, *например*, в Шахристанской впадине, а в долинах Южного Таджикистана – на глубине 30÷50 м. Наличие в разрезе валунно-галечного, грубообломочного и дресвяно-щебенистого материала обеспечивает высокую проницаемость и интенсивный подземный сток пресных вод гидрокарбонатного и сульфатного состава (приложение 5.1).

На высоких террасах долин Южного Таджикистана в отдельных случаях в водах обнаружено повышенное содержание солей, что объясняется водопритоками минерализованных трещинных вод. Испарение и транспирация, при этом, не играют заметной роли в балансе грунтовых вод. На этой территории имеют место плодородные земли, которые пока не возделываются. При орошении стабилизация уровня грунтовых вод устанавливается на глубинах около 15 м. Режим уровня грунтовых вод регулируется при помощи комплекса эксплуатационно-агротехнических мероприятий, который уменьшает отток подземных вод к ниже лежащим землям, предотвращая ухудшение их состояния. Там, где в геологическом строении средних частей конусов выноса (Западная Фергана) и речных террасах (Южный Таджикистан) принимают участие суглинки, супеси, наряду с песками, гравием и галечниками, движение подземных вод несколько затруднено, но величина подземного оттока остается значительной (500 мм в год и более). В Западной Фергане на орошаемых землях грунтовые воды залегают на глубинах 8÷30 м, *и имеют* минерализацию до 1÷1,5 г/л. В Южном Таджикистане в долинах рек глубины залегания грунтовых вод варьируют от 0÷15 м на второй и третьей террасах до 15÷20 м на четвертой террасе. Их минерализация соответственно изменяется от 1÷5 до 3÷8 г/л с увеличением роли хлоридов в химическом составе. При орошении происходит подъем уровня грунтовых вод, и при неглубоком их залегании развиваются процессы засоления почв, особенно интенсивно при глубинах залегания вод в пределах 1÷2,5 м. Если площади земель с вновь организуемой системой орошения сложены суглинками, то на них формируется неустойчивый режим грунтовых вод со скоростью подъема уровня 0,5÷1 м в год. При подъеме уже до глубин 3÷5 м минерализация вод иногда возрастает до 15 г/л. В этом случае, в комплекс эксплуатационных и агротехнических мероприятий рекомендуется включать в сочетании с горизонтальным, вертикальный дренаж, особенно там, где в четвертичных отложениях имеют место напорные воды. При организации водоснабжения за счет грунтовых вод уровень их снижается.

Вторая, третья и четвертая террасы в долинах Южного Таджикистана сложены суглинками, супесями и мелкозернистыми песками с прослоями гравия. Они слабо дренируются. Аналогичная ситуация установлена на периферических участках конусов выноса в Западной Фергане. Они сложены суглинками, супесями и на глубинах 20÷25 м подстилаются песчано-гравийными отложениями. Низкие значения коэффициентов фильтрации суглинков и супесей снижают отток грунтовых вод до 200÷500 мм в год. При этом, возрастает роль испарения и транспирации в водном балансе.

На орошаемых землях второй и третьей речных террас Южного Таджикистана грунтовые воды установились на глубинах 1÷4 м с минерализацией 2÷25 г/л, а на четвертой террасе – 3÷40 м с минерализацией до 50 г/л и высоким содержанием хлора. Скорость подъема уровня грунтовых вод на четвертой террасе достигает 2÷4 м в год и сопровождается ростом их минерализации. В Западной Фергане грунтовые воды поднимаются до 0,5 м с минерализацией 3÷6, а под солончаками – до 15 г/л. *Считается, что* критическая глубина залегания грунтовых вод на орошаемых землях составляет 3,5÷4 м за исключением Вахшской долины, где она уменьшается до 1,7÷2,5 м. Здесь вертикальный дренаж эффективен только при сооружении гравийных фильтров.

На неосвоенных территориях установлен приток грунтовых вод со стороны орошаемых массивов, например, в Аралтугайской впадине по правобережью Вахшской долины и в межконусном понижении Хашимкуль, в Фергане, где по периферии конусов имеют место напорные воды. Здесь подземные воды залегают преимущественно на глубине 0,5÷2 м, их отток не превышает 200 мм в год, а испарение становится главной статьей их расхода в балансе. На орошаемых участках минерализация воды достигает 7÷8 г/л при критической глубины залегания ≥ 4 м и широком развитии солончаков. Преобладают солончаки хлоридного натриевого типа с минерализацией вод до 100 г/л и более (приложение 5.1).

Режим грунтовых вод на орошаемых землях регулируется при помощи горизонтального и вертикального дренажа. Опреснение верхней части водоносного горизонта при освоении солончаков достигается в процессе капитальных промывок, но этот процесс, как показал опыт освоения солончаков Караланга (Э.Г. Ваксман), весьма продолжительный и занимает несколько лет (приложение 5.2). *Опыт показал необходимость* 1) выбора режима орошения и мер борьбы со сбросами неиспользованных поливных вод и фильтрацией из каналов; 2) необходимости совершенствования системы дренажа. Опытные-балансовые исследования с постановкой системы мониторинга показали, что при существующих способах полива и

ослабленном просачивании воды, формируются грунтовые воды с повышенной минерализацией. Промывной режим орошения успешно осуществляется только при активизации оттока подземных вод со стабилизацией их уровня. Это достигается, когда нисходящий ток воды составляет 20÷30% от общего водопотребления при глубине уровня грунтовых вод 1,5÷2,5 м. Промывной режим орошения эффективен, когда сток грунтовых вод по коллекторам составляет 40÷60% от водоподачи нетто. Критическая минерализация грунтовых вод достигается капитальной промывкой и поддержанием промывного режима орошения в дальнейшем. Мощность слоя опресненных вод постепенно, при этом, возрастает, а глубина до их уровня регулируется не менее 1,5÷2 м совместно с допустимой минерализацией. При меньшей глубине резко возрастают их потери за счет испарения и дополнительных затрат поливной воды на вымывание солей. Избыток воды способствует подъему уровня грунтовых вод даже на высоких террасах. Даже в условиях упорядоченного водопользования поверхностный сброс составляет 8÷10% от оросительной нормы, что позволяет сократить головные водозаборы на 30÷35%.

В настоящее время потери воды из русел каналов составляют до 30% от водозабора брутто, на фильтрацию приходится порядка 300÷600 мм в год из каналов, а с полей – не более 220 мм. Фильтрация из каналов сокращается путем гидроизоляции русел, а также за счет уменьшения водозабора. Расчеты понижения уровня грунтовых вод при сокращении водозаборов выполняются для каналов путем использования соотношения между фильтрационными потерями и расходами воды. Так, в Вахшской долине на основе таких расчетов и снижения расходов воды в каналах в вегетационный период на 30%, с закрытием на остальной период обеспечило снижение уровня грунтовых вод на 0,4÷1 м. Стабилизации ситуации способствует также сочетание горизонтального и вертикального дренажей, оборудованных с учетом гидрогеологических условий и составляющих порядка 0,25÷0,60 л/сек-га. Промывной режим орошения с применением закрытого горизонтального дренажа обеспечивает сток солей с грунтовыми водами с орошаемых земель. При углублении дрен до 4,5 м производительность дренажа растет в 4÷5 раз, а при использовании передовых технологий она может быть увеличена в 8÷10 раз.

Прогрессивным способом комплексного регулирования волно-солевого режима орошаемых земель является вертикальный дренаж, применяемый в сочетании с горизонтальным. Он воздействует активно на напорные водоносные горизонты и позволяет использовать откачиваемые воды для водоснабжения и регулирования требуемого режима грунтовых вод. При

этом, увеличиваются темпы рассоления земель и сохраняется полезная орошаемая площадь. Кроме того, при использовании откачиваемой воды для орошения и водоснабжения и закрытии ирригационной сети в невегетационный период существенно улучшаются экономические показатели производства (табл. 5.4). Гидрогеологические условия большинства орошаемых массивов Таджикистана (наличие песчано-галечных отложений, хорошая гидравлическая связь грунтовых вод этих отложений и покровных мелкоземов, развитие пресных и слабоминерализованных вод на многих участках) благоприятны для применения вертикального дренажа.

Таблица 5.4.

Сравнительная оценка горизонтального и вертикального дренажей в расчете на 1 га мелиорируемой площади

Показатели	Единица измерения	Объекты			
		Голодная степь		Вахшская долина	
		горизонтальный дренаж	вертикальный дренаж	горизонтальный дренаж	вертикальный дренаж
Капиталовложения в строительство	Долл.	3860	240	297	196
Ежегодные эксплуатационные расходы	Долл.	213	426	450	350

Судя по результатам исследований баланса грунтовых вод и экспериментальных исследований эффективности, вертикальный дренаж наиболее эффективен в слабодренированных чашевидных понижениях и депрессиях рельефа, где развиты напорные и не напорные воды. Примером могут служить Дангаринская и северная часть Яванской впадины, а также уступы высоких террас и в верхние части конусов выноса, где перехватываются потоки грунтовых вод, стекающие на нижележащие земли. Так, в районах Вахшской долины и на конусах выноса в предгорных равнинах Западной Ферганы оптимальная глубина скважин вертикального дренажа составляет 50÷100 м.

В межгорных впадинах с супесчано-суглинистыми отложениями в разрезе, скважины закладываются в галечниках выше по потоку, что обеспечивает высокую производительность и хорошее качество каптируемой воды. На речных террасах они размещаются по линейно ориентированным створам, а на конусах выноса их профили ориентированы вдоль

гидроизогипс. При 3-х створах, нагрузка по перехвату вод составляет соответственно 60, 30 и 10% от общего притока воды, а при 2-х створах – 80 и 20%. Такой перехват потока считается благоприятным. В результате откачки формируется искусственный песчано-гравийный фильтр. При применении вертикального дренажа оптимизируется управление режимом грунтовых вод.

На орошаемых землях Таджикистана восполняемые запасы пресных подземных вод составляют $\geq 1 \text{ км}^3$, что достаточно для орошения тысяч гектаров в долинах рек Сырдарья, Кызылсу и Яхсу, где земли нуждаются в мелиорации, а поверхностных вод не хватает. Запасы восполняемых подземных вод на орошаемых землях Таджикистана охарактеризованы в приложении 5.3 совместно с основными ирригационно-мелиоративными показателями. Выбор оптимального варианта применения вертикального и горизонтального дренажа зависит от гидрогеологической и технико-экономической целесообразности. Системы вертикального дренажа целесообразно создавать там, где в подстилающей толще имеются пески или галечники. Их создание в вододефицитных районах позволяет снизить эксплуатационные затраты при орошении на 20÷30%.

Из приложения 5.3 очевидно, в частности, что при создании систем вертикального дренажа повсеместно, где есть для этого условия, возможно, задействовать порядка 2 млн. м^3 грунтовых вод и оросить до 200 тыс. га земель, т. е. до 25% перспективных орошения земель. Использовать геологические запасы подземных вод считается нецелесообразным.

5.3. Пути преодоления негативных последствий в гидросфере Таджикистана и в бассейне Аральского моря

Трансграничные речные системы Сырдарьи и Амударьи издревле определяли условия жизни народов в Центральной Азии. Орошаемое земледелие известно здесь с VI-VII веков до н.э. Исторически сложились и системы строительства кяризов и сооружений по борьбе с паводками. Широкомасштабное гидротехническое строительство развернулось в советский период. Была создана среднеазиатская водохозяйственная система с комплексным использованием водных ресурсов. В горной части речных бассейнов был создан каскад водохранилищ с многолетним управлением речным стоком и гарантированным водообеспечением региона даже в маловодные годы. Система носила ирригационно-энергетическую направленность с объединенной среднеазиатской энергетической системой. Энергетические системы создавались в горной части региона,

преимущественно в Таджикистане и Киргизии, а орошаемое земледелие развивалось, главным образом, в Узбекистане, Казахстане и Туркмении. В условиях единой водохозяйственной и энергетической политики СССР регион стал ведущим по производству хлопка, зерновых культур, мяса и шерсти.

В Таджикистане сложилась узкая специализация в развитии экономики. Развивалась гидроэнергетика и горнодобывающая промышленность. В небольшой по площади равнинной части территории развивалось орошаемое земледелие. На этой части территории пресные воды широко используются для орошения сельскохозяйственных земель, обводнения пастбищ и сенокосных угодий, а также для энергетических, промышленных и коммунально-бытовых нужд населения. Водный сток с территории Таджикистана составляет $64 \text{ км}^3/\text{год}$, а с учетом транзита $\geq 70 \text{ км}^3/\text{год}$. Если учесть, что республика относится к аридной зоне, то, очевидно, что Таджикистан обеспечен водой хорошо. Среднегодовой поверхностный сток с 1 км^2 территории Таджикистана составляет 354 тыс. $\text{м}^3/\text{год}$ (11,2 л/с), а с территории б. СССР 197 тыс. м^3 (6,25 л/с) и соседних государств Средней Азии - 91 тыс. $\text{м}^3/\text{год}$ (2,9 л/с), уступая только Грузии (769 тыс. $\text{м}^3/\text{год}$, или 24,4 л/с с 1 км^2). Высокая обеспеченность Таджикистана водой обусловлена горным рельефом, особенно в ледниковой зоне на хр. Памиро-Алая, где выпадает до 2500 мм в год атмосферных осадков [139] и формируется до 73% всего поверхностного стока республики в бассейнах рек Пяндж и Вахш.

Эксплуатационные запасы подземных вод, пригодные для водоснабжения, составляют $2,196 \text{ км}^3/\text{год}$, или $69,7 \text{ м}^3/\text{с}$, что больше годового расхода р. Варзоб [261]. На одного жителя Таджикистана приходится 15 тыс. м^3 воды в год. При таком, казалось бы, значительном количестве воды растет ее дефицит и ухудшается ее качество. Дело в том, что водные ресурсы в республике распределены территориально, по сезонам года и в многолетнем плане крайне неравномерно. Так, по рр. Яксу и Кызылсу без регулирования стока развитие орошения вообще невозможно. Трудности усугубляются межгосударственными отношениями с Узбекистаном и Туркменией, куда из республики поступают воды Амударьи и Сырдарьи. В маловодные годы воды Амударьи зимой не доходят до Арала, поскольку полностью разбираются на орошение.

Много воды потребляет промышленность не только из-за своего быстрого роста, но и из-за увеличения водоёмкости производства. Так, на 1 т. продукции Вахшский завод азотнотуковых удобрений затрачивает $50 \div 300 \text{ м}^3$ воды, алюминиевый завод — $100 \div 200$, а кабельный — 250 м^3 ; на переработку 1 т. нефти-сырца требуется 35 м^3 воды. Сточные воды этих производств

загрязняют водоемы. Необходимо строить очистные сооружения и переводить предприятия на замкнутое оборотное водоснабжение без сброса стоков в водоемы. Это снизит забор воды из источника на порядок. Вода понадобится только для восполнения безвозвратных потерь. Сегодня предприятия и коммунальное хозяйство сбрасывают не очищенные или недостаточно очищенные сточные воды в водоемы, что ведет к их загрязнению, поскольку для разбавления стоков требуется в несколько раз больший объем речной воды. Пока вода в реках по своему качеству, за исключением урбанизированных участков удовлетворяет санитарным нормам водопользования, но в осенне-летний период стоки с полей орошения снижают бактериальное качество и прозрачность воды практически повсеместно [343, 348]. На основные хозяйственные нужды в республике расходуется менее 20 % вод, формирующихся на территории республики, что значительно меньше объемов воды, потребляемых в Узбекистане ($62\div 65 \text{ км}^3$). Порядка половина этого количества в виде коллекторно-дренажных и сточных вод возвращается в речную сеть, загрязняя водоемы [447]. Среднегодовой объем возвратных вод в целом по территории Центральной Азии достигает 38 км^3 . Часть этих вод повторно используется на орошение, а часть сбрасывается в реки и естественные понижения: Арнасай в среднем течении Сырдарьи и Сарыкамыш в низовьях Амударьи [261]. Наибольший уровень загрязнения водоемов в Таджикистане установлен у Душанбе по р. Кафирниган и у городов Регар и Денау по Сурхандарье. Реки Пяндж и Вахш остаются почти на всем протяжении чистыми за исключением участков впадения в них соответственно рек Кызылсу и Нурек. Река Варзоб загрязнена органическими веществами и патогенными микробами, а ниже впадения р. Такоб - тяжелыми металлами сточных вод плавиково-шпатового комбината.

В Таджикистане 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 (табл. 5.1). Три первых водохранилища построено только для целей ирригации, а три других (Фархадское, Кайраккумское, Нурекское) — для ирригационно-энергетических нужд.

Таджикистан по запасам гидроэнергетических ресурсов занимает на постсоветском пространстве второе место после Российской Федерации, хотя по территории уступает Российской Федерации в 119,4 раза. Как уже

отмечалось, потенциальные энергоресурсы Таджикистана превосходят ресурсы Австрии и Швейцарии вместе взятые и составляют 527 млрд. кВт. час в год (из доклада Э. Рахмонова, 04.12.2007), но используются всего на 5%. Памиро-Алайская горная система в пределах Таджикистана до сих пор остается районом самой высокой концентрации гидроэнергетики на постсоветском пространстве.

Гидроэнергетическое строительство началось в республике в советский период с 30-х гг. XX в. Мощность ее энергоагрегатов сегодня значительно превышает 3 млн. квт. Флагманами таджикской энергетики служат: Нурекская и Головная на р. Вахш, Кайраккумская на р. Сырдарья, каскады электростанций на Вахшском магистральном и Варзобском деривационном каналах. Их энергия используется на электроемких предприятиях и в сельском хозяйстве. К XXI веку Таджикистан превратился в страну сплошной электрификации. Однако, сезонная и многолетняя неравномерность распределения водных ресурсов препятствуют стабильной работе энергетической отрасли. В холодные периоды года, когда таяние ледников в горах прекращается, воды на гидроэлектростанциях не хватает для выработки необходимого количества электроэнергии, и подача ее населению не обеспечивается даже в минимально необходимом объеме. Простаивают и энергоемкие предприятия. Энергетические проблемы должны решаться на пути внедрения современных энергосберегающих технологий и строительства новых энергетических объектов, работающих как на традиционных источниках энергии, так и на альтернативных.

В советский период успешно развивалась и рыбопромысловая отрасль хозяйства, на искусственных водоемах созданы прудовые хозяйства, занимающиеся рыборазведением.

С распадом СССР были нарушены все хозяйственные связи между республиками б. Союза, а ныне суверенными государствами Центральной Азии. Крупнейшие водохранилища, регулирующие водопользование, и массивы орошаемых земель с ирригационными системами оказались по разные стороны государственных границ. Серьезные противоречия, ранее носившие межведомственный характер, стали межгосударственными. Большие затраты воды на орошение в Узбекистане и Казахстане обусловили острый дефицит ее зимой при выработке электроэнергии на ГЭС в Таджикистане и Кыргызстане. Главным потребителем водных ресурсов в регионе служит орошаемое земледелие, потребляющее 91,6 % используемых водных ресурсов. На хозяйственно-питьевые нужды и коммунальное хозяйство затрачивается не более 3,6 % потребляемых вод. На нужды

промышленности (1,92 %), сельскохозяйственное водоснабжение (1,56 %) и рыбное хозяйство (0,78 %) тратится значительно меньше воды. Общие затраты воды пяти среднеазиатских республик б. Союза составляют 110,46 км³, включая 9,3 км³ подземных вод. Доля Таджикистана в использовании поверхностных вод составляет 11,06 км³ или 10,9 % [261], что значительно меньше не только Узбекистана (51,1 %), но и Туркменистана (23,1 %). Из-за горного характера рельефа и низкой обеспеченности земельными ресурсами Таджикистан (0,13 га/чел.) и Кыргызстан (0,17 га/чел.) значительно меньше государств-соседей используют поверхностных и подземных вод, соответственно 11,06 и 0,97 км³ и 4,59 и 0,51 км³ по сравнению, например, с Узбекистаном (51,68 и 6,9 км³) [261].

Углубившиеся с распадом СССР противоречия в водохозяйственной политике Таджикистана и Кыргызстана, с одной стороны, на территории которых формируются основные водные ресурсы, и странами равнинных территорий (Узбекистаном, Казахстаном и Туркменистаном), потребляющими эти ресурсы, свидетельствуют о необходимости выделить и решать в трансграничной водохозяйственной проблеме, как вопросы стратегии, так и тактики. Стратегически необходимо разрешить сложившуюся тупиковую ситуацию с системой вододелиния трансграничных вод бассейнов рек Сырдарьи и Амударьи, и погибающего Аральского моря. Сложившаяся водохозяйственная ситуация при современном уровне развития технологии орошаемого земледелия и разобщенности государств Центральной Азии пришла в тупиковое состояние из-за:

- 1) нарушения природного водного баланса и истощения водных ресурсов в связи с необоснованно высоким забором воды из водоемов;
- 2) отсталой технологии и чрезвычайно высоких затрат воды на 1 га орошаемых земель;
- 3) противоречий между энергетическими интересами государств, находящихся в горной части региона (Таджикистана и Кыргызстана), где преимущественно формируются водные ресурсы, и государств равнин (Узбекистан, Казахстан и Туркменистан), где расположены основные орошаемые земли и где, главным образом, потребляются водные ресурсы.

Конституционные права и законы о воде новых суверенных государств являются непреодолимым препятствием для рационального решения водохозяйственных проблем региона, поскольку они защищают интересы отдельных суверенов, а не региона в целом. В Советский период основное решение водных проблем виделось в совершенствовании водного баланса за счет переброски части стока Сибирских рек в бассейн Аральского моря. Такой проект мог бы стабилизировать природную ситуацию, но

несовершенство водохозяйственных технологий и, прежде всего, орошаемого земледелия, огромные потери воды на всех этапах ее использования и транспортировки превращало все эти проекты и всю водохозяйственную политику в Центральной Азии в затратную и экономически не эффективную.

В условиях рыночной экономики вода, наряду с другими природными ресурсами, должна рассматриваться в качестве товара. Только такой подход способен обеспечить мероприятия по накоплению, транспортировке и рациональному использованию воды, снижению гигантских потерь на инфильтрацию и фильтрацию из гидротехнических сооружений, и испарение из водоемов. Эти потери, по нашим предварительным расчетам, превышают 20 км³. Если вода будет переведена в разряд товара, то и мониторинг за ее расходованием и потерями будет экономически оправдан. Экономически обоснованы будут и мероприятия по снижению водоемкости оросительных систем и повсеместный переход на капельное орошение. Чтобы сдвинуть водохозяйственные проблемы региона из катастрофической зоны в область жизненно приемлемую необходимо снизить затраты и потери воды, имеющие место при орошении, в 2-3 раза.

Чтобы эта проблема начала реально решаться, необходимо ее вывести из под юрисдикции какого-либо одного государства и создать орган типа ЕЭС с полномочиями экономического и научно-технического управления стратегических задач водохозяйственных проблем Центральной Азии. В состав этой управленческой организации, наряду с представителями суверенных государств Центральной Азии, целесообразно включить представителей России, ЕС и всех развитых государств и организаций, заинтересованных и способных внести реальный вклад в решение водных проблем бассейна Аральского моря.

Чтобы реально преодолеть катастрофическую ситуацию в районе Аральского моря, необходимо создать в этом районе свободную экономическую зону с центром для размещения международного управленческого органа и административного управления соответствующей территорией. Это позволит привлечь значительные инвестиции и интеллектуальный потенциал для решения проблем возрождения и освоения гибнущей территории Приаралья и поможет создать перелом в решении водных и земельных проблем бассейна Аральского моря.

Система управления водными ресурсами в Центральной Азии по сравнению с Советским периодом существенно деградировала. Сохранилась только сфера деления поверхностных вод для ирригации. Практически, не регулируется и не контролируется качество вод в бассейне, Сфера управления не затрагивает подземные и коллекторно-дренажные воды.

Полностью игнорируются интересы гидроэнергетики Таджикистана и Кыргызстана. Излишне жестко лимитируется объем воды, необходимый для выработки электроэнергии. Лимиты водных ресурсов, выделенные Таджикистану (10,9 %) и Кыргызстану (4,5 %), доля которых в формировании водного стока составляет соответственно 55,4 % и 25,3 %, препятствует развитию экономики и орошаемого земледелия в этих государствах. Эти государства вынуждены в ущерб себе закупать в зимний период энергоносители, разрушая свою экономику. Необходимо оперативно начать модернизацию системы управления водными ресурсами на международной и межведомственной основе, чтобы преодолеть обостряющиеся межгосударственные противоречия и не довести их до антагонистических. Несмотря на заявления и соглашения, заключенные между главами государств Центральной Азии по вопросам разработки стратегии водопользования, устраивающей всех участников, дело не сдвигается с места в связи с исключительной сложностью и финансовой емкостью проблемы.

Основная стратегическая цель природопользования каждого суверенного государства направлена на достижение устойчивого социально-экономического развития на основе оптимизации, комплексности и рациональности в использовании и охране водных и других природных ресурсов. Концепция стратегического водопользования должна опираться на принципы взаимовыгодного и комплексного использования трансграничных водных ресурсов. Приоритетными в водохозяйственной политике при использовании трансграничных вод должны быть решения, обеспечивающие жизнь и здоровье людей, как ныне живущих, так и будущих поколений, а также устойчивое социально-экономическое развитие каждого суверенного государства. Вода, как и другие природные ресурсы, должна оцениваться экономически в качестве товара, и эта оценка должна распространяться не только на количество воды, но и на ее качество. Загрязнитель должен платить за ухудшение качества воды, возмещая стоимость ее очистки. Количественная и качественная оценка трансграничных водных ресурсов обеспечит принцип «не навреди соседу».

Для реализации этих принципов необходимо на технико-экономической основе и с учетом интересов и устойчивого развития всех суверенных государств разработать и принять за основу в межгосударственных отношениях единую стратегию вододелия трансграничных водных ресурсов. Она должна быть обеспечена нормативно-правовой базой и экономическим механизмом взаимоотношений. Чтобы приступить к решению такой сложной проблемы, необходимо уточнить в условиях потепления климата элементы водного баланса трансграничных

водных потоков в приграничных зонах всех государств, установив соответствующие створы и организовав систему гидрогеоэкологического мониторинга за количеством и качеством трансграничных поверхностных и подземных вод. Система гидрогеоэкологического мониторинга должна включать в себя не только наблюдение за текущим состоянием природных вод, но и гидрогеоэкологическое моделирование, позволяющее осуществлять прогноз ситуации, используя весь арсенал гидролого-гидрогеологических методов, включая выполнение ретроспективного анализа.

Наиболее сложным предприятием является изменение сложившегося в Советский период далеко не рыночного порядка вододеления между государствами и отраслями хозяйства, главным образом, между гидроэнергетикой и ирригацией. Совершенно очевидна большая затратность сложившейся системы орошаемого земледелия, которая требует коренной модернизации с уменьшением водоемкости производства, как минимум в 3 раза. Кроме того, необходимо модернизировать всю транспортную водную систему, чтобы уменьшить огромные потери воды на испарение, фильтрацию и инфильтрацию. А пока межгосударственные соглашения о правовом статусе рыночной стратегии вододеления будут пробуксовывать, а решение проблемы затягиваться. Чтобы создать движение в этой сложнейшей межгосударственной проблеме необходимо основную стратегическую задачу по выходу на рыночные отношения подкрепить поэтапными тактическими решениями. Для их осуществления необходимо выполнить соответствующие научно-методические разработки и создать новые организационные формы хозяйствования типа технопарков в орошаемом земледелии с разработкой и внедрением самых передовых технологий. Такие предприятия должны иметь возможность получать статус не только частного или государственного, но и межгосударственного предприятия и пользоваться приоритетом в получении соответствующей доли водных ресурсов при условии более высокой продуктивности и более низкой водоемкости производства. Создание островков таких предприятий, которые в первые 5 лет должны получить льготное налогообложение или вообще быть освобождены от налогов, позволит усилить конкуренцию в производстве сельскохозяйственной продукции, и станет реальным шагом на пути к рыночным отношениям в водном хозяйстве.

Особого внимания заслуживает проблема Аральского моря, которое на протяжении геологической истории неоднократно испытывало трансгрессию и регрессию. Развитие необоснованно водозатратного орошаемого земледелия в тех гигантских масштабах, которые имеют место в настоящее время, превращает идею восстановления Арала в утопию. Те жалкие остатки

воды, которые ему достаются сегодня более чем на порядок меньше того, чтобы стабилизировать его даже на современном уровне. Поэтому, видимо, Аральское море не дождетя того момента, когда передовые технологии на орошаемых землях вернут полноводность Амударье и Сырдарье.

Выход из положения представляется в создании в Приаралье свободной экономической зоны для формирования природных и социально-экономических оазисов на основе организации технопарков и других передовых форм предприятий с самыми современными наукоемкими технологиями и широким привлечением инвестиций. Кроме того, необходимо привлекать средства из различных благотворительных фондов для закрепления и озеленения соленосных песков и поддержания рыбохозяйственного значения реликтовых и вновь создаваемых водоемов.

В существенной модернизации нуждаются объекты хозяйственно-питьевого водоснабжения. Широкое развитие процессов загрязнения водоемов требует перевода водоснабжения за счет более качественных подземных вод. Поскольку они отличаются более высоким качеством, то еще в советский период были приняты решения о переходе объектов хозяйственно-питьевого водоснабжения населения на использование подземных вод. Неравномерность распределения ресурсов подземных вод по сезонам года и в многолетнем плане требует систематического применения методов восполнения их запасов за счет поверхностных вод, или методов магазинирования. Наиболее простым способом внедрения методов магазинирования подземных вод служит обустройство инфильтрационных аллювиальных водозаборов в нижнем бьефе и по берегам существующих водохранилищ и природных водоемов. При инфильтрации воды из водоемов происходит самоочищение нередко загрязненных поверхностных вод. Качество их при этом значительно улучшается и использование магазинированных вод в хозяйственно-питьевых целях обычно не требует существенной дополнительной очистки и подготовки. Поэтому наряду с внедрением новых методов магазинирования вод и строительством лучевых водозаборов, было бы полезно использовать опыт предков по строительству и эксплуатации кяризов и других устройств по каптированию подземных вод.

Реки Амударьинского и Сырдарьинского макробассейнов стока испытывают резкие колебания расходов воды, с длительными периодами маловодья. Существующими способами регулирования стока рек частично решаются задачи орошаемых земель и электроэнергетики. Глубокие речные долины и каньоны благоприятны для создания водохранилищ с небольшим зеркалом, что снижает потери на испарение, фильтрацию и затопление земель. В республике можно создать каскады ГЭС и водохранилищ с общим

объемом более 50 км^3 . Неравномерность стока рек в зимний период требует разработки проблемы малой гидроэнергетики, со строительством небольших ГЭС на горных реках, что уменьшит площади затопляемых земель и защитит от катастрофических наводнений. Потери воды русловые, на инфильтрацию и испарение по результатам водно-балансовых расчетов, в целом, по территории Центральной Азии в литературе занижены ($14,4 \text{ км}^3/\text{год}$, в том числе $2 \text{ км}^3/\text{год}$ на испарение [261]). По нашим расчетам они превышают $20 \text{ км}^3/\text{год}$. Их можно существенно уменьшить за счет частичного перевода поверхностного стока в подземный [124]. Издревле на конусах выноса строились кяризы. Их керамические трубы сохраняются веками. Кяризы являются прообразами коллекторов глубокого заложения, и их опыт строительства востребован и сегодня.

Общая площадь ледников в республике составляет $8,5 \text{ тыс. км}^2$, или 6% территории, превышая посевные площади. Несколько тыс. ледников, аккумулируют до 400 км^3 воды высокого качества, что рассчитано по методу узбекских гляциологов (Лихачев, Бассин, Глазырин, Щетинников, 1975). Они питают реки, и их исследование важно для прогноза водности рек. Гляциологические исследования начаты в 70-х гг. XIX в, а в 1906-1914 гг. Я.С. Эдельштейном и Н.Л. Корженевским выявлены изменения в краевых зонах ледников хр. Петра I. В период Международного геофизического года 1957-58 гг. установлена связь размеров и типов оледенения с микроклиматическими условиями и с формированием речного стока. Составлены «Каталоги ледников». Их запасы воды почти на порядок выше годового стока рек республики, и они приурочены к Памиру с большим количеством осадков. До 85% приходится на ледники площадью $\geq 1 \text{ км}^2$. На северных склонах их количество составляет 65÷70% от всех ледников и они опускаются на 200÷300 м ниже, чем на южных склонах. В бассейне р. Сурхоб их отметки составляют 2300÷2400 м, а у оз. Каракуль и в верховьях р. Мургаб – 4400 м. Количество осадков изменяется от 1000÷1500 мм на Гиссарском хр. до 100÷160 мм на Восточном Памире. Ледник Федченко с 50 ледниками-притоками начинается на высоте 7480 м, заканчивается на отм. 2910 м, имея длину в 77 км и площадь – $651,7 \text{ км}^2$ с толщиной льда ≥ 800 м и объемом около 130 км^3 . Крупными ледниками также являются Грумм-Гржимайло ($142,9 \text{ км}^2$) в бассейне р. Бартанг и Гармо ($114,6 \text{ км}^2$) в бассейне р. Обихингоу. Другой узел криолитозоны приурочен к сочленению хребтов Зулумарт и Заалайский с амплитудой развития по вертикали до 4000 м.

Горный рельеф, систематически таящие льды и атмосферные осадки обусловили развитие густой речной сети с общей протяженностью ≥ 28500 км (947 рек ≥ 10 км в бассейнах Амударьи и Сырдарьи).

Естественные ресурсы подземных вод рассчитаны по меженному речному стоку, величине инфильтрации осадков и путем расчленения гидрографа по Б.И. Куделину. Горные реки в зимнюю межень (декабрь—февраль) питаются подземными водами, и по их среднему минимальному месячному расходу за многолетие естественные ресурсы подземных вод в целом для республики оценены нами в количестве 45 млн. м³/сут, а эксплуатационные запасы, утвержденные в ГКЗ и ТКЗ не превышают 6,8 млн. м³/сут. При интенсивной эксплуатации подземных вод эти ресурсы существенно восполняются за счет поверхностных вод, резко возрастая, как это наблюдается в Ташкентско-Голодностепском и Кафирниган-Вахшском районах. В целом по республике их эксплуатационные ресурсы возможно увеличить в несколько раз.

Перевод поверхностного стока в подземный имеет преимущества перед другими способами сохранения водных ресурсов не только потому, что предотвращаются безвозвратные потери, но еще и потому, что инфильтрация воды через отложения конусов выноса способствует самоочищению вод и повышению их качества. Естественные фильтры конусов выноса играют роль геохимических барьеров или естественного очистного сооружения [33, 288]. Качество воды, профильтровавшейся через отложения конусов выноса, несопоставимо с поверхностными водами, не защищенными от загрязнения. Этому направлению водохозяйственной политики нет альтернативы. Рост численности населения и темпов производства в Таджикистане ведут к частичной деградации качества природных вод. Растет также потребность в предотвращении опасных геодинамических процессов и в защите природных вод от истощения. Республика расположена в области проявления активных геодинамических процессов, приводящих к чрезвычайным ситуациям [135, 139]. Местами установлено вторичное засоление и загрязнение вод, почв и грунтов, заболачивание и формирование техногенного рельефа, без изучения которых невозможно перейти к управлению природопользованием, отвечающему требованиям концепции устойчивого развития в соответствии с Государственной экологической программой Таджикистана и рекомендациями ученых стран СНГ [125, 126, 211, 471].

Автор, на примере Северного Таджикистана оценил качественное состояние гидросферы по результатам 1203 физико-химических анализов проб природных вод, почв и грунтов. Используются также результаты гидрогеологической съемки и предшествующих работ [3, 139, 391]. Для оценки загрязнения природных вод использованы параметры ПДК, ПДВ, а также коэффициент концентрации химических элементов [35, 323]. По методике гигиенистов Российской Федерации рассчитан показатель

влияния загрязнения почв (Z_c) тяжелыми металлами на здоровье населения (формула 3.3). На орошаемых массивах, в результате подтопления территории, сформировались мощные лессовидные осадки и обширные ареалы загрязнения природных вод. Будущее водохозяйственной политики республики должно базироваться на комплексном использовании водных ресурсов гидросферы с применением методов перевода части поверхностного стока в подземный с использованием современных технологий защиты водохозяйственных объектов.

5.4. Пути совершенствования водопользования и минимизации загрязнения гидросферы на основе системы геоэкологического мониторинга

Возможные направления оптимизации использования подземных вод северных районов Таджикистана связаны с тем, что эти районы приурочены к западной части Ферганского артезианского бассейна, который ограничен на севере Северо-Ферганским, а на юге – Южно-Ферганским глубинными разломами. Эти разломы отделяют бассейн от гидрогеологических массивов Тянь-Шаня. В пределах бассейна распространены пластовые воды осадочных пород мезозойского и кайнозойского возраста. Наибольшее практическое значение имеют воды современных аллювиальных отложений (Q_{IV}), слагающих низкие аккумулятивные террасы р. Сырдарьи. В районе г. Худжанда они образуют узкую полосу по правому берегу реки и окаймляют Кайраккумское водохранилище по левобережью. Аллювий представлен русловой и пойменной фациями песков, галечников, супесей и суглинков мощность до 400 м [139]. Коэффициент фильтрации галечников и песков составляет $40 \div 65$ м/сут, а супесей и суглинков - $0,2 \div 7$ м/сут. В супесях и суглинках местами имеют место типичные солончаки с суммой солей более 5%, в т.ч. в зоне подтопления водохранилища и на ирригационной сети по правобережью Сырдарьи у к. Паласе. Состав солей, в основном, сульфатно-хлоридный натриевый.

Воды современных аллювиальных отложений взаимосвязаны с водами р. Сырдарьи и водохранилища. Глубина залегания грунтовых вод у Худжанда составляет от $0,5 \div 3$ до $7 \div 13$ м. Мощность водоносного горизонта, вскрытая скважинами, достигает 180 м, а удельные дебиты скважин – $40 \div 60$ л/сек \cdot м. Химический состав грунтовых вод близок речным водам, их минерализация составляет $0,5 \div 0,9$ г/л, состав вод гидрокарбонатно-сульфатный или сульфатно-гидрокарбонатный кальциево-магниевый, подтип SO_4-Na . Воды отдельных колодцев г. Худжанда имеют минерализацию до 2,2

г/л, которая несколько снижается в паводок, когда уровень реки поднимается на $1 \div 1,5$ м, и река подпитывает грунтовые воды. В меженный период родники с суммарным дебитом около 10 л/сек разгружаются в реку вдоль уступа первой террасы.

У Кайраккумского водохранилища зеркало грунтовых вод залегает на глубине $0,2 \div 3$ м. Минерализация ($1,5 \div 13,5$ г/л) и химический состав их пестрый и пестрота растет с удалением от водохранилища. Там, где грунтовые воды выходят на поверхность (впадина Хашимкуль), образуются болота с минерализацией воды летом до 419 г/л. Формируются солончаки хлоридно-сульфатные и сульфатно-хлоридные.

Естественные ресурсы грунтовых вод современных аллювиальных отложений по М.Т. Турсунходжаеву, составляют всего ок. 2 м³/сек, и они широко используются.

Воды нерасчлененных верхнечетвертичных и современных пролювиально-аллювиальных отложений (Q_{III-IV}) распространены в Нау-Костакозской впадине Южной Ферганы и в долинах рек на северных склонах Туркестанского хребта. Они представлены песчано-галечно-щебнистым материалом конусов выноса и аллювия. Мощность их растет к долине р. Сырдарьи, с юга на север от 20 до 500 м и более. Из-за неоднородности литологического состава коэффициент фильтрации в зоне аэрации варьирует от 0,2 до 16, а в зоне насыщения - от 1,8 до 69 м/сут. Засоленность пород небольшая (0,5%).

В Нау-Костакозской впадине выделяются зоны: поглощения, погружения и разгрузки, которые последовательно сменяют друг друга с юга на север. Зона поглощения поверхностных водотоков пролювиально-аллювиальными отложениями окаймляет узкой полосой северные подножия Белесынык-Наугандинской гряды. Воды в этой зоне движутся отдельными потоками по легко проницаемым пескам и галечникам саев и русел рек, стекающих с Туркестанского хребта. Зеркало грунтовых вод залегает в речных долинах не глубже 10 м, а расходы их потоков составляют $25 \div 90$ л/сек. Зона погружения грунтовых вод приурочена к центральной части впадины, где скважинами зафиксирована глубина их залегания в $10 \div 30$ м, возрастающая между конусами выноса до $80 \div 90$ м. В северной части Нау-Костакозской впадины, вдоль долины р. Сырдарьи и Дигмай-Исписарской гряды установлена зона разгрузки, приуроченная к периферии сливающихся конусов выноса (рис. 5.5) [139].

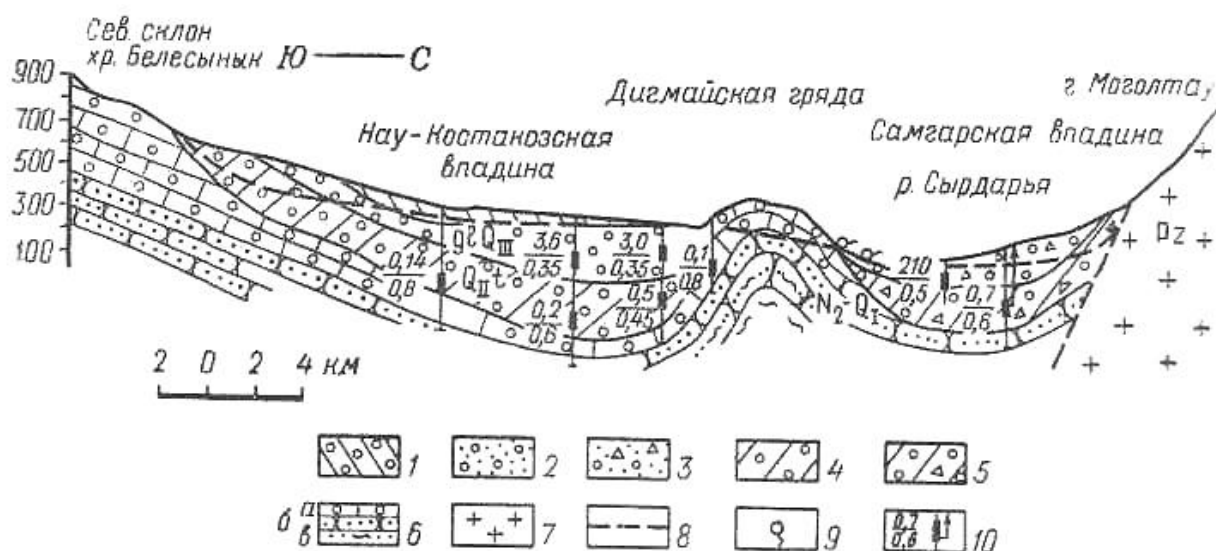


Рис. 5.5. Схематический гидрогеологический разрез Нау-Костанозской и Самгарской впадин

Верхнечетвертичные отложения: 1 - мелкий галечник с суглинистым заполнителем; 2 - валунно-галечные отложения с песчано-гравийным заполнителем; 3 - щебнисто-галечные отложения с песчаным заполнителем. **Среднечетвертичные отложения:** 4 - валунно-галечные уплотненные отложения с суглинистым заполнителем; 5 - щебнисто-галечные уплотненные отложения с суглинистым заполнителем. **Неоген-древнечетвертичные отложения:** 6а - конгломераты на известково-кремнистом цементе; 6б - разнозернистые песчаники на глинистом и известковом цементе; 6в - глины песчанистые. **Палеозойские породы:** 7 - гранодиориты. **Гидрогеологические характеристики:** 8 - уровень грунтовых вод; 9 - родники; 10 - опорные скважины; интервал опробования: слева - в числителе - удельный дебит (л/сек), в знаменателе - минерализация (г/л); справа - величина напора, обеспечивающий самоизлив скважин с дебитом до 15 л/сек.

Режим грунтовых вод формируется в условиях интенсивного орошения и инфильтрации оросительных вод, а так же естественного стока вод со склонов Туркестанского хребта. В верхней части конусов выноса, где в питании подземных вод преобладают атмосферные осадки и поверхностный сток, повышенный уровень вод отмечен в феврале-мае, а минимальный - в сентябре-октябре. В периферических частях конусов выноса, испытывающих влияние поливных вод, наблюдается прогрессирующий подъем уровня со скоростью до 2 м/год с подтоплением и заболачиванием значительных площадей.

По Ю.И. Антонову и А.Г. Амелину, естественные ресурсы пролювиально-аллювиальных подземных вод в Нау-Костанозской впадине составлял $22 \text{ м}^3/\text{сек}$ [139]. Они широко используются в народном хозяйстве и сегодня, и потребность в них ежегодно возрастает. С ростом интенсивности водопользования ухудшается качество воды. Поэтому актуальными становятся задачи управления их режимом и оптимизации хозяйственно-

питьевого водоснабжения населения за счет подземных вод.

Дефицит водных ресурсов усугубляется крайне неравномерным паводковым и ливневым характером водного стока, суховеями и пыльными бурями, незащищенностью от загрязнения подземных вод. Тем не менее, вода высокого качества пока получена лишь из скважин в прибрежной зоне водохранилищ. Дело в том, что водохранилища играют роль не только накопителей воды и отстойников, выравнивающих режим стока и улучшающих качество вод, но и восполняют запасы подземных вод. Например, ресурсы подземных вод в нижнем бьефе Кайраккумского водохранилища после заполнения водоема резко возросли. Это видно из анализа изменения количества и качества воды в скважинах, эксплуатирующих аллювиальный водоносный горизонт ниже по течению от плотины Кайраккумского водохранилища. Аллювиальные и аллювиально-пролювиальные воды в нижнем бьефе и в зоне затопления практически каждого водохранилища возможно эксплуатировать более эффективно. Возможно разрабатывать подземные воды и из-под водохранилища, используя опыт эксплуатации субмаринных месторождений подземных вод. С берега или с надводной платформы можно пробурить куст наклонных эксплуатационных гидрогеологических скважин (рис. 5.6) и получить воду высокого качества и в достаточном количестве в любой сезон года в связи с постоянным восполнением запасов подземных вод за счет вод поверхностных [35, 125].

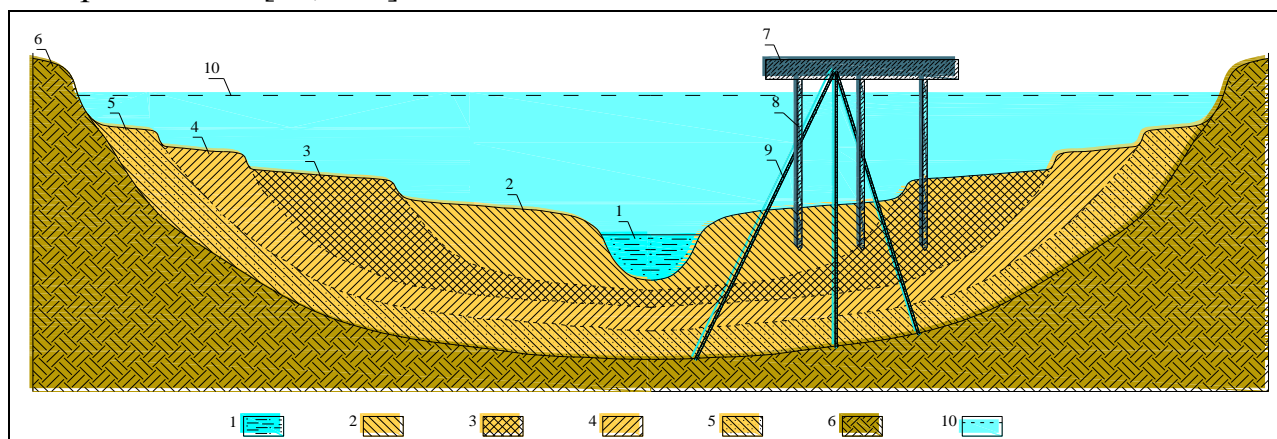


Рис. 5.6. Надводная платформа для строительства наклонных гидрогеологических эксплуатационных скважин на аллювиальный водоносный горизонт под водохранилищем [480]: 1 – река (нижний бьеф); 2- аллювиальный водоносный горизонт пойменной террасы; 3, 4 и 5 – аллювиальный водоносный горизонт надпойменных террас; 6 – подстилающие породы; 7 – платформа для строительства куста наклонных гидрогеологических скважин; 8 – буронабивные сваи платформы; 9 - наклонные скважины; 10 – водохранилище (верхний бьеф).

Опыт подобного строительства имеется в мировой практике, и он свидетельствует о возможности и целесообразности его рентабельной реализации в Таджикистане. Не нужны будут водопроводы большой протяженности, а значительную часть поверхностных вод можно будет перевести в подземные резервуары, расширив некогда традиционную для Таджикистана практику магазинирования воды при помощи кяризов. При этом, будут значительно сокращены существенные водные потери на испарение. И, самое главное, повысится качество воды в процессе ее фильтрации через песчано-галечный коллектор.

Строительство некогда крупнейшего для Таджикистана Кайраккумского водохранилища изменило геоэкологическую ситуацию в районах Согдийской области. За последние десятилетия здесь произошли глубокие преобразования природного комплекса. Ухудшились условия хозяйственно-питьевого водоснабжения населения прилегающих районов, г. Худжанда и Чкаловского горно-химического комбината. Развитие здесь промышленности, сельского хозяйства, добыча и обогащение руд привели к загрязнению окружающей среды тяжелыми металлами и органическими веществами. В результате воды р. Сырдарьи на отдельных участках сегодня содержат тяжелые металлы, нефтепродукты, фенолы, имеют повышенный коли-индекс, цветут и непригодные не только для ведения рыбного хозяйства, но и хозяйственно-питьевого водоснабжения. Нами на основе известных разработок предложены специальные технические средства для защиты и управления качеством водохозяйственных объектов [125, 323]. Учитывая генезис солевого комплекса аллювиальных отложений р. Сырдарьи и образований под Кайраккумским водохранилищем, а также опыт и возможности отмывки солей из этих отложений, нами рекомендуется восполнять ресурсы подземных вод за счет вод водохранилища. Моделирование химического состава смесей подземных и поверхностных вод показало, что восполнение запасов подземных вод за счет поверхностных будет сопровождаться их самоочищением.

Мероприятия по локализации ареалов и потоков рассеяния загрязняющих веществ. Для предотвращения загрязнения вод питьевого качества российскими учеными разработаны способы, основанные на использовании гидродинамических и геохимических барьеров [35]. Эти методы и способы могут эффективно использоваться и в условиях Таджикистана.

По В.Д. Бабушкину[34]., гидродинамический барьер формируется, когда при одновременной откачке пресных и загрязненных вод между водозабором и дренажом создается гибкий непроницаемый барьер. Он перекрывает пути миграции загрязняющих веществ к водозабору пресных

вод (рис. 5.7). Граница пресных и загрязненных вод для безграничного водоносного пласта определяется по формулам В.Д. Бабушкина (5.1 и 5.2). [35].

$$-Q_g \operatorname{arctg} \frac{y}{x} + Q_b \operatorname{arctg} \frac{y}{d-x} = 0, \quad (5.1)$$

где x, y – координаты точки на линии раздела потоков; d – расстояние между водозабором и дренажом; Q_b и Q_g – дебиты водозабора и дренажа. Для решения уравнения (1) использована линия параллельная оси y , при $x_0 = a$ со значением $y = y_0$ в точке y_0 на линии $x = a$. При этом условии уравнение (5.1) приближается к нулю, а x_0 определяется по формуле (5.2):

$$x_0 = \frac{Q_g \cdot d}{Q_g + Q_b}, \quad (5.2)$$

где x_0 – точка на оси x , где скорость фильтрации воды равна нулю.

При увеличении дебита водозабора растер отношение Q_b/Q_g . Граница раздела потоков, при этом, смещается к загрязненным водам и если $Q_b/Q_g = 1$, то расстояние от этой границы до водозабора составит $0,09 d$, а при $Q_b/Q_g = 2,0$ увеличится в 6 раз, то есть на $0,66d$. Максимальное значение этой величины определяется по формуле (5.3) В.Д. Бабушкина [35].

$$\frac{Q_b}{Q_g} < \frac{1 - \eta_x/d}{\eta_x/d} \mu, \quad (5.3)$$

где η_x – ордината точки пересечения границы раздела потоков с осью x при совпадении этой границы с границей загрязненных вод.

Чем больше дебит пресных вод, тем ближе граница раздела потоков к дренажу и тем выше риски загрязнения пресных вод и их потери за счет смешения с загрязненными водами. При создании гидродинамического барьера рекомендуется учитывать потери пресных вод, а также параметры ширины и ресурсной составляющей ареалов и потоков рассеяния загрязненных вод [35]. При создании защитной гидродинамической стенки перед водоемом или водозабором ширина ее определяется по результатам изучения гидрогеохимических полей и размеров потоков и ареалов загрязнения.

Мониторинг призван регистрировать положение фронта загрязненных вод и качество вод водозабора во времени (рис. 5.7). Перед проектированием защитной стенки необходимо выполнить опытные откачки и уточнить гидрогеологические условия. Система мониторинга для изучения режима подземных вод предусматривается на длительный период.

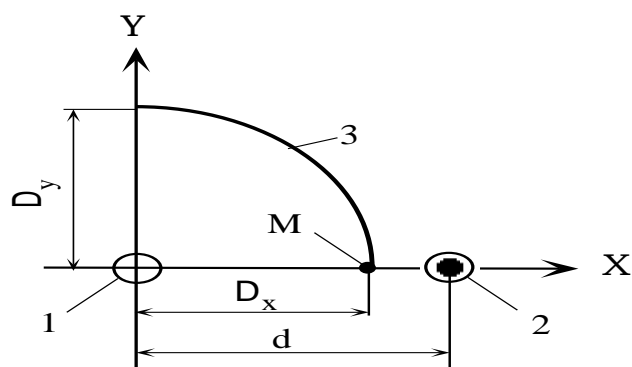


Рис. 5.7. Схема расположения водозабора и дренажа в неограниченном однородном водоносном пласте: 1 – дренаж соленых или загрязненных вод; 2 – водозабор пресных вод; 3 – граница раздела потоков между водозабором и дренажем

Наряду с гидродинамическими барьерами следует использовать и геохимические барьеры. По А.И. Перельману [323-325] геохимический барьер – это участок земной коры, на котором на коротком расстоянии резко снижается интенсивность миграции элементов, и приводит их концентрация. Им выделены физико-химический, биогеохимический и механический типы барьеров. Физико-химические барьеры А.И. Перельман делит на классы: окислительный, восстановительный, щелочной, кислый, испарительный, сорбционный и термодинамический. Он выделил также латеральные и радиальные барьеры, соответственно препятствующие субгоризонтальному и вертикальному распространению загрязняющих веществ, а так же природные и техногенные (или искусственные) геохимические барьеры. Например, щелочной барьер, который рекомендован нами для использования в Таджикистане в бортовых частях речных долин и межгорных впадин, а также над конусами выноса, для защиты водных ресурсов, представляет собой канаву шириной 1÷2 м. и глубиной 1,5÷2 м, наполненную известковым щебнем в смеси с крупнозернистым песком. Барьер расположен вкrest логов и оврагов, в овражном аллювии которых прослежен поток вод, загрязненных тяжелыми металлами. Аналогичные барьеры в России использованы А.И. Перельманом, А.Я. Гаевым, Т.И. Яксиной и Н.С. Касимовым, а в Молдавии Н.Ф. Мырляном.

Мы рекомендуем использовать такой искусственный барьер для защиты водоемов и водохозяйственных объектов Таджикистана от загрязнения тяжелыми металлами, и, в частности, в Ферганской долине. Геохимические барьеры способны эффективно защитить воды аллювиальных водоносных горизонтов и конусов выноса от загрязнения тяжелыми металлами и их соединениями. На таких барьерах хорошо проявляется заложенная природой способность ГС к самоочищению. В природных условиях Таджикистана проявляются щелочные, сорбционные,

испарительные, биогеохимические и механические барьеры. Их эффективность количественно можно оценивать по А.И. Перельману [323] при помощи таких параметров, как *градиент* (G) и *контрастность* (S):

$$G = \frac{dm}{dl} \quad \text{или} \quad G = \frac{(m_1 - m_2)}{L}, \quad (5.4)$$

где L – мощность; m_1 и m_2 – величины показателей до и после барьера.

$$S = \frac{m_1}{m_2} \quad (5.5)$$

С ростом величин этих параметров растёт эффективность проявления барьеров. Поведение элементов в системе вода – порода достаточно хорошо охарактеризовано в литературе [278, 471, 472].

Нами под руководством проф. А.Я. Гаева исследован характер взаимодействия растворов тяжёлых металлов с карбонатными и терригенно-карбонатными породами (известняками, доломитами и песчаниками на карбонатном и карбонатно-глинистом цементе). Определялись концентрации ионов тяжёлых металлов в загрязнённых растворах до и после взаимодействия с указанными породами. Исходные концентрации ионов и солей тяжёлых металлов в растворах, а также их рН и Eh экспериментально изменялись в широких пределах. Доказана высокая сорбционная активность горных пород в отношении тяжёлых металлов при щелочной и нейтральной реакции растворов и низкая – в кислых. Осаждение и хемосорбция металлов осуществляются благодаря гидролизу. При помощи рентгенофазового анализа М. Зильберманом установлен рентгеноморфный характер осадка и присутствие в нем сульфата кальция. Извлечение металлов из раствора в осадок в среднем растёт в ряду от цинка к меди и свинцу. Навеска породы в 0.25 г. измельчалась до фракции < 0.1мм, помещалась в сосуд и заливалась раствором сульфатов указанных металлов 0.03 М в количестве 100 мл. После заданного времени вращения сосуда в кассете, раствор отфильтровывался и анализировался. Количество поглощённых породой металлов определялось по разности их концентраций в исходном растворе и фильтрате. По результатам рассчитывались коэффициенты диффузии, и установлено, что главную роль при взаимодействии в системе вода-порода играют диффузия и сорбция металлов породой; коэффициенты диффузии рассчитываются по данным о пористости пород и о коэффициентах диффузии их в растворе; горные породы Таджикистана по их сорбционной активности в отношении металлов образуют ряд: известняк > доломит > песчаник; коэффициенты диффузии металлов в породе значительно ниже, чем в свободном растворе; установлено, что известняки, доломиты и песчаники на карбонатном

цементе, судя по их физико-химической активности можно использовать в искусственных геохимических барьерах для очистки вод от тяжелых металлов.

Эксперименты показали, что в технологии можно использовать геохимические барьеры, существующие в природной обстановке [21, 35, 95, 124]. Нам, как и в Западной Европе, необходимо перейти к их картографированию в процессе геологической съемки. Нами рассмотрено ряд вариантов миграции загрязняющих веществ к водоемам и водохозяйственным объектам, исходя из особенностей гидрогеологии Таджикистана. Источники загрязнения здесь расположены: 1) в горной части местности, над речными долинами, и потоки загрязняющих веществ, представленные преимущественно растворами тяжелых металлов, движутся вниз по рельефу в сторону речных долин и водозаборов; 2) в долине, выше по течению реки, загрязняя инфильтрационные водозаборы и водоем, то есть загрязняющие вещества поступают в инфильтрационный водозабор через аллювий и со стороны водоема; 3) с обеих сторон, как со стороны водоема, так и со стороны гор, с водосборной площади водоема.

Когда источник загрязнения расположен в горной и предгорной части над речной долиной, мероприятия по его локализации сводятся к вертикальной планировке местности и к очистке сточных вод. Для более надежной его изоляции создается цементная завеса, или стенка из глинобетона, аналогичная той, что построена на Кировском заводе в Актюбинске (рис. 5.8, 5.9). Вскрывается и изолируется до водоупора весь проницаемый пласт путем выполнения больших объемов буровых и горнопроходческих работ с использованием вяжущих материалов. В процессе эксплуатации этих устройств осуществляется контроль качества подземных вод ниже от них по потоку.

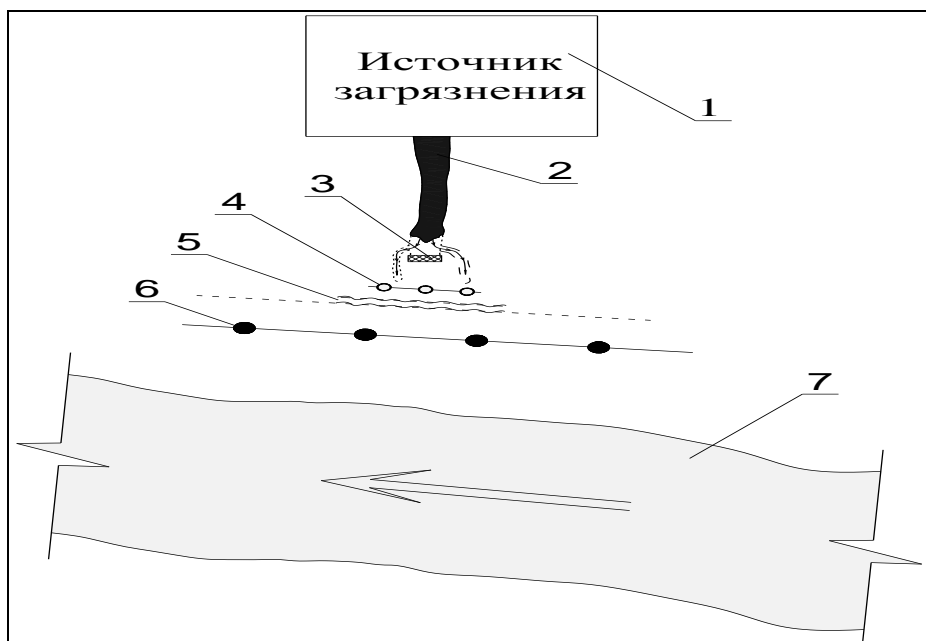


Рис 5.8. Схема расположения гидродинамического барьера:

1 – источник загрязненных вод; 2 – потоки загрязненных вод; 3 – механический барьер в воде стенки из глинобетона или цементной завесы; 4 – дренаж загрязненных вод; 5 – гибкий гидродинамический барьер; 6 – водозаборные скважины чистой воды; 7 – р. Сырдарья.

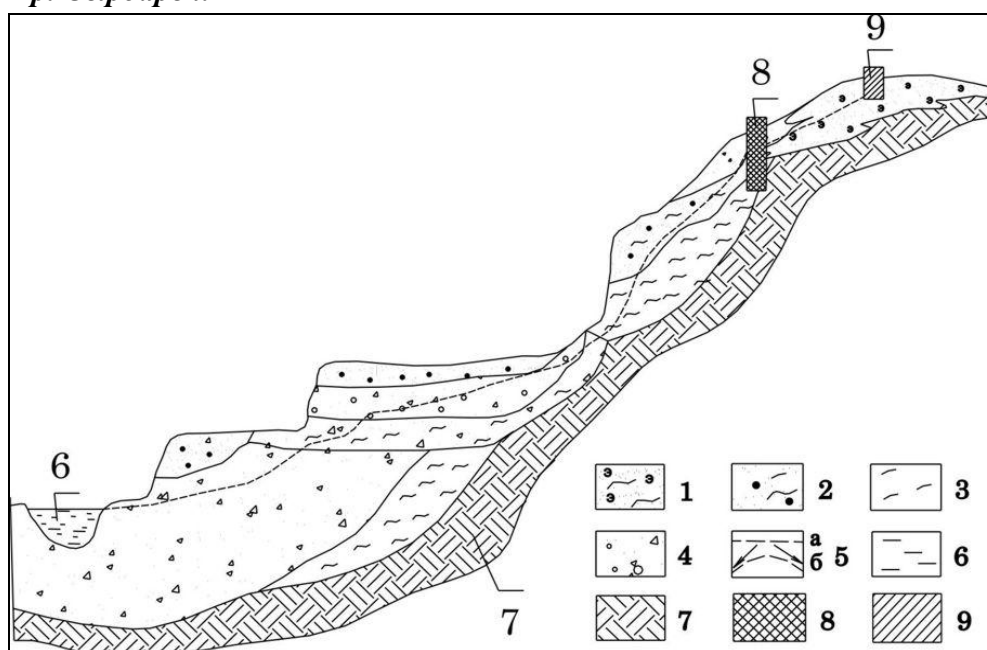


Рис. 5.9. Геохимический барьер перед источником загрязнения за пределами аллювиальных отложений

1 – элювиальные отложения, 2 – песчано-илисто-глинистые отложения, 3 – глины и суглинки, 4 – аллювиальный водоносный горизонт, 5 – УГВ, 6 – р. Сырдарья на участке с чистой водой, 7 – слабо проницаемые коренные породы, 8 – искусственный геохимический барьер, 9 – источник загрязнения.

В межгорной долине или в долине реки очаги загрязнения формируются ниже по потоку от их источников, и при создании

гидродинамического барьера необходимо учитывать ширину ареалов и потоков загрязнения, состав загрязняющих веществ и степень их консерватизма, а также коэффициент фильтрации водовмещающих пород. Даже в равнинной части проницаемость аллювиальных отложений, и их коэффициент фильтрации значительно изменяется от 0,00 м/сут в супесях и суглинках до 1000 м/сут, в гравийно-галечных отложениях. В аллювиальных песках и песчано-гравийных отложениях долины р. Сырдарья, где ареалы загрязнения и осолонения получили широкое распространение, коэффициент фильтрации составляет 12÷30 м/сут. В этих условиях, рекомендуется создавать комплексные гидродинамические и геохимические барьеры, которые обеспечат изоляцию чистых кондиционных вод от загрязненных и осолоненных, а также позволят локализовать загрязняющие вещества уже проникшие в водоносный горизонт (рис. 5.10, 5.11).

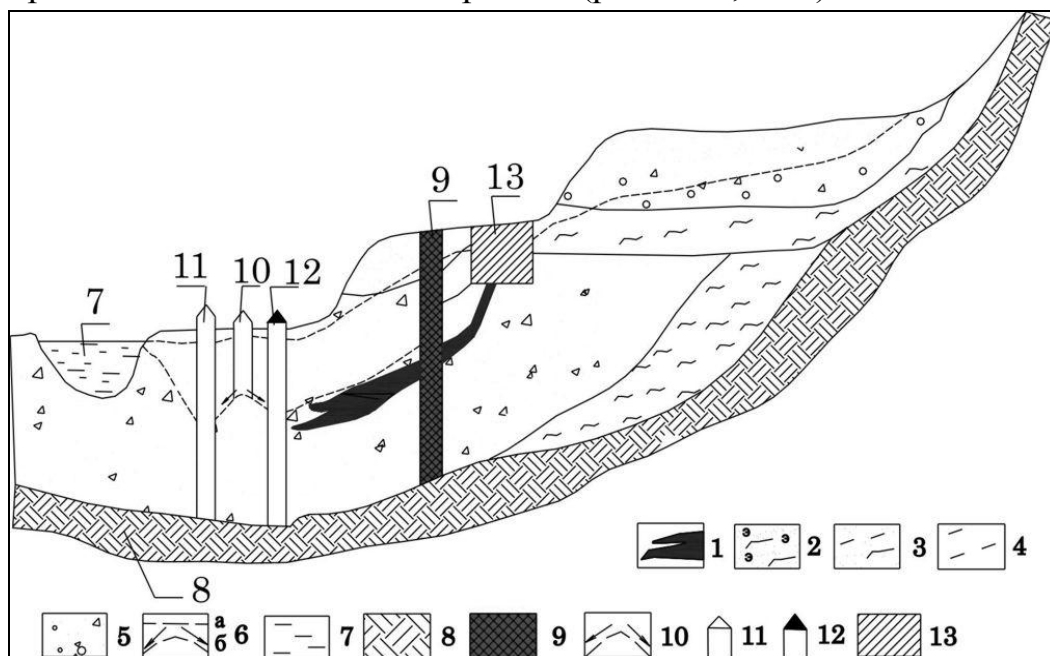


Рис. 5.10. Комплексный барьер в долине реки Сырдарья

1 – потоки загрязненных вод, 2 – элювиально-делювиальные отложения предгорий, 3 – илесто-глинистые отложения, 4 – глины и суглинки, 5 – аллювиальный водоносный горизонт, 6 – уровень грунтовых вод, 7 – р. Сырдарья, 8 – слабо проницаемые породы в межгорной долине, 9 – искусственный геохимический барьер, 10 – гидродинамический барьер, 11 – водозаборные скважины чистых вод, 12 – дренаж загрязненных вод, 13 – источник загрязнения

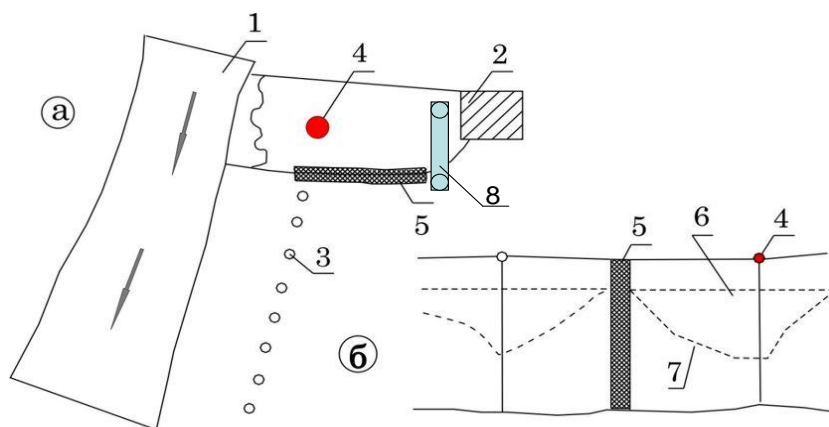


Рис. 5.11. Схема комплексного барьера на участке, где источник загрязнения расположен в долине реки Сырдарьи (а – в плане; б – в разрезе):

1 – водоем чистых вод, 2 – источник загрязнения, 3 – водозаборные скважины чистых вод, 4 – дренаж загрязненных или осолоненных вод, 5 – комплексный барьер, 6 – статический уровень грунтовых вод, 7 – динамический уровень грунтовых вод, 8 – установка совмещенного вертикального и горизонтального дренажа.

Более сложный случай локализации загрязняющих веществ в долине р. Сырдарьи установлен на участках, когда загрязняющие вещества поступают к водозабору со стороны реки, поскольку источник осолонения или загрязнения вод расположен выше по реке. Из литературы известно, и нами подтверждено, что в естественных условиях протекают процессы самоочищения загрязненных и разбавления осолоненных вод. Процессы фильтрации загрязненных речных вод и осолоненных аллювиальных вод через фильтр аллювий предлагается использовать для повышения качества питьевых вод водозаборов хозяйственно-питьевого назначения. Самоочищение определяется физико-химической активностью в системе вода – порода и продолжительностью фильтрации очищаемых вод. Для решения этой сложной задачи рекомендуется использовать устройство комплексного барьера, разработанного российскими учеными [124]. На рис. 5.12 и 5.13 показана схема комплексного барьера в плане и разрезе.

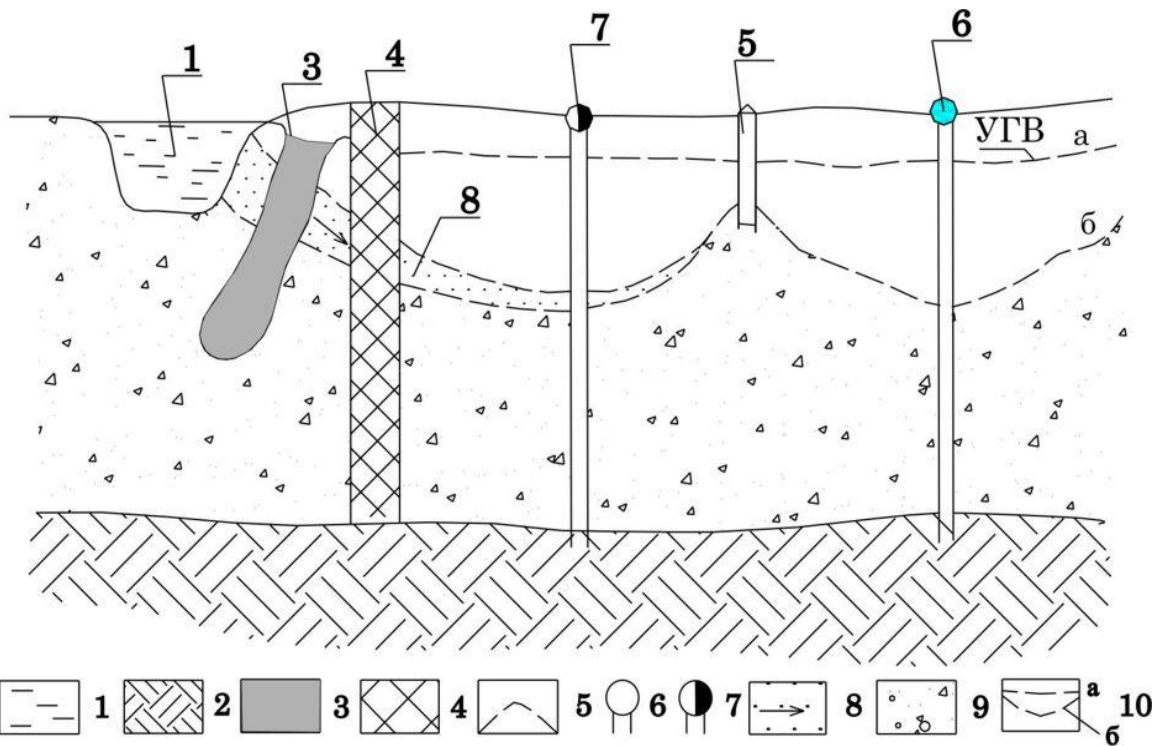


Рис. 5.12. Схема комплексного барьера с временным дренажем (разрез):

1 – р. Сырдарья на участке с загрязненными или осолоненными водами, 2 – слабо проницаемые глины и суглинки, 3 – биохимический барьер, 4 – искусственный геохимический барьер, 5 – гидродинамический барьер, 6 – водозаборные скважины, 7 – дренаж загрязненных вод, 8 – потоки и ареалы загрязненных вод, 9 – аллювиальный водоносный горизонт, 10 – уровень грунтовых вод (а – статический, б – динамический)

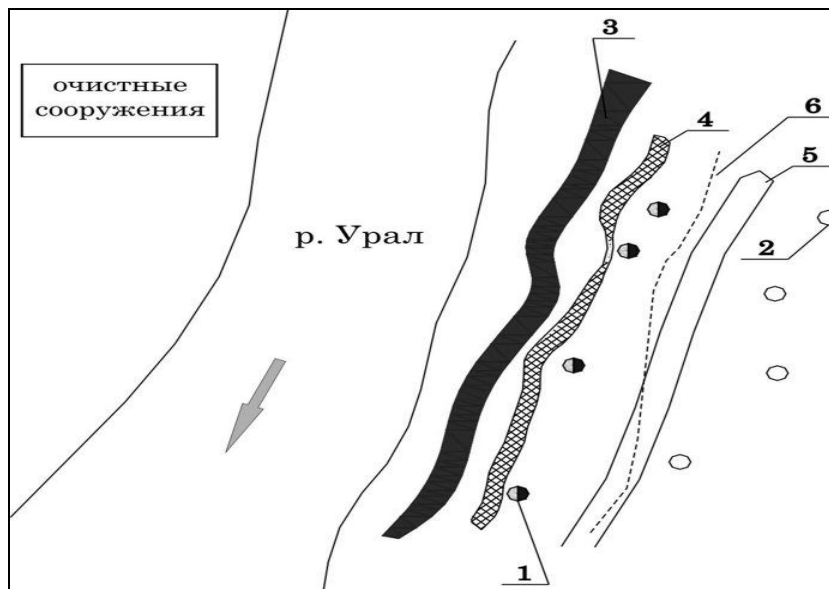


Рис. 5.13. Схема комплексного барьера с временным дренажем (план):

1 – дренаж загрязненных вод, 2 – водозаборные скважины чистых вод, 3 – стихийный биохимический барьер, 4 – природно-техногенный барьер, 5 – гидродинамический барьер, 6 – ареал загрязненных вод

Еще более сложным случаем служит поступление загрязняющих веществ к водохозяйственному объекту одновременно со стороны реки и

водосбора. Чтобы сохранить и отделить кондиционные воды от загрязненных или некондиционных, необходимо создать комплексные барьеры с обеих указанных сторон (рис. 5.14).

Перед источником загрязнения создается искусственный геохимический барьер, представленный в простейшем случае стенкой из глинобетона или цементной завесой. Барьер у водоема желательно создавать проницаемым для воды, но непроницаемым для загрязняющих веществ. С обеих сторон от поля кондиционных вод рекомендуется создавать гидродинамические барьеры в виде поверхностей раздела потоков с положением границ в зоне пресных вод [35].

Рекомендуемые устройства комплексных барьеров разработаны российскими учеными, как в конструктивном плане, так и в теоретическом [35, 124] и могут сыграть решающую роль в защите водохозяйственных объектов Таджикистана, поскольку позволяют учитывать особенности взаимодействия гидрогеологических условий республики с источниками загрязнения.

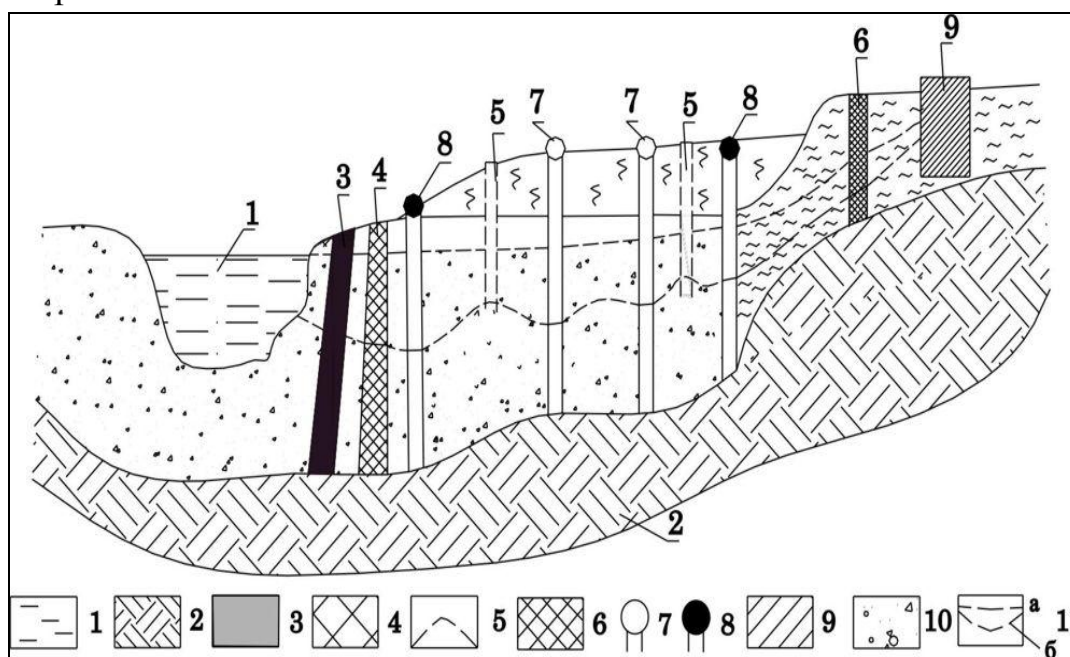


Рис. 5.14. Комплексные барьеры в случае поступления загрязняющих веществ к водохозяйственному объекту одновременно со стороны реки и водосборной площади: 1 – р. Сырдарья на участке с загрязненной водой, 2 – слабо проницаемые глины и суглинки, 3 – биогеохимический барьер, 4 и 6 – искусственные геохимические барьеры, 5 – гидродинамические барьеры, 7 – водозаборные скважины, 8 – дренажи загрязненных вод, 9 – источник загрязнения, 10 – аллювиальный водоносный горизонт, 11 – уровень грунтовых вод (а – статический, б – динамический).

При одновременной эксплуатации вод питьевого качества и дренажных вод, необходимо предусмотреть использование последних в сельскохозяйственных и технических целях. К настоящему времени потоки загрязненных вод от источников загрязнения, созданных более полувека назад, распространились в аллювии рек Сырдарьи и Амударьи на значительные расстояния, проникая за 1 год на сотни метров [278, 475]:

$$X_2 = \frac{V_{C2} \times t}{n_4} \quad (5.6)$$

где $V_{C2} = I_2 \cdot k_4$, I_2 – гидравлический градиент в аллювиальном водоносном горизонте; k_4 – коэффициент фильтрации в аллювиальных отложениях. Как свидетельствуют расчеты, загрязненные воды от предприятий Чкаловска и Худжанда способны проникнуть до р. Сырдарьи за 70-80 лет, индустриализация в Таджикистане началась в первой половине XX века, то очевидно, что процесс зашел достаточно далеко и ситуация требует кардинальных мероприятий, и не только профилактических.

К важнейшим направлениям работы по снижению техногенной нагрузки на водоемы, водохозяйственные объекты и окружающую среду в горнодобывающих районах Таджикистана являются следующие: 1) ликвидация свалок путем утилизации отходов и вовлечения их в производство; 2) локализация опасных в экологическом отношении техногенных накоплений и рекультивация занимаемых ими площадей с использованием разнообразных методов. При утилизации отходов и рекультивации площадей ими занятых экологическая опасность ликвидируется вместе с ними. Однако, в условиях Таджикистана, крупные капиталовложения в такие проекты в настоящее время пока не реальны. Рекультивация техногенно нарушенных площадей также весьма затруднительна из-за крайне неудовлетворительных водно-физических и химико-биологических свойств огромных количеств накопленных сточных вод и отходов производства. Отсутствие в сточных водах и отходах элементов, питательных для растений, препятствует их утилизации в агро- и лесомелиоративных целях. Водная и ветровая эрозия, пыление отвалов и инфильтрация загрязняющих веществ загрязняют ОС в радиусе до 50 км, а в подземные и поверхностные воды попадают сотни тонн загрязняющих веществ и, прежде всего, тяжелые металлы.

Для защиты водоемов и водохозяйственных объектов от воздействия жидких и твердых отходов необходимо применять пылеподавление путем покрытия отвалов глинистыми грунтами, увлажнения и закрепления грунтов специальными химическими веществами. Глинистые грунты препятствуют инфильтрации атмосферных осадков через отвалы и их пылению [248].

Защиту отвалов от эрозии обеспечивают полимерные пленки. С последующим посевом многолетних трав формируется почвенный слой устойчивый к эрозии. В условиях Таджикистана при рекультивации отвалов на первом техническом этапе достаточно покрывать их глинистым слоем толщиной 30÷50 см [276]. Для районов с большим количеством осадков желательнее применять геомембраны и искусственные барьерные материалы, чтобы снизить инфильтрацию атмосферных осадков на отвалах.

В условиях Таджикистана для очистки вод от тяжелых металлов, хорошо мигрирующих в горах и в предгорьях при слабокислой реакции среды трещинно-грунтовых вод, особенно эффективным является щелочной барьер. На нем тяжелые металлы и другие компоненты выпадают из раствора, образуя слабо растворимые соединения. Такие геохимические барьеры возможно создавать непосредственно в водоносном горизонте, и для повышения их эффективности усиливать процессы самоочищения методами нейтрализации, адсорбции, а также реагентными, ионообменными, биологическими и электрохимическими методами. Например, нагнетание в пласт известкового молока, нейтрализуя реакцию среды, способствует также сорбции вновь образующихся соединений металлов на частицах пелитовой и пылеватой фракций. При этом одновременно работают щелочной и сорбционный барьеры. Возможно стимулировать эти процессы добавками недорогих коагулянтов и флокулянтов, которые усиливают эффективность процессов самоочищения. Одним из таких коагулянтов может быть FeCl_3 , который при окислении формирует гидроокислы железа и служит прекрасным сорбентом тяжелых металлов [276]. Хорошими коагулянтами являются также сернокислые соли алюминия (квасцы), гидроксохлориды, гидроксосульфиды и хлориды алюминия, формирующие на щелочном барьере с сульфат ионами и кальцием трудно растворимые сульфоалюминаты кальция [124].

Однако, сорбционные процессы замедляются при повышении в водах концентраций хлоридов, нитратов и фосфатов. В аллювиальном водоносном горизонте за пределами солонцов и солончаков, концентрации этих компонентов значительно разбавляются, что позволяет эффективно применять указанные сорбенты. При фильтрации через водоносный горизонт загрязняющие вещества отделяются от фильтрата, а концентрации в воде металлов снижаются на порядок и более. Поиск новых эффективных коагулянтов [124] свидетельствует о том, что их смеси с полимерами и нейтральными полиакриламидами еще более повышают эффективность очистки растворов, не ухудшая фильтрационных параметров. В советской

практике широко применялись неорганические коагулянты (FeCl_3 , $\text{Ca}(\text{OH})_2$, $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$) и полимерные флокулянты [276].

Преимущества использования комплексных гидродинамических и геохимических барьеров в сочетании с охарактеризованными методами очистки, для защиты водных ресурсов от загрязнения, заключаются в значительной экономии материальных и финансовых средств, производственных площадей, а также во избежание процессов нитрификации органического азота в технологических операциях удаления осадков.

В качестве примера устройств по улавливанию загрязняющих веществ из потоков перед водохозяйственными объектами приведем установку совмещенного горизонтального и вертикального дренажа, которая применима для очистки вод, формирующихся в конусах выноса, сложенных неоднородными обломочными отложениями. В предгорной зоне в верхней части бортов речных долины наряду с процессами денудации и плоскостного смыва преобладают процессы линейной эрозии вдоль ущелий, логов и оврагов. По этой предгорной зоне сформировались конуса выноса, сложенные плохо отсортированными и плохо окатанными песчано-гравийно-галечными отложениями. По конусам выноса развиваются подземные потоки вод, которые на ряде участков подверглись загрязнению со стороны горнодобывающих предприятий. На отдельных участках загрязнение зашло достаточно далеко и уже достигло водоемов и водохозяйственных объектов. Качество воды в последних ухудшилось за счет тяжелых металлов, органических веществами и пр. В бассейне Сырдарьи, такие потоки обнаружены в ложках и оврагах, спускающихся от отвалов г. Чкаловска, а также от городской свалки и предприятий г. Худжанда. Ширина ложков обычно не превышает 60÷70 м. Чтобы предотвратить поступление загрязняющих веществ к р. Сырдарье и водохозяйственным объектам, необходимо перехватить потоки загрязняющих веществ, и замедлить прогрессирующие процессы загрязнения реки.

Воды аллювиальных водозаборов в долине р. Сырдарьи уже сегодня имеют низкое качество из-за повышенной минерализации (до 2,7 г/л) и жесткости, содержания 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). Для дренажа загрязненных вод рекомендуется использовать, разработанную российскими учеными, установку совмещенного горизонтального и вертикального дренажа (рис 5.15) [124].

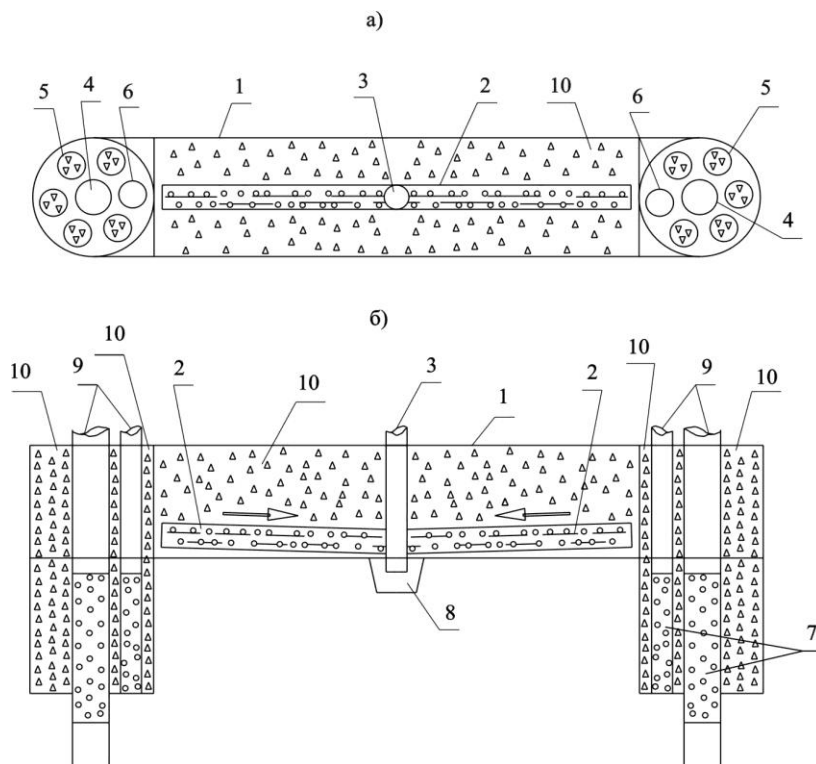


Рис. 5.15. Конструкция совмещенного вертикального и горизонтального дренажа с целью перехвата загрязняющих веществ: а) в плане, б) в разрезе:

1 – горизонтальная горная выработка с дренажной трубой заполненная щебнем; 2 – дренажная труба с перфорацией; 3 – выводная труба; 4 – эксплуатационные скважины с погружными насосами; 5 – специальные скважины с щебнистой засыпкой; 6 – наблюдательная скважина-пьезометр; 7 – интервалы перфорации фильтра в эксплуатационных и наблюдательных скважинах; 8 – зумпф для сбора загрязненных вод; 9 – обсадные трубы; 10 – щебнистый наполнитель.

Ложки, спускающиеся к реке от источников загрязнения, сложены обычно плохо отсортированным аллювием, очень неоднородным по составу и мощности. Ширина ложек меняется, что учтено в конструкции установки совмещенного горизонтального и вертикального дренажа. Она работает на улавливание загрязняющих компонентов из водных потоков и ее дренажные воды можно использовать после подготовки на сельскохозяйственных полях орошения. Конструктивно она включает дренажную канаву глубиной 4÷5 м и две эксплуатационные скважины на ее крыльях (рис. 5.15).

Обе скважины бурятся на всю мощность верхнего водоносного горизонта и являются совершенными. Вокруг них бурятся по кругу 6 скважин меньшей глубины. Скважины имеют обсадные колонны с фильтрами. Пять из шести скважин засыпаются мелким щебнем, после чего обсадные трубы извлекаются. Шестая скважина оборудуется фильтром в качестве наблюдательной за процессом откачки. Эксплуатационные скважины также имеют фильтры. При откачке из водоносного горизонта

выносятся песчаный материал и развивается суффозия. Одновременно в пять из шести скважин засыпается мелкий щебень и в эксплуатационной скважине формируется песчано-гравийный фильтр, снижающий суффозию. При этом обеспечивается перехват загрязненных вод ложкового аллювия.

Рекомендации по созданию системы мониторинга. Система мониторинга призвана предотвратить надвигающийся экологический кризис, причины приближения которого в Таджикистане обусловлены:

1) стихийным, не управляемым характером природопользования, недостаточно обоснованным размещением объектов промышленного и гражданского и сельскохозяйственного строительства, в перегрузке экологически уязвимых районов населением и автотранспортом (в Чкаловске и др.), отсутствием экологически обоснованных планов и программ; 2) использованием устаревшей технологии производства и химизации сельского хозяйства, а также практики локализации отходов; 3) недостатком эффективных очистных сооружений в городах и на предприятиях, отсутствием в производстве безотходных и малоотходных технологий; 4) недостатками в подготовке инженерно-технических кадров в инженерных и экологических службах предприятий и органов госконтроля в вопросах природопользования и оценки техногенного воздействия на окружающую среду, неспособных экологически и экономически обоснованно осуществлять модернизацию производства.

Промышленностью и государственными органами руководят специалисты узкого профиля. Поэтому растет заболеваемость и смертность населения, расширяются случаи уродств и генетических отклонений у детей, а также случаи экологического иммунодефицита. Требуется объединить систему контроля за состоянием ОС и здоровьем населения в единую систему мониторинга, чтобы предотвратить надвигающийся экологический кризис, как результат стихийного, не контролируемого влияния технологии. Это должна быть принципиально новая система мониторинга ОС и здоровья населения, базирующаяся на применении автоматизированных средств контроля, а также современных наземных и дистанционных методов исследования. На постсоветском пространстве производство наземных стационарных, передвижных и дистанционных аэрокосмических систем контроля пока освоено недостаточно. Не хватает приборов, позволяющих автоматизировать операции по контролю.

К управлению качеством гидросферы и ОС можно перейти только на основе автоматизированных систем мониторинга и ГИС-технологий с применением автоматизированных систем геоэкологического

картографирования, с использованием наземных и аэрокосмических методов. В комплекс геоэкологического картографирования должны войти карты формирования ресурсов поверхностных и подземных вод гидрогеоэкологические и гидробиологические карты, картосхемы источников загрязнения природных вод и ОС, геоэкологические карты и схемы, отражающие не только пространственное развитие потоков и ареалов загрязнения, но и параметры устойчивости или защищенности подземных вод и ОС к загрязнению, истощению и негативным геодинамическим процессам. Итоговые построения должны быть представлены картами и схемами, отражающими народнохозяйственную ценность территории и возможности перспективного размещения на ней производительных сил с учетом устойчивости ее к техногенному воздействию.

С учетом международного опыта, в Таджикистане в региональную систему контроля необходимо включить физико-географический, литосферный, биогеохимический, гидрогеоэкологический и дистанционный мониторинг, основанный на регистрации и анализе параметров управляемой геосистемы. Главная цель функционирования системы мониторинга – выработка управленческих решений рационального природопользования. С этой целью выполняется геоэкологическая характеристика компонентов ОС региона и определяется направленность ее техногенной трансформации. Система мониторинга региона представлена на рис. 5.16.

На ее основе предполагается осуществлять профилактические мероприятия по локализации источников загрязнения, чтобы не только локализовать потоки загрязняющих веществ, но и более обоснованно размещать новые, экологически опасные объекты, заранее планируя вокруг них зоны санитарной охраны.

Для предотвращения загрязнения природных вод и ОС требуются профилактические мероприятия, заключающиеся в использовании инженерных устройств, способов и установок для перехвата потоков загрязненных вод. К таким мероприятиям относится применение комплексных гидродинамических и геохимических барьеров, разработанных в российской, и, прежде всего, в Уральской школе геоэкологов [124]. Кроме того, очень важно сместить основные профилактические мероприятия на стадию планирования инженерной инфраструктуры территории, чтобы территориальное ее размещение было экологически обоснованным, чтобы:

а) селитебные районы были отделены лесными массивами и зелеными насаждениями от производственных объектов, производственных и коммунальных свалок и отстойников;

б) экологически опасные сооружения были размещены на площадях устойчивых к техногенезу и геодинамическим процессам;

в) были обеспечены системой мониторинга.



Рис. 5.16. Система гидрогеоэкологического мониторинга

Необходимо модернизировать всю систему складирования переработки и локализации бытовых и производственных отходов, прежде всего, необходимо их паспортизировать, организовать их селективное складирование и, хотя бы частично, организовать их использование в народном хозяйстве. Разработку мероприятий по охране природных вод и ОС необходимо осуществлять в республиканском масштабе, а планировать и

реализовывать – в территориальных планах производственного и социально-экономического развития регионов, предприятий и хозяйств.

Система мониторинга служит для обоснования принимаемых хозяйственных решений. Эти решения должны обосновываться при помощи ретроспективных и перспективных экологических картографических построений. Только при таких условиях система мониторинга может стать эффективным инструментом планирования и нормирования техногенной нагрузки при определении квот на выбросы и сбросы предприятий. То есть система мониторинга может и должна стать инструментом управления состоянием гидросферы и ОС.

Гидрогеоэкологические исследования выполнялись автором с 2000 по 2011 гг. Выявлены источники загрязнения и оценена степень техногенной трансформации химического состава поверхностных и подземных вод, а также степень загрязнения почв, грунтов и растительности. Техногенная трансформация природных вод установлена не только в районах размещения горнодобывающей промышленности, где она обусловлена повышенными концентрациями в водах тяжелых металлов (свинца, цинка, меди, серебра, марганца, никеля, мышьяка и ртути), но и на равнинах, где распространены аномальные концентрации в водах, почвах и грунтах органических веществ, пестицидов, нефтепродуктов, СПАВ и фенолов. Ареалы загрязнения приурочены к населенным пунктам, автомагистралям, автобазам, заправочным станциям и железным дорогам. Повышенные концентрации пестицидов приурочены к полям хлопчатника.

Объекты, вызывающие техногенную трансформацию природных вод и ОС в горнодобывающих районах представлены многочисленными промышленными предприятиями, сооружениями и различными коммуникациями, которые объединены технологическим циклом добычи и переработки металлических полезных ископаемых. В процессе этого цикла формируются горные выработки, скважины, карьеры, шахты, отвалы горных пород, золоотвалы ТЭЦ, промышленные площадки заводов по обогащению и переработке руд с токсичными выбросами, с крупнотоннажными накопителями промышленных стоков, хвостохранилищами, участками захоронения отходов и пр. В инфраструктуру территории вписались также жилые, хозяйственные и бытовые здания и сооружения со станциями перекачки и очистки вод, с базами ГСМ, свалками и пр. Техногенные преобразования развиваются регионально, охватывая не только природные воды, но и все компоненты ОС, стимулируя негативные техногенные и геодинамические процессы. Увеличиваются площади развития ареалов и потоков загрязнения водоемов и водохозяйственных объектов и, в целом,

природного комплекса. Поэтому система мониторинга призвана учесть все последствия хозяйственной деятельности человека и перейти к управлению состоянием ОС. Начиная с 50-х гг. XX в. в Таджикистане было освоено более 160 тыс. га новых сельскохозяйственных земель. Ежегодно вводилось в эксплуатацию до 10 тыс. га площадей, как правило, с низким уровнем естественного плодородия. Потребовались большие вложения на мелиоративное улучшение земель, удобрений и ядохимикатов не хватало. Несмотря на то, что новые земли в Аштском, Матчинском, Зафарабадском, Канибадамском районах осваивались на больших отметках рельефа, но это привело на ниже расположенных, более плодородных землях к подтоплению, заболачиванию и засолению. Ухудшилось мелиоративное состояние этих земель, а на конусах выноса и в предгорной зоне начали аккумулироваться тяжелые металлы. Источниками их накопления служат горнодобывающие предприятия, расположенные в горной части. Ареалы загрязнения тяжелых металлов накладываются на ареалы, обусловленные сельскохозяйственными источниками загрязнения, представленные преимущественно органическими веществами с образованием металлоорганических соединений. Их роль в пищевых цепях не изучена, но установлен рост заболеваемости населения, что свидетельствует о их негативном влиянии на здоровье населения и природный комплекс. То есть установлено, что, с развитием горнодобывающей промышленности и освоением слабо продуктивных земель, ухудшилось гидрогеоэкологическое состояние территории: произошло подтопление значительных площадей и активизировались процессы вторичного засоления и загрязнения, и прежде всего, территорий населенных пунктов. Повысилась минерализация вод хозяйственно-питьевого назначения и снизилась урожайность сельскохозяйственных культур. Это произошло в связи с накоплением в водах и ОС таких вредных для здоровья людей и экосистемы элементов, как свинец, молибден, цинк, бериллий, селен, кадмий, ртуть, мышьяк, кобальт, никель, хром, медь, алюминий, серебро, висмут, стронций, бром, фтор, уран, радий, титан, бор, марганец. В связи с интенсивным характером миграции тяжелых металлов, горнодобывающие предприятия с их отвалами, выбросами, шахтами, шурфами, штольнями, хвостохранилищами и складами хранения руд превратились в серьезные источники загрязнения ОС. От этого страдают, главным образом, урбанизированные районы равнинной зоны, нуждающиеся в мероприятиях по предотвращению негативных последствий.

В самой равнинной зоне в качестве источников загрязнения сформировались крупные сельскохозяйственные массивы (Аштский, Канибадамский, Матчинский, Зафарабадский и др.), загрязняющие

природные воды пестицидами. На урбанизированных территориях (в городах Исфара, Худжанд, Чкаловск, Гафуров, Кайраккум, Расулов, в районах Табошар, Алтын-Топкан, Катаган, Костакоз, Канибадам, у пос. Такели, и др.) в водах, грунтах и почвах обнаружены СПАВ, фенолы и нефтепродукты. Последние приурочены к нефте-, авто- и железнодорожным базам, к трассам железных и автомобильных дорог, к аэропортам.

В последнее десятилетие отмечены острые токсичные дефекты у детей, в связи с загрязнением воды и пищевых цепей ртутью, кадмием, свинцом и др. Повышенные концентрации ртути в ОС установлены в пос. Алтын-Топкан, Бустон, Уткансу, Табошар, Кансай, Мирзорабад, в урочище Дашт. В Адрасмане, Алтын-Топкане, Аште, Куруксае и др. сформировались опустыненные ландшафты.

Водным кодексом и «Основами земельного законодательства Республики Таджикистан», а также постановлениями Совета министров республики определены важнейшие меры по охране и рациональному использованию природных ресурсов и ОС:

- осуществлять мероприятия по предотвращению загрязнения водоемов и истощения водных ресурсов, проводить эффективные мероприятия по предотвращению ветровой, водной эрозии почв, засолению, заболачиванию земель и других компонентов ОС;
- предотвращать загрязнение урбанизированных территорий, массивов сельскохозяйственных и других земель бытовыми и промышленными отходами и сточными водами;
- при строительных и горных работах рекультивировать нарушенные земли; сохранять плодородный слой почв для восстановления этих земель.

При разработке и осуществлении водоохраных мероприятий необходимо оценивать общее техногенное воздействие на гидросферу и накопленное загрязнение ОС горнодобывающим и сельскохозяйственным производством в результате горнопроходческих работ и избыточного внесения удобрений и ядохимикатов. Для защиты водоемов, водохозяйственных объектов и ОС от загрязнения следует шире использовать современные технологии, и в частности, охарактеризованные выше технологии применения гидродинамических и геохимических барьеров.

Для защиты от загрязнения тяжелыми металлами водоемов и водохозяйственных объектов, которые, в основном, сосредоточены в равнинной части территории республики, например, в Ферганской долине, предлагается создание геохимических барьеров в форме канав (рис. 5.17), наполняемых щебнисто-глыбовым материалом из местных горных пород

(известняков, доломитов, мергелей и песчаников на карбонатно-глинистом цементе). Эти породы способны нейтрализовать слабо кислые растворы, ускоряя перевод тяжелых металлов в трудно растворимое состояние.

Канаву-барьер следует закладывать на перегибе рельефа между возвышенностями предгорий и равниной на предполагаемом направлении потока загрязненных подземных вод (рис. 5.17).

Ширина ее может быть порядка 1÷2 м, и она засыпается щебнисто-дресвяным материалом карбонатных пород, которые нейтрализуют слабо кислые растворы меди, свинца, цинка и др. тяжелых металлов в подземных водах, стекающих со склонов.

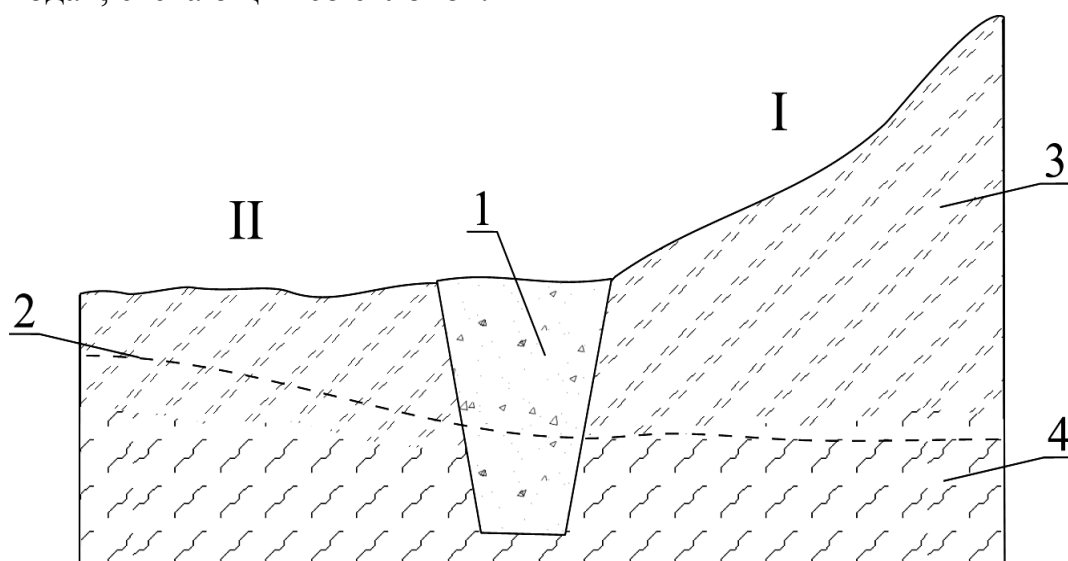


Рис. 5.17. Искусственный геохимический барьер:

I. Предгорная зона, перекрытая с поверхности преимущественно глинистыми слабо проницаемыми отложениями. II. Равнинная зона с широким распространением песчано-гравийно-галечных аллювиальных и лессовидных, илесто-суглинистых озерно-болотных отложений. 1 – щебнисто-дресвяный наполнитель канавы-барьера из карбонатных пород, 2 - уровень грунтовых вод, 3 - современные делювиальные суглинки переслаивающиеся с пролювием, 4 – верхнечетвертичные глинистые, слабо проницаемые отложения.

Канавы представляют собой радиальный щелочной барьер, аналогичный, известному в литературе [325] (рис. 5.18).

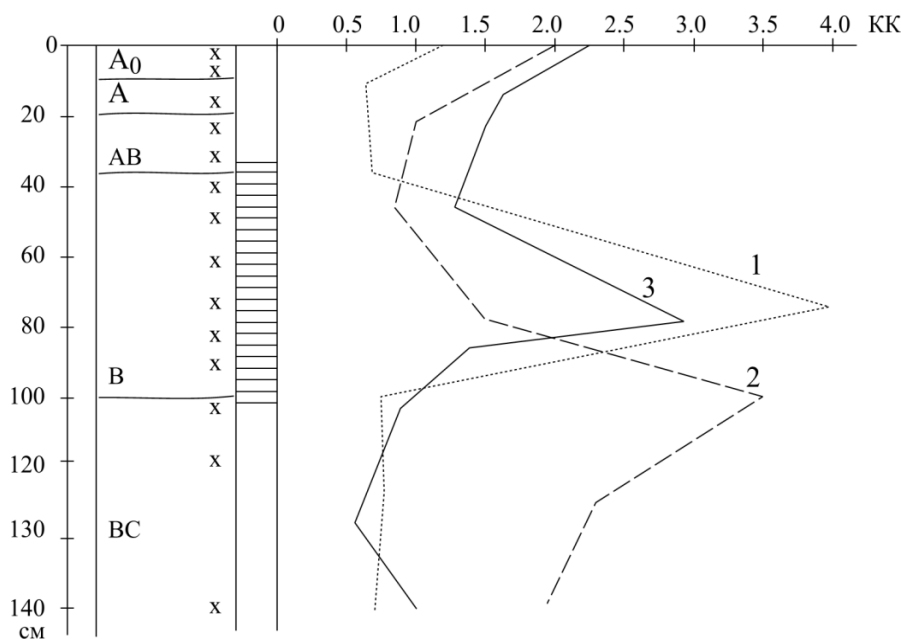


Рис.5.18. Осаждение тяжелых металлов на щелочном барьере

Кс – коэффициент концентрации; 1 – свинец; 2 – цинк; 3 – медь

Слабо кислая среда изменяется на щелочную резко, на небольшом расстоянии от рН 6,2÷6,5 до 8,0÷8,5. При смене среды на щелочную тяжелые металлы выпадают в твердую фазу и концентрируются в виде нерастворимых соединений.

Таким образом, экологический анализ состояния поверхностных и подземных вод Таджикистана свидетельствует о значительной подверженности их техногенным преобразованиям. Поэтому, для регионального изучения и картографирования состояния водных ресурсов и ОС под влиянием техногенных факторов нами рекомендуется:

1. Взять под более жесткий контроль вопросы планирования и размещения инженерной инфраструктуры, чтобы минимизировать их вредное влияние на гидросферу и ОС. Учитывать, что в площадном отношении преобладают районы с не защищенными или слабо защищенными подземными водами и водоемами. Для оценки защищенности к загрязнению и устойчивости территории к техногенезу необходимо учитывать особенности рельефа местности, геоморфологии и гидрологии региона, геологического строения и экологическую ситуацию. В целом, все это определяет характер чувствительности территории, и ее вод к техногенному воздействию и имеет большое значение при выборе эффективных в эколого-экономическом отношении мероприятий по предотвращению негативных последствий на каждом объекте.

2. Учесть, что основная часть техногенно преобразованных и загрязненных и не кондиционных вод формируется в равнинной зоне, и в частности, по правобережью р. Сырдарья, в районе Худжанда. Загрязнение поверхностных и подземных вод соединениями тяжелых металлов в связи с

деятельностью горнодобывающей и иной промышленности имеет здесь широкое распространение. Но, при этом, в водоносных горизонтах протекают и процессы самоочищения более энергично, чем в поверхностных водоемах.

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

4. К основным источникам загрязнения водных ресурсов относятся наиболее крупные горнодобывающие предприятия и их крупнотоннажные накопители отходов. Поэтому изучение источников загрязнения водных ресурсов необходимо начать с их более детального картографирования и построения ретроспективных и прогнозных карт и схем для конкретизации техногенной ситуации.

5. Рекомендуется создать гидрогеоэкологические карты Таджикистана 1:50000 масштаба, отражая на них геоэкологическое состояние поверхностных и подземных вод, грунтов, почв и растительности. Это могут быть карты изоконцентраций загрязняющих компонентов, а также других параметров, отражающих качество природных вод, а также участки загрязнения вод, грунтов, почв и растений. При сопоставлении таких карт с картами земле- и природопользования территории можно существенно скорректировать природоохранные мероприятия и внести экологически обоснованные изменения в планы перспективного размещения инженерной инфраструктуры, в порядок учета и изъятия земель для промышленных, энергетических, градостроительных и других объектов.

6. Необходимо реорганизовать сеть мониторинга территории республики, создав научно-методическую основу за гидрогеоэкологической ситуацией в виде гидрогеоэкологических и геолого-геофизических моделей. Это позволит научно обоснованно прогнозировать развитие процессов техногенной трансформации поверхностных и подземных вод и ОС. Целесообразно укрепить сотрудничество и использование опыта российских и других зарубежных ученых по организации системы мониторинга за состоянием водных ресурсов, и систематически внедрять научно-технические достижения в области гидрогеоэкологических исследований.

В заключительной, пятой главе, были сделаны следующие выводы:

Построенные модели и выполненная оценка техногенной трансформации природных вод позволили на основе системы мониторинга и современных технологий разработать мероприятия по совершенствованию водопользования и защите вод от загрязнения и истощения, что открывает возможность улучшить обеспеченность энергетики, промышленности и сельского хозяйства водой, а население – водами питьевого качества, резко снизив его заболеваемость и смертность. Водозабор республики составляет всего 9÷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.

Еще в советский период приняты решения о переводе водоснабжения за счет подземных вод, но ресурсов их не хватает, и рекомендуется применять методы magazинирования по берегам водоемов, добываясь самоочищения воды при ее инфильтрации. Необходимо изучать и обезвреживать при помощи современных технологий очаги загрязнения на урбанизированных территориях, в районах горнодобывающих предприятий, разработки стройматериалов, добычи нефти, газа, бурых углей и поваренной соли. Огромные площади пастбищ и пахотных земель опустынены, заняты отвалами горных пород и шламохранилищами. Только на Карамазаре до 65% территории покрыто отвалами пород высотой до 70 м с формированием сернокислотных ландшафтов. Особо опасны объекты по производству радиоактивных элементов. Требуется рекультивация нарушенных земель и локализация источников загрязнения.

Правительством Таджикистана на 2007-2020 гг. 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. $m^3/сут$ при модуле 20÷30 л/сек/км². Выполнена оценка и др. водоносных комплексов. Минимальные модули (< 1) определены для районов с полупустынным климатом, а высокие – для Центрального Таджикистана (5,3÷9,7 л/сек/км²). Бассейновый анализ территории с расчленением гидрографа позволил оценить естественные

ресурсы подземных вод в 45,1 млн. $m^3/сут.$ или 522 $m^3/сек.$, что значительно больше эксплуатационных ресурсов (6,8 млн. $m^3/сут.$, или 69,7 $m^3/сек.$). 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. Рекомендуются создать гидрогеоэкологические карты Таджикистана 1:50000 масштаба, отражая на них экологическое состояние поверхностных и подземных вод, грунтов, почв и растительности. При этом, можно существенно скорректировать природоохранные мероприятия и внести обоснованные изменения в планы перспективного размещения производительных сил.

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 поверхностный сброс можно снизить до 10% от нормы, водозабор – на 35%, а эксплуатационные затраты на орошение – на 20÷30%, задействовав до 2 млн. m^3 грунтовых вод на орошение 25% подлежащих орошению земель.

В среднеазиатской водохозяйственной системе энергетика сосредоточена в горах Таджикистана и Кыргызстана, а орошаемое земледелие – в Узбекистане, Казахстане и Туркмении. В СССР регион был базовым по производству хлопка, зерна, мяса и шерсти. В республике сложилась узкая гидроэнергетическая и горнодобывающая направленность экономики. Орошаемое земледелие развито только в незначительной по площади равнинной зоне. По запасам гидроэнергетических ресурсов республика занимает в СНГ второе место после РСФСР, но они используются на 5%. С распадом СССР между республиками б. Союза нарушились хозяйственные связи и обострились межгосударственные отношения. Главным потребителем воды (до 90 %) в регионе является орошаемое земледелие Узбекистана, Казахстана и Туркмении. Общие затраты воды пяти республик б. Союза составляют 110,46 $км^3/год$ при доле Таджикистана 10 %. Сложилась тупиковая ситуация в системе вододеления трансграничных вод бассейнов рек Сырдарьи и Амударьи, и погибающего Арала из-за нарушения природного водного баланса, отсталой технологии орошения и

межгосударственных противоречий. Законодательство о воде новых суверенных государств препятствует решению водохозяйственных проблем региона в целом. Переброска части стока Сибирских рек в бассейн Арала отменена из-за несовершенства технологий и больших потерь воды, которые 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 водоемкости в $2\div 3$ 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. А пока межгосударственные соглашения по водопользованию пришли в тупик. Концепция водопользования должна опираться на принципы «не навредить соседу», и обеспечивать жизнь и здоровье людей, как ныне живущих, так и будущих поколений на путях устойчивого социально-экономического развития. 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 водных ресурсов и налоговых льгот при условии высокой продуктивности и низкой водоемкости производства.

Аральское море испытало за геологическую историю ряд трансгрессий и регрессий. Современное орошаемое земледелие несовместимо с идеей его восстановления. Притоки воды в него на порядок меньше того, что необходимо для стабилизации ситуации. Создание в Приаралье свободной экономической зоны позволит сформировать оазисы на основе организаций типа технопарков с наукоемкими технологиями и инвестициями для освоения соленосных песков и поддержания рыбохозяйственных водоемов.

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 ($45 \text{ л/с} \cdot \text{км}^2$ в год) характерен для 1-го типа питания в бассейне р. Вахш. В ледниках и снежниках с площадью $8,5 \text{ тыс. км}^2$ сосредоточено $\geq 400 \text{ км}^3$ пресной воды высокого качества. При их таянии сформировалось до 1450 горных озер с общей площадью 716 км^2 . 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 также щелочные и сорбционные барьеры в бортовых частях речных долин и межгорных впадин, а также 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 0,00п 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.

Системы мониторинга должны включать республиканский, областной и местный уровни наблюдений с соответствующим финансированием. 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 барьеры. 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 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. Создать 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 научно-технические достижения ученых других стран.

5. Организовать зоны санитарной охраны и создать на водохозяйственных объектах защитные комплексные гидродинамические и геохимические барьеры. Научно обосновывать новые производственные проекты, превратив систему мониторинга в инструмент нормирования техногенной нагрузки. Повысить уровень образования в области прикладных и фундаментальных 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 мощностью в 50÷250 м при коэффициенте фильтрации 2÷100 м/сут. Бассейновый анализ позволил оценить естественные ресурсы подземных вод в 45,1 млн. м³/сут. или 522 м³/сек и сделать вывод о возможности увеличения эксплуатационных ресурсов.

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 с использованием местных известняков, доломитов, мергелей и песчаников.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, предложенная методология и методика гидрогеоэкологических исследований Таджикистана позволили обосновать следующие 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 достаточно 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. Таджикистан 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. Разработана 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.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абдрахманов Р.Ф. Гидрогеоэкология Башкортостана / Р.Ф. Абдрахманов. – Уфа: Информреклама, 2005. – 344 с.
2. Абдуллаев Х.М. Основные черты магматизма и металлогении Чаткало-Кураминских гор / Х.М. Абдуллаев Ф.Ш. Раджабов. – Ташкент: Изд. АН УзССР, 1958. – 216 с.
3. Абдурахимов С.Я. Антропогенные изменения основных экологических компонентов в Таджикистане / С.Я. Абдурахимов, Д.Н. Саидова // Центрально-Азиатские гуманитарные исследования. – Худжанд: Вароруд. – 1999. – № 3. – С. 65–72.
4. Абдурахимов С.Я. Геоэкологические проблемы техногенеза на территории Северного Таджикистана / С.Я. Абдурахимов. – Пермь: ПГУ, 2003. – 147 с.
5. Абдурахимов С.Я. Гидрогеологическая ситуация в Карамазарском горнорудном районе / С.Я. Абдурахимов, Д.Н. Саидова, З.А. Зокиров. // Материалы науч.-прак. конференции «Водохозяйственные проблемы и рациональное природопользование». Ч.1. – Оренбург: ОГУ, 2008. – С.67–70.
6. Абдурахимов С.Я. Изучение геологии, геохимии и минералогии Таджикистана академиком А.Е. Ферсманом / С.Я. Абдурахимов // Геология. – 1976. – № 1. – С. 38–48.
7. Абдурахимов С.Я. Из истории горнорудного дела Таджикской ССР / С.Я. Абдурахимов // История и методология естественных наук. Вып. XXIII. Сер. Геология. – М.: МГУ, 1979. – С. 147–152.
8. Абдурахимов С.Я. О техногенных ландшафтах юго-западной Ферганы и обрамляющих ее горнорудных районов / С.Я. Абдурахимов, А.Я. Гаев, Д.Н. Саидова // Кучинские чтения; материалы юбилейной науч.-прак. конференции, посвященной 120-летию со дня рождения профессора М.И. Кочина. – Томск: ТАСУ, 2007. – С. 62–65.
9. Абдурахимов С.Я. О природных и техногенных условиях формирования ландшафтов Северного Таджикистана / С.Я. Абдурахимов, Д.Н. Саидова, А.Я. Гаев, И.Н. Алферов // Материалы 1-го Уральского Международного экологического конгресса «Экологическая безопасность горнопромышленных регионов». Геоэкология. Инженерная геология. Том 1. – Екатеринбург: СОО МАНЭБ, 2007. – С. 18–22.
10. Абдурахимов С.Я. Особенности гидрогеоэкологии малых рек Северо-Ферганского региона / Абдурахимов, С.Я., Д.Н. Саидова, З.А. Зокиров // Материалы науч.-прак. конференции «Водохозяйственные

проблемы и рациональное природопользование». Ч.1. – Оренбург: ОГУ, 2008. – С.70–75.

11. Абдурахимов С.Я. Рациональное природопользование в Таджикистане / С.Я. Абдурахимов // Аграрная наука. – 2003. – №6. – С.24–25.

12. Абукова Л.А. Геоэкологические аспекты разработки месторождений нефти и газа в условиях дефицита пастового давления / Л.А. Абукова, Ю.И. Яковлев // Экологическая безопасность горнопромышленных регионов. Том 1. – Екатеринбург, 2007. – С 28 – 33

13. Авакян А.Б. Водохранилища мира / А.Б. Авакян, В.А. Шарапов и др. – М: Наука, 1979. – 288 с.

14. Азбукина Е.Н. К вопросу о значении техногенного фактора в развитии современного рельефа / Е.Н. Азбукина // Вестник ЛГУ. – 1970. – № 18. – С. 75–85.

15. Азбукина Е.Н. О некоторых закономерностях развития техногенных рельефообразующих процессов / Е.Н. Азбукина // Учен.зап. ЛГУ. – 1978. – Вып.26. – С. 124–138.

16. Азбукина Е.Н. Техногенез и современные изменения рельефа на северо-западе русской равнины / Е.Н. Азбукина // Вестник ЛГУ. – 1975. – № 12. – С. 123–131.

17. Айрапетьянц С.Э. Морфология ледникового озера Мерцбахера и механизм его катастрофических прорывов / С.Э. Айрапетьянц, Е.К. Баков // Некоторые закономерности оледенения Тянь-Шаня. – Фрунзе: Илим, 1971. – С. 75–84.

18. Айтматов И.Т. Загрязнение поверхностных вод в бассейне Сырдарьи отходами горного производства / И.Т. Айтматов, И.А. Торгоев, Ю.Г. Алешин // Вода и устойчивое развитие Центральной Азии. Мат. проектов «Региональное сотрудничество по использованию водных и энергетических ресурсов в Центральной Азии» (1998) и «Гидроэкологические проблемы и устойчивое развитие Центральной Азии» (2000). – Бишкек: «Элита», 2001. – С. 25–31.

19. Алаев Э.Б. Социально-экономическая география : Понятийно-терминологический словарь / Э.Б. Алаев. – М.: Мысль, 1983. – 17 с.

20. Алекин О.А. Основы гидрохимии / О.А. Алекин. – Л.: Гидрометеиздат, 1970. – 444 с

21. Алексеенко В.А. Экологическая геохимия : учебник для вузов / В.А. Алексеенко. – М.: Логос, 2000. – 627 с.

22. Алисов Б.П. Климатология / Б.П. Алисов, Б.В. Полтораус. – М.: МГУ, 1994. – 298 с.

23. Алисов Б.П. К климатологии склонов Ферганского и Чаткальской хребтов, обращенных к Ферганской котловине / Б.П. Алисов // Вопросы географии. – М. 1946.
24. Алферов И.Н. Методы защиты геологической среды горнодобывающих районов на основе реализации экологической емкости : автореф. ... дисс. кандтехн. наук : 25.00.36 / И.Н. Алферов. – Пермь: ПГУ, 2005. – 25 с.
25. Алферова Л.А. Замкнутые системы водного хозяйства промышленных предприятий, комплексов и районов / Л.А. Алферова, А.П. Нечаев. – М.: Стройиздат, 1984. – 272 с.
25. Анпилов В.Е. Формирование и прогноз режима грунтовых вод на застраиваемых территориях / В.Е. Анпилов. – М.: Недра, 1984. – 160 с.
27. Андреев А. Каталог полезных ископаемых Русского Туркестана (составлен в 1909-1911 гг. горным инженером А.Андреевым) / А. Андреев. – Ташкент, 1912. – 188 с.
28. Арманд Д.А. Антропогенные эрозионные процессы / Д.А. Арманд // Сельскохозяйственная эрозия и борьба с ней. – М.: Недра, 1956. – С.7–37.
29. Арну М. Теоретические основы взаимодействия человека и геологической среды / М. Арну // Доклады 27-го Международного геол. конгр. Инженерная геология. Секция С-17. Т. 17. – М.: Наука, 1984. – С. 3–7.
30. Атлас республик Средней Азии. – М.: ГУГК, 1988. – 76 с.
31. Атлас Таджикской ССР. Душанбе. – Душанбе-М.: ГУГК, 1968. – 200 с.
32. Бабаев А.М. Неотектоника и сейсмичность: Таджикистан: природа и природные ресурсы / А.М. Бабаев. – Душанбе, 1982. – С. 98–108.
33. Бабаходжаев С.М. Петрология и особенности геохимической специализации интрузивных комплексов Восточного Карамазара (Северный Таджикистан) / С.М. Бабаходжаев. – Душанбе: Дониш, 1975. – 145 с.
34. Бабушкин В.Д. Барьерный способ защиты подземных вод / В.Д. Бабушкин, А.Я. Гаев, Е.В. Кузнецова // Проблемы гидрогеологии XXI века : Наука и образование. – М.: Изд-во РУДН, 2003. – С. 217–225.
35. Бабушкин В.Д. Научно-методические основы защиты от загрязнения водозаборов хозяйственно-питьевого назначения / В.Д. Бабушкин, А.Я. Гаев, В.Г. Гацков и др. – Пермь: Перм. Ун-т, 2003. – 264 с.
36. Балабанова Ю.М. К методике региональных гидрогеоэкологических исследований в вододефицитных районах / Ю.М. Балабанова, И.Н. Алферов, А.И. Рахимов и др. // Арчиловские чтения: науки о Земле и устойчивое

развитие. Сб. мат. Междунар. НПК. Вып. 1. – Чебоксары: Чуваш.ун-т, 2010. – С. 12–16.

37. Баландин Р.К. Геологическая деятельность человечества: Техногенез / Р.К. Баландин. – Минск: Высш. шк., 1978. – 303 с.

38. Баратов Р.Б. Геологические очерки Памиро-Алая / Р.Б. Баратов, В.И. Буданов. – Душанбе: Дониш, 2005. – 232с.

39. Баратов Р.Б. Недр Таджикистана служат народу / Р.Б. Баратов. – Душанбе: Дониш, 1974. – 200 с.

40. Баренбойм Г.М. Автоматизированные системы раннего обнаружения и мониторинга аварийного разлива нефти на водных объектах / Г.М. Баренбойм, П.В. Шульженко, А.В. Галкин, Ю.М. Поляков. – М.: ГЦВН, 1998. – С. 80–84.

41. Бартольд В.В. К истории орошения Туркестана / В.В. Бартольд. – СПб., 1914. – 174 с.

42. Бархатов В.П. Тектоника Памира / В.П. Бархатов – Л.: Ленинградский ун-т, 1963. – 244 с.

43. Батоян В.В. Принципы районирования территории СССР по устойчивости поверхностных вод к загрязнению при нефтедобыче : "Ландшафтно-геохимическое районирование и охрана недр" / В.В. Батоян // Вопросы географии. – М., 1983. – № 120. – С. 109–117.

44. Бачурин Б.А. Эколого-геохимические особенности техногенеза в районах нефтедобычи / Б.А. Бачурин, А.А. Борисов, Т.А. Одинцова, Л.А. Суетина // Геоэкология. Инженерная геология. Том 1. – Екатеринбург, 2007. – С. 58–63.

45. Башилов И.Я. Радиоактивные руды / И.Я. Башилов // Минеральные богатства Средней Азии – Л.: ОНТИ-Химтеорет, 1935. – С. 136–153.

46. Батовский Г.П. Опыт строительства / Г.П. Батовский, Г.З. Блохман, М.Л. Казан // Инженерная геология СССР. Т. 7 Средняя Азия. – М.: МГУ, 1978. – 51с.

47. Бахиев А.Б. Экология и смена растительных сообществ низовьев Сырдарьи / А.Б. Бахиев. – Ташкент: Фан АН УзССР, 1985. – 130 с.

48. Бедный М.С. Демографические факторы здоровья / М.С. Бедный. – М.: Финансы и статистика, 1984. – С. 193–194.

49. Безуглая Э.Ю. Мониторинг состояния загрязнения атмосферы в городах / Э.Ю. Безуглая – Л.: Гидрометеиздат, 1986. – 200 с.

50. Бекаревич И.Е. Итоги научных исследований по рекультивации и перспективы создания высокопродуктивных рекультивируемых участков / И.Е. Бекаревич, А.А. Колбасин, Г.П. Середя, Г.В. Коротеев // Рекультивация

земель, нарушенных открытыми горными разработками : Мат. Всесоюз. сов. Губкин-Орджоникидзе. Ч.11. – 1974. – С. 3–13.

51. Белецкий С.С. Гидрогеологические условия Восточного Карамазара / С.С. Белецкий, В.Е. Онурей, Л.Г. Сушов // Рудные поля Карамазара. Т. 11. – Душанбе, 1972. – С. 263–277.

52. Белько Г. Восстановление продуктивности земель/ Г. Белько // Земля Сибирская, Дальневосточная. – 1977. – № 1. – С. 46–47.

53. Берг Л.С. Высыхает ли Средняя Азия? / Л.С. Берг // Известия Императорского Русского географического общества.– 1905. – Вып. 3. – Т. 41. – С. 16.

54. Берлянт А.М. Использование ГИС-технологий в мониторинге водных объектов и водосборных территорий / А.М. Берлянт. – М.: ГЦВМ, 1998. – С. 180–208.

55. Берлянт А.М. Карта. Краткий толковый словарь / А.М. Берлянт. – М.: Научный мир, 2003. – 168 с.

56. Бетехтин А.Г. Курс минералогии / А.Г. Бетехтин. – М.: Госгеолиздат, 1951. – 543 с.

57. Блинов С.М. Основы применения геохимических барьеров для охраны окружающей среды : авт. дисс. ... канд. геол.-мин. наук : 25.00.36 / С.М. Блинов. – Пермь : ПГУ, 2000. – 23 с.

58. Бобенко В.М. Главнейшие свинцово-цинковые месторождения: рудные поля Карамазара. Т.1. / В.М. Бобенко, Ф.И. Вольфсон. – Душанбе: Ирфон, 1972. – 385с.

59. Борисова Е. Таджикистан – Узбекистан: борьба за водные ресурсы / Е. Борисова // Россия и мусульманский мир. – 2011. – №10. – С.98–107.

60. Бочаров В.Л. Мониторинг природно-технических экосистем / В.Л. Бочаров, Ю.М. Зинюков, Л.А. Смолиницкий. – Воронеж: Истоки, 2000. – 226 с.

61. Бочевер Ф.М. Защита подземных вод от загрязнения / Ф.М. Бочевер, И.Н. Лапшин, Л.Б. Орадовская. – М.: Недра, 1979. – 255 с.

62. Боярский А.В. Проблемы рекультивации нарушенных земель и использование горных выработок / А.В. Боярский // Будущее открытых горных разработок. – М.: Наука, 1972. – С. 109–124.

63. Бугаец А.Н. Применение экспертных систем в геологическом прогнозировании : Математические методы и автоматизированные системы в геологии. Обзор ВНИИ экон. минер, сырья и геологоразведочных работ / А.Н. Бугаец Е.Н. Вострокнутов, А.И. Вострокнутова. – М.: ВИЭМС, 1986. – 69 с.

64. Буденко М.И. Климат конца двадцатого века / М.И. Буденко // Метеорология и гидрология. – 1988. – № 10. – С. 5–24.
65. Будыко М.И. Изменение климата / М.И. Будыко. – Л.: Гидрометеоздат, 1974. – 280 с.
66. Быков В.Н. Экология недропользования : учебное пособие для вузов в 2-х кн. Кн. 1. / В.Н. Быков.– Пермь: Перм. гостехуниверситет, 2000. – 186 с.
67. Валяшко М.Г. Единство природных вод и некоторые вопросы их геохимии / М.Г. Валяшко // Вестник МГУ. – 1966. – № 5. – С. 315–318.
68. Валяшко М.Г. Основные типы вод и их формирование / М.Г. Валяшко // Докл. АН СССР ДАН СССР, 1955. – Т. 102, № 2. – С. 315–318.
69. Вахабов Х.В. Особенности изменения компонентов ландшафтной сферы при разработке рудных месторождений (на примере Ахангаронской долины) / Х.В. Вахабов, А.А. Адылов // Материалы МНПК «Антропогенная динамика природной среды». Т. 1. – Пермь: Перм. ун-т, 2006. – С. 77-80.
70. Вебер В.Н. Геологические исследования в Ферганской области, имеющие целью издания 10 верстной геологической карты / В.Н. Вебер // Известия Геолкома. – 1912. – Т. XXII. – № 1.
71. Вебер В.Н. Полезные ископаемые Туркестана / В.Н. Вебер – С-Пб.: Геолком, 1913. – 208с.
72. Вельмога И.Ф. Оценка современного состояния загрязнения воздуха в больших городах Таджикистана / И.Ф. Вельмога // Охрана Природы Таджикистана. – Душанбе, 1980. – Вып.1 – С. 110.
73. Вендров С.Л. Природоохранные ситуации, связанные с гидротехническим строительством / С.Л. Вендров, Н.И. Коронкевич, Л.К. Малик // Изв. АН СССР. Сер.геогр. – 1988. – № 4. – С. 47-57.
74. Вергунов А.П. Ландшафтное проектирование / А.П. Вергунов, М.Ф. Денисов, С.С. Ожегов. – М.: Высшая школа, 1991. – 240 с.
75. Вернадский В.И. Биосфера / В.И. Вернадский. М.: Мысль, 1967.-376 с.
76. Вернадский В.И. История природных вод / В.И. Вернадский. – М.: ОНТИ, 1933 – 1936. – 562 с.
77. Вернадский В.И. Философские мысли натуралиста / В.И. Вернадский. – М.: Наука, 1988. – 519 с.
78. Водные ресурсы и водный баланс территории Советского Союза. – Л.: Гидрометеоздат, 1967. – 199 с.
79. Водные ресурсы Таджикистана и их рациональное использование: Тез. Док-овреспубл. НПК по водным проблемам Таджикистана. – Худжанд, 2003.

80. Волинов А.М. Орошение земель в Средней Азии и Казахстане /А.М. Волинов, Н.С. Кожакматова– М: Колос, 1980. – 239 с.
81. Вольфсон Ф.И. Закономерности размещения эндогенной минерализации в Кармазаре / Ф.И. Вольфсон, В.И. Левин // Геология минерального комплекса Восточного Кармазара. Т. 2. – М.: Недра, 1972. – С. 4–16.
82. Воробейник Е.Л. Экологическое нормирование техногенных загрязнений наземных экосистем / Е.Л. Воробейник, О.Ф. Садыков, М.Г. Фарафонов. – Екатеринбург: УИФ, Наука, 1994. –280 с.
83. Воропаев Г.В. Развитие водохозяйственных систем. Методы анализа и оценки эффективности их функционирования / Г.В. Воропаев, Г.Х. Исмайылов, В.М. Федоров. – М.: Наука, 1989. – 295 с. Наука, 1989. - 295 с.
84. Восстановление нефтезагрязненных почвенных экосистем : Сб. науч. тр. под ред. М.А. Глазовской. Серия "Современные проблемы биосферы". – М.: Наука, 1988. – 254 с.
85. Временная инструкция о порядке проведения оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС) при разработке планов, ТЭО (расчетов) и проектов строительства новых, реконструкции, расширения и технического перевооружения действующих объектов для освоения месторождений углеводородного сырья. (ОВОС Газпром) РД 51-156-90. – М., 1991.
86. Временные методические указания по составлению раздела «ОВОС» в схемах размещения, ТЭО (ТЭР) и проектах разработки месторождений и строительства объектов нефтегазовой промышленности. – М.: ВНИИСПТнефть, 1991.
87. Временный классификатор токсичных промышленных отходов и методические рекомендации по определению класса токсичности. Утверждено Главным гос. санитарным врачом СССР 13 мая 1987 года № 4286-87.
88. Всеволожский В.А. Основы гидрогеологии: учебник / В.А. Всеволожский. – М.: МГУ, 2007. – 354 с.
89. Вторжение в природную среду. Оценка воздействия (Основные положения и методы) / под ред. А.Ю.Регеюма, пер. с англ. Э.П. Романовой, Н.Б. Бараш. – М.: Прогресс, 1983. – 192 с.
90. Вуглинский В.С. Водные ресурсы и водный баланс крупных водохранилищ СССР / В.С. Вуглинский. – Л.: Гидрометеиздат, 1991. – 224 с.
91. Высокоэффективный коагулянт SE-1 / ТаоБаоюй и др. // Environ. Prot. –1990. – № 12. – С. 25-26. Рж 85.85.218, 1990.
92. Гаев А.Я. Барьерный принцип защиты окружающей среды / А.Я. Гаев, И.Н. Алферов, А.И. Рахимов и др. // Окружающая среда и менеджмент

природных ресурсов: Тезисы док. Междунар. конф. –Тюмень: Тюменский ун-т, 2010. – С. 29–31.

93. Гаев А.Я. Водоснабжение и инженерные мелиорации: Гидрогеоэкологические исследования при решении практических задач : учеб.пособие для студ. геол. и строит. Специальностей. Ч. 1 / А.Я. Гаев, В.Д. Бабушкин, В.Г. Гацков и др.; под общ.ред. А.Я. Гаева. – Пермь: Перм. ун-т, 2005. – 367 с.

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

95. Гаев А.Я. Гидрогеохимия Урала и вопросы охраны подземных вод / А.Я. Гаев. – Свердловск: Урал.ун-т, 1989. – 368 с.

96. Гаев А.Я. Главное направление в охране окружающей среды на Урале : Ин-т геол. и геохимии им. Заварицкого / А.Я. Гаев. – Свердловск, 1991. – 80 с.

97. Гаев А.Я. Глубокие поглощающие горизонты и их экологическое значение / А.Я. Гаев, И.Н. Алферов, А.И. Рахимов и др. // Медицина, фармацина и экология. Труды II Сибирского конгресса по экологии с международным участием. – Иркутск-Байкал: МАНЭБ, 2010. – С. 145–151.

98. Гаев А.Я. К оценке экологического состояния нефтегазоносных районов / А.Я. Гаев, В.Г. Гацков, А.И. Рахимов и др. // Антропогенная трансформация природной среды: материалы междунар. конф. Т. 1. Ч. 1.– Пермь: Перм. Гос. ун-т., 2010. – С. 193–201.

99. Гаев А.Я. К разработке моделей геологической среды нефтегазоносных районов на примере Южного Приуралья / А.Я. Гаев, Л.А. Абукова, А.И. Рахимов и др. // 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.

100. Гаев А.Я. Научные основы экологизации образования / А.Я. Гаев, Ю.А. Килин, О.Н. Нечитайло, А.И. Рахимов // Материалы научно-методической конф. Электрон. Версия. – Оренбург: ОГУ, 2010. – 10 с.

101. Гаев А.Я. Об эколого-геологических науках и их месте в естествознании / А.Я. Гаев // Вестник Перм. ун-та. Геология. – Пермь, 1999. – Вып. 3.– С. 257–270.

102. Гаев А.Я. Об экологизации и геологизации жизнедеятельности / А.Я. Гаев, И.Н. Алферов, О.Н. Нечитайло, А.И. Рахимов // Геология и

полезные ископаемые Западного Урала: мат. регион. НПК. – Пермь: Перм. ун-т, 2010. – С. 291–294.

103. Гаев А.Я. Об экологизации и геологизации образования и жизнедеятельности / А.Я. Гаев, И.Н. Алферов, А.И. Рахимов, А.В. Скалин // Вузовская наука – региону. Мат. Восьмой всерос. НТК. Т. 1. – Вологда: ВоГТУ, 2010. – С. 399–400.

104. Гаев А.Я. Об экологизации жизнедеятельности и образования / А.Я. Гаев, И.Н. Алферов, А.И. Рахимов и др. // Экологические проблемы промышленных городов. Сб. науч. тр. / под ред. Проф. Е.И. Тихомировой. Ч. 2. – Саратов: Саратовский гостехуниверситет, 2011. – С. 283–285.

105. Гаев А.Я. Об экологической роли глубоких поглощающих горизонтов в районах нефтегазопромыслов / А.Я. Гаев, В.Г. Гацков, А.И. Рахимов и др. // Геология и полезные ископаемые Зап. Урала: мат. регион. НПК. – Пермь: Перм. ун-т., 2010. – С. 295–297.

106. Гаев А.Я. О внедрении ГИС-технологий в системы мониторинга нефтегазодобывающих районов / А.Я. Гаев, В.Г. Гацков, А.И. Рахимов и др. // Наука и образование: фундаментальные основы, технологии, инновации. Мат. Междунар. НК. Ч.5. – Оренбург: ИПК ГОУ ОГУ, 2010. – С. 140–144.

107. Гаев А.Я. О гидрогеоэкологических особенностях горнорудных районов / А.Я. Гаев, А.И. Рахимов, Т.И. Якшина // Мат. VI междунар. НПК. «Татищевские чтения. Актуальные проблемы экологии и охраны окр. среды. – Тольятти: Волжский ун-т им. В.Н. Татищева, 2009. – С.183–193.

108. Гаев А.Я. О новых способах защиты водных ресурсов / А.Я. Гаев, Н.С. Алферова, И.Н. Алферов, А.И. Рахимов и др. // Экология и развитие общества. Мат. XII Междунар. конф. Сосновый бор. – СПб: МАНЭБ, 2009. – С. 145–149.

109. Гаев А.Я. О новых технологиях защиты водохозяйственных объектов / А.Я. Гаев, И.Н. Алферов, А.И. Рахимов и др. // Наука и образование: фундаментальные основы, технологии, инновации. Мат. Междунар. НК. Ч.5. – Оренбург: ИПК ГОУ ОГУ, 2010. – С. 133–136.

110. Гаев А.Я. О перспективах развития стратегии водопользования в вододефицитных районах на примере Оренбургской области / А.Я. Гаев, Ю.М. Балабанова, А.И. Рахимов и др. // Экология и жизнь. Сб. статей XIX МНПК. – Пенза: Приволжский Дом знаний, 2010. – С.86–89.

111. Гаев А.Я. О проблеме водоснабжения населения в вододефицитных районах на примере бассейна р. Урал / А.Я. Гаев, Ю.М. Балабанова, А.И. Рахимов и др. // Геология, полезные ископаемые и проблемы геоэкологии Башкортостана, Урала и сопредельных территорий:

Мат. 8-ой междунар. НПК. – Уфа: ДизайнПолиграфСервис, 2010. – С. 240–242.

112. Гаев А.Я. О системах мониторинга в вододефицитных районах / А.Я. Гаев, В.Г. Гацков, А.И. Рахимов и др. // Экология и жизнь: сб. статей XIX МНПК. – Пенза: Приволжский Дом знаний, 2010. – С.83–85.

113. Гаев А.Я. О стратегии защиты водохозяйственных объектов от загрязнения / А.Я. Гаев, В.Г. Гацков, А.И. Рахимов и др. // Вузовская наука – региону: Мат. Восьмой всерос. НТК. Т. 1. – Вологда: ВоГТУ, 2010. – С. 397–398.

114. Гаев А.Я. О сквозном геоэкологическом мониторинге на закарстованных территориях / А.Я. Гаев, В.Г. Гацков, Ю.А. Килин, И.И. Минькевич // Проблемы минералогии, петрографии и металлогении. Научные чтения памяти П.Н. Чирвинского. – Пермь: Перм. ун-т., 2004. – С. 294–302.

115. Гаев А.Я. О создании наукоемких экспертных систем на пути интеграции науки, образования и производства / А.Я. Гаев, В.Г. Гацков, З.С. Адигамова, Е.В. Кузнецова // Вестник Воронежского университета. Серия геология. – 2004. – №1. – С. 194–196.

116. Гаев А.Я. О состоянии и перспективах развития водного хозяйства вододефицитных районов (на примере Оренбургской области) / А.Я. Гаев, И.Н. Алферов, Ю.М. Погосян, А.И. Рахимов // Современные проблемы водохранилищ и их водосборов: в 4 т. Т. III. Управление водными ресурсами речных водосборов: тр. МНПК. – Пермь: Перм. ун-т, 2011. – С. 33–36.

117. Гаев А.Я. О стратегии обеспечения безопасности жизнедеятельности / А.Я. Гаев, И.Н. Алферов, А.И. Рахимов и др. // Экологические проблемы промышленных городов. Сб. науч. тр. / под ред. Проф. Е.И. Тихомировой. Ч. 2. – Саратов: Саратовский гостехуниверситет, 2011. – С. 38–39.

118. Гаев А.Я. О стратегии сохранения биоразнообразия / А.Я. Гаев, Ю.М. Балабанова, И.Н. Алферов, А.И. Рахимов // Окружающая среда и менеджмент природных ресурсов: тезисы док. Междунар. кон. –Тюмень: Тюменск. госун-т, 2010. – С. 33–35.

119. Гаев А.Я. Перспективные способы защиты водохозяйственных объектов / А.Я. Гаев, О.Н. Нечитайло, А.И. Рахимов и др. // Экология и промышленность России. – М., 2009. – июль. – С. 23–25.

120. Гаев А.Я. Результаты изучения качества природных вод Таджикистана / А.Я. Гаев, А.И. Рахимов, Д.Н. Саидова // Вода: химия и экология. – 2012. – №5. – С.109–113.

121. Гаев А.Я. Способы защиты качества питьевых подземных вод / А.Я. Гаев, Ю.М. Погосян, И.Н. Алферов, А.И. Рахимов // Питьевые

подземные воды. Изучение, использование и информационные технологии. Мат. МНПК. Ч.1. – М.: ВСЕГИНГЕО, 2011. – С. 224–234.

122. Гаев А.Я. Техногенез и формирование геологической среды на примере Гайского горнообогатительного комбината / А.Я. Гаев, Т.И. Якшина. – Пермь: Пермск. ун-т, 1996. – 200 с.

123. Гаев А.Я. Экологическая емкость подземной гидросферы – важнейший ресурс природопользования / А.Я. Гаев, Л.А. Абукова, А.И. Рахимов и др. // Ресурсовоспроизводящие, малоотходные и природоохранные технологии освоения недр. Мат. X Междунар. конф. Москва – Махачкала. – М.: РУДН, 2011. – С. 230–234.

124. Гаев А.Я. Экологические основы водохозяйственной деятельности (на примере Оренбургской области и сопредельных районов) / А.Я. Гаев, И.Н. Алферов, В.Г. Гацков и др.; под ред. А.Я. Гаева. – Пермь-Оренбург, 2007. – 327 с.

125. Гаев А.Я., Алферов И.Н., Алферова Н.С., Лихненко Е.В. Установка совмещенного вертикального и горизонтального дренажа при локализации загрязненных флюидов. Патент № 47914, зарегистрирован в Государственном реестре полезных моделей РФ 10 сентября 2005 г.

126. Гаев А.Я., Алферов И.Н., Алферова Н.С. и др. Устройство барьерного типа перед водозабором пресных подземных вод. Патент № 55382, зарегистрирован в Государственном реестре полезных моделей РФ 10.08.06 г.

127. Галицкая И.В. Обоснование управляющих решений по минимизации риска, связанного с загрязнением подземных вод на участке размещения полигона твердых бытовых отходов / И.В. Галицкая, В.С. Путилина, Т.И. Юганова // Геоэкология. – 2013. – №1. – С.23–29.

128. Ганиев Т.Б. Эффективность экологизации развития сельского хозяйства / Т.Б. Ганиев – Душанбе: Ирфон, 1991. – 179 с.

129. Гаррелс Р.М. Растворы, минералы, равновесия / Р.М. Гаррелс, Ч.Л. Крайст. – М.: Мир, 1968. – 368 с.

130. Гафуров Б.Г. Таджики / Б.Г. Гафуров. – М.: Наука, 1972. – 664 с.

131. Гацков, В.Г. Техногенное изменение геологической среды в районах поисков, разведки и эксплуатации месторождений углеводородов (на примере Предуралья и сопредельных территорий): авт. дисс. докт. геол.-мин. наук : 25.00.36 / В.Г. Гацков. – Москва, 2004. – 47 с.

132. Гвоздецкий Н.А. Карта ландшафтов как основа физико-географического районирования (на примере Сыртовой области Внутреннего и Центрального Тянь-Шаня) / Н.А. Гвоздецкий // «Уч. зап. Латв. ун-та». Геогр. Науки. – 1961. – Вып. 4. т. 37.

133. Геологическая изученность СССР. Вып. 2. Т.47. – Д.: Ирфон, 1964. – 307 с.
134. Геология СССР, том 34. Таджикская ССР. – М., 1956. – 518 с.
135. Герасимов И.П. Научные проблемы преобразования природы Средней Азии для развития орошаемого земледелия и пастбищного животноводства / И.П. Герасимов // Проблемы преобразования природы Средней Азии. – М.: Наука, 1967. – С. 5–23.
136. Герасимов И.П. Новые пути в геоморфологии и палеогеографии. – М.: Наука, 1976. – 400 с.
137. Гидрогеологические исследование в межгорных впадинах Южного Таджикистана / Под ред. проф. В.М. Шестакова. – М.: МГУ, 1991. – 104 с.
138. Гидрология в мелиорация почв Таджикистана. – Душанбе, 1969. – 203 с.
139. Гидрогеология СССР. Таджикистан. Том ХLI. – М.: Недра, 1972. – 374 с.
140. Гидрохимический атлас СССР. – М.: ГУГК, 1990. – 111с.
141. Глазовская М.А. Общее почвоведение и география почв. Учебник для геогр. спец. Вузов / М.А. Глазовская– М.: Высшая школа, 1981. – 400 с.
142. Глазовский Н.Ф. Аральский кризис / Н.Ф. Глазовский. – М.: Наука, 1990. – 136 с.
143. Глазовский Н.Ф. Глобальные закономерности распределения ресурсоемкость экономики / Н.Ф. Глазовский // Изв. РАН. Серия геогр. – 1992. – № 3. – С. 12–22.
144. Глазовский Н.Ф. Критические экологические районы, географические подходы и принципы изучения / Н.Ф. Глазовский и др. // ВГО. Т.123. В. 1. – 1991. – С. 9-17.
145. ГН 2.1.5.1315-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-бытового и культурно-бытового водопользования. Введен в действие с 15.06.2003 г.
146. Говард А.Д. Геология и охрана окружающей среды / А.Д. Говард, И. Ремсон ; пер. с английского Л.Г. Чирковой и Л.А. Райхерта. – Л.: Недра, 1982. – 582 с.
147. Голодковская Г.А. Геологическая среда промышленных регионов / Г.А. Голодковская, Ю.Б. Елисеев. – М.: Недра, 1989. – 220 с.
148. Голодковская Г.А. Проблемы рационального использования, управления и охраны геологической среды / Г.А. Голодковская, С.Д. Воронкевич, В.М. Гольдберг // Проблемы рационального использования геологической среды. – М.: Наука, 1988. – С. 108–116.

149. Гольдберг В.М. Взаимосвязь загрязнения подземных вод и природной среды / В.М. Гольдберг. – Л.: Гидрометеиздат, 1987. – 247 с.
150. Горбунов Н.П. По неисследованному Памиру: Избранные труды / Н.П. Горбунов. – М.: Наука, 1987. – 308 с.
151. Горбунов Н.П. Таджикская комплексная экспедиция : Таджикская комплексная экспедиция 1932 г. / Н.П. Горбунов. – Л.: Госкомиздат, 1933. – 13 с.
152. Горелик Д.О. Мониторинг загрязнения атмосферы и источников выбросов. Аэроаналитические измерения / Д.О. Горелик, Л.А. Конопелька. – М.: Изд-во стандартов, 1992. – 432 с.
153. ГОСТ 12.1.007-76*. ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.
154. ГОСТ 17.1.3.12-86 "Охрана природы. Гидросфера. Общие правила охраны вод от загрязнения при бурении и добыче нефти и газа на суше", п.1.2. – М., 1986.
155. ГОСТ 25100-82. Грунты. Классификация. – М. : Изд-во стандартов, 1982. – 9 с.
156. ГОСТ 28168-89. Почвы. Отбор проб.
157. ГОСТ 24481-80. Вода питьевая. Отбор проб.
158. Государственная программа по экологическому образованию воспитанию населения Республики Таджикистан до 2000 года и на перспективу до 2010 года, Д., 2000. – Д., 2000. – С. 51.
159. Готгильф А.В. Гидрохимические особенности приповерхностных вод восточной части Таджикистана / А.В. Готгильф, Т.А. Сафронов, В.Н. Афанасьева и др. // Региональная геология. – Д.: ТГУ им. В.И. Ленина. – 1979. – Вып. 6. – С. 94–99.
160. Граве Л.М. Техногенный рельеф в зоне Кайраккумского канала / Л.М. Граве // Геоморфология. – 1986. – № 3. – С. 23–30.
161. Григорьева А.Г. Использование гальвано коагуляции для очистки сточных вод от анионов / А.Г. Григорьева, В.А. Феофанов, Л.П. Жданович // Цветная металлургия. – 1993. – № 6–7. – С. 32–35.
162. Гридин В.И. Геологическое дешифрирование материалов дистанционного зондирования / В.И. Гридин – М.: МИНГ им. И.М. Губкина, 1988. – 88 с.
163. Грязнов Т.А. Оценка показателей свойств пород полевыми методами / Т.А. Грязнов. – М.: Недра, 1984. – 197 с.
164. Грушевская А.М. Защита грунтовых вод от загрязнения в районе хранилища твердых отходов / А.М. Грушевская, А.С. Михович // Защита подземных вод от загрязнения и истощения. – М., 1989. – С. 29–31.

165. Гуфранов М.С. Ландшафтоведение: методическое пособие для студентов педагогических вузов / М.С. Гуфранов, З.Х. Амонова, Д.Н. Саидова. – Худжанд: ХГУ, 2002. – 78 с.
166. Данилов-Данильян В.И. Трансграничные водные проблемы и подход к их решению / В.И. Данилов-Данильян, И.Л. Хранович // Водные ресурсы. Том 40. – 2013. – №3. – С. 306-319.
167. Джураев С.И. Водно-земельный фонд Таджикской ССР и его использование в орошаемом земледелии / С.И. Джураев// Мелиорация орошаемых засоленных почв. – М., 1971. – С. 37-41.
168. Дмитриев А.А. Солнечная активность, погода и климат / А.А. Дмитриев. – М., 1987. – 48 с.
169. Долгушин Л.Д., Осипова Г.Б. Пульсирующие ледники / Л.Д. Долгушин, Г.Б. Осипова. – Л.: Гидрометеиздат, 1982. – 192 с.
170. Доклад об итогах работы конференции ООН по окружающей среде и развитию (3-4 июня 1992 года, Бразилия) // Зеленый мир. – 1994. – № 1.
171. Доклад о человеческом развитии в Центральной Азии. ПРООН, 2005 г. Док. 1-го замминистра по чрезвычайным ситуациям и гражданской обороне Таджикистана А. Раджабова на Междунар. конф. по сокращению риска стихийных бедствий в КНР 27-29 сентября 2005 г.
172. Дуров С.А. Синтез в гидрохимии: Происхождение солевого состава природных вод / С.А. Дуров. – Ростов-на-Дону: Кн. изд-во, 1961. – 247 с.
173. Дювиньо П. Биосфера и место в ней человека / П. Дювиньо, М. Танг. – М.: Прогресс, 1973.
174. Ерохин С.А. Гляциальные озера как гидроэкологические объекты и факторы их прорывоопасности / С.А. Ерохин // Вода и устойчивое развитие Центральной Азии. Фонд "Сорос-Кыргызстан". – 2001. – С. 93–98.
175. Жигалин А.Д. Классификация источников и типов техногенного воздействия на геологическую среду. – Деп. в ВИНТИ, № 1871. – 85 с.
176. Жуков В.Т. Компьютерное геоэкологическое картографирование / В.Т. Жуков, Б.А. Новаковский, А.Н. Чумаченко. – М.: Научный мир, 1999. – 128 с.
177. Завгородная И.Г. Миграция тяжелых металлов в биогеохимических цепях / И.Г. Завгородная, А.В. Петухов и др. // Экология города. – Пермь: ПГУ, 1998. – С. 52-54.
178. Закон об информации, информатизации и защите информации. №24-ФЗ, 1995.

179. Запрягаева В.И. Лесные ресурсы Таджикистана и их охрана / В.И. Запрягаева // Охрана природы Таджикистана. Вып.1. – Душанбе, 1980. – 54с.
180. Зарайский В.Н. Рациональное использование и охрана недр на горнодобывающих предприятиях / В.Н. Зарайский, В.И. Стрельцов. – М.: Недра, 1987. – 291 с.
181. Зеегофер Ю.О. Ретроспективный анализ состояния геологической среды / Ю.О. Зеегофер, И.В. Батурина, Н.П. Лушникова // Инженерная Геология. – 1987. – № 2. – С. 13–22.
182. Зекцер И.С. Подземные воды как компонент окружающей среды / И.С. Зекцер. – М.: Научный мир, 2001. – 328 с.
183. Зияев Ж. Содержание аммония в подземных водах юго-западного Таджикистана и его связь с газонефтеносностью / Ж. Зияев // Проблемы нефтяной и инженерной геологии Таджикистана. – ТГУ им. В.И. Ленина Д., 1971. – С. 118–123.
184. Ибрагимов К.И. Ферганский регион / К.И. Ибрагимов, Ф.Ф. Коррель, А.Б. Марков и др. // Инженерная геология СССР. Средняя Азия. Т.7. – М.: МГУ, 1978. – С. 193–203.
185. Иванов В.В. Экологическая геохимия элементов: Справочник в 6 кн. / В.В. Иванов; под ред. Э.К. Буренкова. – М.: Недра, 1994. Кн. 1: s – элементы. – 304 с. Кн. 2: Главные р –элементы. – 303 с.
186. Иванов И.П. Инженерно-геологическое исследования в горном деле /И.П. Иванов. – Л.: Недра, 1987. – 254 с.
- 187.Иванов П.П. К истории горного промысла в Средней Азии / П.П. Иванов. – М.: Недра, 1982. – 201с.
- 188.Ивашов П.В. Геохимические процессы внутрипочвенного выветривания / П.В. Ивашов // Геохимические и эколого-биогеохимические исследования в Приамурье. – Владивосток: Дальнаука, 2000. – Вып.10. – С. 7–66.
- 189.Измалков В.И. Техногенная и экологическая безопасность и управление риском / В.И. Измалков, А.В. Измалков. –С-Пб: НИЦЭБРАН, 1998. – 442 с.
190. Израэль Ю.А. Изменения глобального климата. Роль антропогенных воздействий / Ю.А. Израэль, Г.В. Груза, В.М. Катцов, В.П. Мелешко // Метеорология и гидрология. – С-Пб., 2001. – №5. – С. 5–21.
- 191.Израэль Ю.А. Осуществление в СССР системы мониторинга загрязнения природной среды / Ю.А. Израэль, Н.К. Гасилина, Ф.Я. Ровенский. – Л.: Гидрометеиздат, 1987. – 115 с.

192. Ильин И.А. Водные ресурсы Ферганской котловины / И.А. Ильин. – Л.: Гидрометеиздат, 1959. – 248 с.
193. Инженерная геология СССР : Средняя Азия. Т 7. – М.: МГУ, 1978. – С. 131–344.
194. Инструкции по охране окружающей среды при строительстве скважин на нефть и газ на суше РД 39-133-94, согласованная Министерством охраны окружающей среды и природных ресурсов РФ. – М., 1994..
195. Инструкция по экологическому обоснованию хозяйственной и иной деятельности. Приложение к приказу Минприроды России № 539 от 29.12.95 М. : Минприроды России, 1995.
196. Исаев А.А. Экологическая климатология: учеб.пособие / А.А. Исаев. – М.: Научный мир, 2003. – 472 с.
197. Исайнов Х.Р. Современное состояние и тенденции использования земельно-водных ресурсов в сельском хозяйстве Таджикистана / Х.Р. Исайнов // Кишоварз. – 2012. – №4. – С.60–64.
198. Исаченко А.Г. Оптимизация природной среды / А.Г. Исаченко. – М.: Мысль, 1980. – 155 с.
199. Исмаилов И.И. Санатории, лечебницы и дома отдыха Северного Таджикистана / И.И. Исмаилов. – Душанбе: Ирфон, 1988. – 160 с.
200. Исмайылов Г.Х. Оптимизация водораспределения в оросительных системах аридной зоны / Г.Х. Исмайылов, Л.М. Игельник// Водные ресурсы. – 1979. – № 5. – С. 35–45.
201. Ищук Н.Р. Использование космоснимков при геоморфологическом картографировании рельефа / Н.Р. Ищук // Исследование природной среды космическими средствами. – Душанбе, 2005. – Вып.2. – С. 47–68.
202. Кабата-Пендиас А. Микроэлементы в почвах и растениях / А. Кабата-Пендиас. – М.: Мир. 1989. – 439 с.
203. Кабулов С.К. Изменение пустынных экосистем в связи с аридизацией / С.К. Кабулов, Х. Шерипов // Проблемы освоения пустынь. – Ташкент, 1983. – № 2. – С. 21–28.
204. Казаков Л.К. Ландшафтоведение с основами ландшафтного планирования: учебное пособие для студ. высш. учеб.заведений / Л.К. Казаков. – М.: Издательский центр «Академия», 2007. – 336 с.
205. Карцев А.А. Межпластовые перетоки флюидов как показатели нефтегазоносности / А.А. Карцев, Л.Н. Илюхин, Н.В. Попова и др. / Обз. Информация. Серия Геология и разведка газовых и газоконденсатных месторождений. – М.: ВНИИЭгазпром, 1990. – 37 с.

206. Касс А.С. Антропогенные изменения геоморфологических процессов и антропогенный рельеф / А.С. Касс, Б.Ф. Косов // Климат, рельеф и деятельность человека. – М.: Наука, 1981. – С. 47–58.
207. Каталог водохранилищ СССР. – М.: ЦНИИКИВР, 1988.
208. Каталог ледников СССР. Средняя Азия. Амударья за 1960-1988 гг. Т. 14. В. 3. – Л.: Гидрометеоздат.
209. Каюмов А. Дефицит водных ресурсов и динамика межгосударственного сотрудничества в бассейне Нарына и Сырдарьи / А. Каюмов // Центральная Азия и Кавказ. Т.15. – 2012. – №3. – С.92–107.
210. Каюмов А.К. Киотский Протокол к Рамочной Конвенции ООН об изменении климата, реальность перспективы для Таджикистана / А.К. Каюмов. – Душанбе, 2006. – 208 с.
211. Клейменова И.Е., Беликова Н.Г., Гаев А.Я. Патент на полезную модель № 66702 от 27 сентября 2007 г.
212. Кеммерих А.О. Гидрография Памира и Памиро-Алая / А.О. Кеммерих. – М.: Мысль, 1978.
213. Керзум П.А. Природные условия, типы почв. Природохозяйственные области и районы: Таджикистан / П.А. Керзум, С.И. Васильчикова // Природа и природные ресурсы. – Душанбе, 1982. – С. 303–315.
214. Кимсанов У.О. Эколого-экономические аспекты рационализации использования водных ресурсов в сельском хозяйстве Таджикистана / У.О. Кимсанов // Кишоварз. – 2012. – №3. – С.46–48.
215. Кирюхин В.А. Региональная гидрогеология: Учебник для вузов / В.А. Кирюхин. – С-Пб: Санкт-Петербургский государственный горный институт, 2005. – 344 с.
216. Ковалевский В.С. Влияние изменений гидрогеологических условий на окружающую среду / В.С. Ковалевский. – М.: Наука, 1994. – 138 с.
217. Ковалевский В.С. Комбинированное использование ресурсов поверхностных и подземных вод / В.С. Ковалевский. – М.: Научный мир, 2001. – 332 с.
218. Ковальский В.В. Геохимическая экология: Очерки / В.В. Ковальский – М.: Наука, 1974. – 299 с.
219. Коган Л.А. Сейсмическое микрорайонирование в Таджикистане / Л.А. Коган, В.А. Нечаев, О.А. Романов. – Душанбе: Дониш, 1974. – С. 39–44.
220. Козловский Е.А. Динамические модели как основа управления геологической средой / Е.А. Козловский, И.И. Крашин, А.И. Шеко // Геоэкологические исследования в СССР: XXVIII сессия МГК. Докл. сов. Геологов. – М.: ВСЕГИНГЕО, 1989. – С. 78–86.

221. Колесников Б.П. Проблемы оптимизации техногенных ландшафтов / Б.П. Колесников, Л.В. Моторина // Современное состояние и перспектива развития биогеоэкологических исследований. – Петрозаводск, 1976. – С. 80–100.

222. Колмазов Р.У. К истории развития Раватской структуры в связи с нефтегазоносностью / Р.У. Колмазов, Р.П. Ходжаев // Проблемы нефтяной и инженерной геологии Таджикистана. – Д.: ТГУ им. В.И.Ленина, 1971. – С.61–34.

223. Комарова Н.Г. Геоэкология и природопользование: учеб.пособие для высш.пед.учеб.заведений / Н.Г. Комарова. – М.: Изд.центр «Академия», 2003. – 192 с.

224. Коммонер Б. Замыкающий круг/Б. Коммонер; пер с англ. – Л.: Недра, 1974. – 277с.

225. Конвенция по охране и использованию трансграничных водотоков и международных озер. Европейская экономическая комиссия ООН. Нью-Йорк– Женева, 1994. – 47 с.

226. Коронкевич, Н.И. Негативные гидроэкологические ситуации / Н.И. Коронкевич, И.С. Зайцева, Л.М. Китаев // Известия РАН. Сер.геогр. – 1995. – № 1. – С. 43–53.

227. Костенко Н.П. Покровная толща среднеплейстоценовых террас и вопросы геологического возраста мульд в Средней Азии / Н.П. Костенко, А.Н. Розанов. // Известия АН Таджикской ССР. – 1966. – Вып.1.

228. Костенко Н.П. Развитие рельефа горных стран (на примере Средней Азии) / Н.П. Костенко. – М.: Мысль, 1970. – 366 с.

229. Косов Б.С. Рельефообразующая роль антропогенной овражной эрозии / Б.С. Косов // Вестник МГУ. Сер. География. – 1978. – № 5. – С. 16-19.

230. Котлов Ф.В. Изменения геологической среды под влиянием деятельности человека / Ф.В. Котлов. – М.: Недра, 1978. – 162 с.

231. Котлов В.Ф. Концептуальное моделирование геологической среды на основе системных представлений / В.Ф. Котлов, Р.Н. Юдина // Инж. Геология. – 1991. – № 1. – С. 132–143.

232. Котляков В.М. Аральский кризис - научное и общественное звучание проблемы / В.М. Котляков // Изв. АН СССР. Сер.геогр. – 1991. – № 4. – С. 5–8.

233. Котляков В.М. Горы, льды и гипотезы / В.М. Котляков. – Л.: Гидрометеиздат, 1977. – 168 с.

234. Котляков В.М. Подходы к составлению экологических карт / В.М. Котляков, Б.И. Кочуров и др. // Изв. РАН. Сер.геогр. – 1990. – № 1. – С. 61–70.

235. Кофф Г.Л. Проблемы техногенного физического загрязнения геологической среды больших городов / Г.Л. Кофф, А.Д. Жигалин, Г.П. Локшин // Инженерная геология. – 1984. – № 6. – С. 74–82.
236. Кочуров Б.И. Геоэкологическое картографирование: учеб. Пособие для студ. Высш.учеб.заведений / Б.И. Кочуров, Д.Ю. Шишкина, А.В. Антипова, С.К. Костовска; под ред. Б.И. Кочурова. – М.: Издательский центр «Академия», 2009. – 192 с.
237. Кочуров Б.И. Структура географического прогноза природоохран-ных проблем / Б.И. Кочуров// Территориальные взаимосвязи хозяйства и природы. – М.: ИГАН, 1990. – С. 46–61.
238. Кочуров Б.И. Экодиагностика и сбалансированное развитие / Б.И. Кочуров. – Москва-Смоленск: Маджента, 2003. – С.23–43.
239. Крайнов С.Р. Геохимия подземных вод. Теоретические, прикладные и экологические аспекты / С.Р. Крайнов, Б.Н. Рыженко, В.М. Швец; отв. ред. академик Н.П. Лаверов. – М.: Наука, 2004. – 677 с.
240. Красов В.Д. Оценка антропогенного изменения гидрологических характеристик на основе модификации последовательностей речного стока с внутригодовым распределением / В.Д. Красов // Вестник ВГУ. Серия: География. Геоэкология. – 2011. – №11. – С.57–69.
241. Краткий словарь по экологии и геоэкологии: метод, пособие. / Сост. А.Я. Гаев при участии А. Зубрицкого и И.И. Минькевич. – Пермь: Перм. ун-т, 2001. – 114 с.
242. Краюшкин В.А. К оценке нефтегазового потенциала Земли / В.А. Краюшкин // Доклады НАН Украины. – 1998. – С. 126–129.
243. Кренделев Ф.П. Эвристические методы в геологии / Ф.П. Кренделев, Р.Ф. Кренделев. – М.: Наука, 1977. – 150 с.
244. Кропачев А.М. Эколого-геохимическое и поисковое значение микроэлементов в листьях березы на юге Пермской области / А.М. Кропачев, И.И. Эсмантович // Проблемы минералогии, петрографии и металлогении. – Пермь: ПГУ, 2001. – С. 149–152.
245. Кузьмина Е.Е. Металлические изделия энеолита и бронзового века в Средней Азии / Е.Е. Кузьмина. – М.: Наука, 1966. – 150 с.
246. Кузмиченок В.А. Математико-катрографическое моделирование возможных изменений водных ресурсов и оледенения Кыргызстана при изменении климата / В.А. Кузмиченок // Вестник Кыргызско-Российского славянского университета. ТЗ. – Бишкек, 2003. – №6. – С.53–64.
247. Кузнецов Н.Т. Физико-географические основы формирования состава взвешенных наносов рек и ирригационных систем / Н.Т. Кузнецов, И.А. Ключанова, С.А. Санин. – М.: Наука, 1987. – 152 с.

248. Кузнецова Е.В. Гидрогеоэкологическое обоснование строительства и эксплуатации водохозяйственных объектов в горнодобывающих районах Оренбуржья : авт. дисс. ... канд. техн. наук : 25.00.36 / Е.В. Кузнецова. – Пермь: ПГУ, 2004. – 25 с.

249. Ландшафтное картографирование и физико-географическое районирование горных областей / под ред. проф. Н.А. Гвоздецкого. – М.: МГУ, 1972. – 235 с.

250. Латыпова В.З. Региональное нормирование антропогенных нагрузок на природные среды / В.З. Латыпова, С.Ю. Селивановская и др. – Казань: «фэн», 2002. – 4 с.

251. Леонидова Н.В. Ледники и их воздействие на водные ресурсы при изменении климата / Н.В. Леонидова, С. Абдумаматов // Сб. научных статей и докладов НК «Перспективы использования водно-энергетических ресурсов Таджикистана в условиях изменения климата». – Душанбе: Научно-исслед. Центр по землеустройству, геодезии и картографии при Правительстве РТ, 2009. – С. 30–35.

252. Лихненко Е.В. Теоретические основы и методы технической защиты гидросферы нефтегазоносных районов (на примере Оренбуржья) : авт. дисс. ... канд. техн. наук : 25.00.36 / Е.В. Лихненко. – Пермь: ПГУ, 2006. – 23 с.

253. Ломтадзе В.Д. Инженерно-геологические основы регионального использования геологической среды и ее охрана при разработке месторождений полезных ископаемых / В.Д. Ломтадзе// Доклады 27-го Междунар. геол. конгресса. Инж. геология. Секция С-17. Т. 17. – М.: Наука, 1984. – С. 28–34.

254. Лушников Е.А. Геологическая деятельность современных рек Урала и прилегающих равнин / Е.А. Лушников. – Воронеж: Воронеж ун-т, 1974. – 124 с.

255. Львович М.И. Вода к жизнь. Водные ресурсы, их преобразование и охрана / М.И. Львович. – М.: Мысль, 1980. – 254 с.

256. Мавлянов Г.А. Четвертичные отложения Центральной Ферганы / Г.А. Мавлянов, А.Н. Нурматов. – Ташкент: Фан, 1972. – 216 с.

257. Максимович Г.А. Основы карстоведения / Г.А. Максимович. – Пермь: Кн. изд-во, 1963. Т. 1. – 444 с; 1969. Т. 2. – 529 с.

258. Макшеев А.И. Географические, этнографические и астрономические материалы о Туркестанском крае / А.И. Макшеев. – С-Пб: Академия Наук, 1868. – 60 с.

259. Макшеев А.И. Описание низовьев Сырдарьи / А.И. Макшеев. – С-Пб: Академия Наук, 1856. – 80 с.

260. Малхазова С.М. Медико-географический анализ территорий: картографирование, оценка, прогноз / С.М. Малхазова. – М.: Научный мир, 2001. – 240 с.

261. Маматканов Д.М. Комплексное использование и охрана водных ресурсов Центральной Азии / Д.М. Маматканов // Вода и устойчивое развитие Центральной Азии. Мат. проектов «Региональное сотрудничество по использованию водных и энергетических ресурсов в Центральной Азии» (1998) и «Гидроэкологические проблемы и устойчивое развитие Центральной Азии» (2000). – Бишкек: Элита, 2001. – С. 69–77.

262. Масюк Н.Т. Классификация вскрышных горных пород Никольского марганцево-рудного бассейна и прикладные аспекты ее реализации / Н.Т. Масюк // Рекультивация земель. – Тарту: ВАСХНИЛ, 1975. – С. 208–215.

263. Масюк Н.Т. Эколого-биологические основы сельскохозяйственной рекультивации в техногенных ландшафтах степной зоны Украины / Н.Т. Масюк. – Днепропетровск: Кн. Изд., 1981. – 53 с.

264. Мелентьев В.А. Намывные гидротехнические сооружения / В.А. Мелентьев, Н.П. Колпашников, Б.А. Волин. – М.: Энергия, 1972. – 247 с.

265. Меньшиков В.В. Концептуальные основы оценки экологического риска: учеб. пособие / В.В. Меньшиков. – М.: МНЭПУ, 2001. – 44 с.

266. Методика расчета валовых выбросов загрязняющих веществ при сжигании газовых и газоконденсатных смесей на факельных установках. – М., 1995.

267. Методические и нормативно-аналитические основы экологического аудирования в РФ: Учебное пособие. Ч.3. – М. – Эльзевир, 2000. – 432 с.

268. Методические рекомендации: Комплексное определение антропогенной нагрузки на водные объекты, почву, атмосферный воздух в районах селитебного освоения, утвержденные Госкомсанэпиднадзором России 26.02.96 г. – № 01-19/17-17.

269. Методические рекомендации по обследованию и картографированию почвенного покрова по уровням загрязненности промышленными выбросами / Состав. Важенина И.Г. Почвенный ин-т им. В.В. Докучаева. – М., 1987. – 25 с.

270. Методические рекомендации по составлению карт оценки и прогноза экологического состояния геологической среды масштабов 1:100000 - 1:200000, 1:500000 - 1:1000000. / Составители: В.Н. Островский, Л.А. Островский, В.В. Куренной. – М.: ВСЕГИНГЕО, 2002. – 67 с.

271. Методические указания по оценке степени опасности загрязнения по чвы химическими веществами. – М.: Минздрав СССР, ИМГРЭ, 1987. – 25 с.
272. Гаев А.Я. Методы исследования и защиты водохозяйственных объектов горнодобывающих районов: монография / А.Я. Гаев, В.Г. Гацков, Р.Л. Ибрагимов и др.; под общ.ред. А.Я. Гаева. – Пермь-Оренбург: Перм. ун-т, 2006. – 222 с.
273. Мильков Ф.Н. Антропогенное ландшафтоведение, предмет изучения и современное состояние / Ф.Н. Мильков // Вопросы географии. – М., 1977. – № 106. – С. 11–27.
274. Мильков Ф.Н. Рукотворные ландшафты / Ф.Н. Мильков. – М.: Мысль, 1978. – С. 76–89.
275. Мильков Ф.Н. Человек и ландшафты. Очерки антропогенного ландшафтоведения / Ф.Н. Мильков. – М.: Мысль, 1973. – 224 с.
276. Миниغازимов И.Н. Защита окружающей среды от негативного воздействия отходов переработки горнорудного сырья (на примере ОАО МИНУДОБРЕНИЯ): авт. дисс. ... канд. техн. наук : 25.00.36 / И.Н. Миниغازимов. – Пермь: ПГУ, 2002. – 21с.
277. Минкин Е.Л. Взаимосвязь подземных и поверхностных вод и ее значение при решении некоторых гидрогеологических и водохозяйственных задач / Е.Л. Минкин. – М.: Стройиздат, 1973. – 103 с.
278. Мироненко В.А. Проблемы гидрогеоэкологии Т. 1 / В.А. Мироненко, В.Г. Румынин. – М.: МГУ, 1998. – 611 с.
279. Молодкина П.Ф. Антропогенный морфогенез степных равнин / П.Ф. Молодкина. – Ростов: РГУ, 1976. – 87 с.
280. Молодкина П.Ф. Опыт классификации антропогенных рельефообразующих процессов в бассейне Нижнего Дона и Восточном Донбассе / П.Ф. Молодкина // Изв. ВГО. – 1975. – Т. 107. – Вып. 2. – С. 148–150.
281. Молчанов Л.А. Озера Средней Азии / Л.А. Молчанов. – Ташкент: Среднеазиатский гос. ун-т, 1929. – 83 с.
282. Муртазаев У.И. Оценка потребностей для усиления потенциала по адаптации хозяйственного сектора Таджикистана к последствиям изменения климата / У.И. Муртазаев // Сб. научных статей и докладов НК «Перспективы использования водно-энергетических ресурсов Таджикистана в условиях изменения климата» / под ред. У.И. Муртазаева. Душанбе: Изд. Научно-исслед. Центра по землеустройству, геодезии и картографии при Правительстве РТ, 2009. – С. 64–70.

283. Муртазаев У.И. Эволюция природных комплексов водохранилищ Таджикистана и их влияние на прилегающие ландшафты: автореф. дисс. д.г.н. / У.И. Муртазаев. – Бишкек, 2005.
284. Мухамедиев П.А. К вопросу об охране и рациональном использовании месторождений стройматериалов в Таджикистане / П.А. Мухамедиев, Ф.Е. Глейцман, Ю.М. Казаков, Н.Н. Суханов // Охрана природы Таджикистана. – Душанбе, 1985. – Вып. IV. – С. 77–87.
285. Мушкетов И.В. Туркестан / И.В. Мушкетов. – С-Пб.: Геолком, 1886. – Т. 1. – 542 с.
286. Мушкетов И.В. Туркестан / И.В. Мушкетов. – С-Пб.: Геолком, 1906. – Т. 2. – 539 с.
287. Наливкин В.Д. Краткая история Кокандского ханства / В.Д. Наливкин. – Казань: ун-т, 1886. – 215 с.
288. Наливкин Д.В. Очерки геологии Туркестана / Д.В. Наливкин. – Ташкент: Туркпеашь, 1926. – 184 с.
289. Народное хозяйство Таджикской ССР в 1989 году. (Статистический ежегодник). – Душанбе: Ирфон, 1991. – 328 с.
290. Наследов Б.Н. Карамазар /Б.Н. Наследов // Труды ТПЭ. – Л., 1935. – Вып.19. – 402 с.
291. Небел Б. Наука об окружающей среде : Как устроен мир. В 2-х т. Т. 1. / Б.Небел. – М.: Мир, 1997. – 424 с.
292. Никитин А.М. Озера Средней Азии / А.М. Никитин – Л.: Гидрометеоздат, 1987.
293. Никитин Д.П. Справочник помощника санитарного врача и помощника эпидемиолога / Д.П. Никитин, Ю.В. Новиков, А.В. Роцин и др. – М.: Медицина, 1990.
294. Николаев И.И. Карта новейшей тектоники СССР и сопредельных областей / И.И. Николаев, А.А. Наймарк. – М.: ВСЕГЕИ, 1979.
295. Новик-Качан, В.П. Геология и геофизика / В.П. Новик-Качан. – 1966. – № 4. – С. 157–160.
296. Новикова Н.А. Восстановление почвенного плодородия на отвалах открытых разработок при биологической рекультивации / Н.А. Новикова, А.И. Савич. – М.: ВНИИТЭИСХ, 1980. – 48 с.
297. Нормативно-методическое пособие. Основы промышленно-экологической безопасности объектов топливно-энергетического комплекса (проектирование, строительство, эксплуатация). – М., 1997.
298. Носиров Н.К. Недостатки водохранилищ и их влияние на микроклимат прилегающих территорий и сельскохозяйственное производство / Н.К. Носиров, З.У. Эшонкулова // Сб. научных статей и докладов НК

«Перспективы использования водно-энергетических ресурсов Таджикистана в условиях изменения климата» / под ред. У.И. Муртазаева. – Душанбе: Изд. Научно-исслед. Центра по землеустройству, геодезии и картографии при Правительстве РТ, 2009. – С. 35–41.

299. Носов С.И. Некоторые актуальные проблемы рационального использования земель / С.И. Носов // Проблемы повышения эффективности, расширения и охраны продуктивных земель. – М., 1978. – Вып.21. – С. 4–14.

265. Общесоюзные санитарно-гигиенические и санитарно-эпидемиологические правила и нормы. Перечень предельно-допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно-допустимых концентраций (ОДК) химических веществ в почве. - № 62 29-91 от 19.11.91 г.

300. Окладников А.П. Исследования памятников каменного века Северного и Южного Таджикистана / А.П. Окладников // Тр. АН Таджикской ССР, 1959. – Т. 91.

301. Оледенение Северной и Центральной Евразии в современную эпоху. – М.: Наука, 2006. – 168 с.

302. Оледенение Тянь-Шаня / Отв.редакторы: М.Б. Дюргеров (Россия); ЛюШаохай, Се Зичу (Китай). – Москва, 1995. – 233 с.

303. Олимов М. Гидроресурсы Таджикистана: ресурсы и проблемы / М. Олимов // Вода и устойчивое развитие Центральной Азии. Мат. проектов «Региональное сотрудничество по использованию водных и энергетических ресурсов в Центральной Азии» (1998) и «Гидроэкологические проблемы и устойчивое развитие Центральной Азии» (2000). – Бишкек: Элита, 2001. – С. 46–48.

304. Определение расчетных гидрологических характеристик / СНиП 2.01.14-83/. – М., Госкомстрой, 1983. – 448 с.

305. Орлов Д.С. Гумусовые кислоты почв и общая теория гумификации / Д.С. Орлов. – М.: МГУ, 1990. – 332 с.

306. Осипов В.И. Геоэкология – междисциплинарная наука об экологических проблемах геосфер / В.И. Осипов // Геоэкология. – 1993. – №1. – С. 4–18.

307. Осипов В.И. Геоэкология: понятия, задачи, приоритеты / В.И. Осипов // Геоэкология. – 1997. – №1. – С. 3–12.

308. Осипов В.И. Опасные природные процессы – стратегические риски России / В.И. Осипов // Бюлл. Комиссии по изучению четвертичного периода. – М.: ГЕОС, 2008. – № 68. – С. 5–9.

309. Основные положения водной стратегии бассейна Аральского моря. Кн. 1. Разработана творческой группой при поддержке и участии Всемирного

банка реконструкции и развития. – Алма-Ата–Бишкек–Душанбе–Ашхабад–Ташкент, 1997. – 213 с.

310. Основы геоэкологии: Учебник для вузов. – С-Пб.: Изд-во С-Пб. гос. ун-та, 1994. – 351 с.

311. Пиннекер Е.В. Основы гидрогеологии: Общая гидрогеология Т.1. / Е.В. Пиннекер, Б.И. Писарский, С.Л. Шварцев и др. – Новосибирск: Наука, 1980. – 232 с.

312. Островский В.Н. Ландшафтно-индикационные методы оценки эколого-геологического состояния геологической среды. Геоэкологические исследования и охрана недр. Обзор / В.Н. Островский. – М.: АОЗТ "Геоинформмарк", 1998. – 29 с.

313. Островский В.Н. Методические рекомендации по составлению эколого-геологических карт масштаба 1:200000–1:100000 / В.Н. Островский. – М., 1997.

314. Островский В.Н. Экогеологические циклы – динамические модели развития геологической среды / В.Н. Островский // Отечественная геология. – 1993. – №10. – С. 76–80.

315. Охрана окружающей среды: Справ, пособие. – М.: Изд-во стандартов, 1991. – 127с.

316. Охрана окружающей среды. Терминология: Справочное пособие. – М.: Изд-во стандартов, 1991. – Вып. 6. – 128 с.

317. Передерий О.Г. Охрана окружающей среды на предприятиях цветной металлургии СССР: Учеб. пособие для повышения квалификации ИТР металлургии / О.Г. Передерий, Н.В. Микшевич, Ю.И. Кац и др.; под общ. ред. О.Г. Передерий. – Свердловск, 1983. – 82 с.

318. Пампушка А.М. К методике оценки ресурсов подземных вод на нефтепромыслах / А.М. Пампушка, В.Г. Гацков, А.И. Рахимов и др. // 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.

319. Панкратьев П.В. Курамино-Ферганская металлогеническая зона: Региональная металлогения центральной части Средней Азии / П.В. Панкратьев. – Ташкент: Фан УзССР, 1979. – С. 83–100.

320. Панюков П.Н. Геохимико-отвалы работы на карьерах / П.Н. Панюков, В.В. Истомин, А.М. Гальперин. – М.: Недра, 1972. – 184 с.

321. Пашкевич А.В. Влияние климатических условий на устойчивость экскаваторных отвалов / А.В. Пашкевич. // Сб. тр. ВНИИ. – Л., 1961. – № 42.

322. Пашковский И.С. Принципы оценки защищенности подземных вод от загрязнения. // Современные проблемы гидрогеологии и гидромеханики / И.С. Пашковский. –Спб.: СПб ун-т, 2002. – С.122–132.
323. Перельман А.И. Геохимия / А.И. Перельман. – М.: Высшая школа, 1989. – 528 с.
324. Перельман А.И. Геохимия элементов в зоне гипергенеза / А.И. Перельман. – М.: Недра, 1992. – 288 с.
325. Перельман А.И. Техногенные геохимические барьеры / А.И. Перельман, Е.Н. Борисенко, Н.Ф. Мырлян, М.П. Тентюков // Геохимия техногенных процессов. – М.: Наука, 1990. – С.14-16.
326. Перечень бассейнов подземных вод территории СССР для ведения Государственного водного кадастра. – М., 1988.
327. Перечень предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно допустимых количеств (ОДК) химических веществ в почве, утвержденный Минздравом СССР 19. 11.91 г. - № 6229-91.
328. Перспективы использования водно-энергетических ресурсов Таджикистана в условиях изменения климата // Сб. науч. статей и док. НК. – Душанбе : Изд. Научно-исслед. Центра по землеустройству, геодезии и картографии при Правительстве РТ, 2009. – 107 с.
329. Петрова О.Я. Спорово-пыльцевые комплексы континентальных кайнозойских моласс Юго-Восточной Ферганы / О.Я. Петрова // Тр. Проблемной лаборатории осадочных формаций и осадочных руд. – Ташкент: Гос. ун-т, 1964. – 168 с.
330. Пиннекер Е.В. Экологические проблемы гидрогеологии / Е.В. Пиннекер. – Новосибирск: Наука, 1999. – 128 с.
331. Питьева К.Е. Гидрогеохимические аспекты охраны геологической среды / К.Е. Питьева. – М.: Наука, 1984. – 214 с.
332. Плотников Н.И. Введение в экологическую гидрогеологию : Научно-методические основы и прикладные разделы / Н.И. Плотников. – М.: МГУ, 1998. – 240 с.
333. Подрезов О.А. Изменчивость климатических условий и оледенения Тянь-Шаня за последние 100 лет / О.А. Подрезов, А.Н. Диких, К.Б. Бакиров // Вестник Кыргызско-Российского славянского университета. – Бишкек, 2001. – 11. – №3. – С.33–40.
334. Пособие по оценке воздействия на окружающую среду. К временной инструкции «О порядке проведения оценки воздействия на окружающую среду» – М.: Госкомприроды СССР, 1991. – 334 с.

335. Пособие по проектированию полигонов по обезвреживанию и захоронению токсичных промышленных отходов (к СНиП 2.01.28-85). – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1990. – 48с.

336. Предельно допустимые концентрации (ПДК) и ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ) вредных веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. М., 1983. 2932-83 от 24.10.83.

337. Предельное содержание токсичных соединений в промышленных отходах, обуславливающее отнесение этих отходов к категориям по опасности. Утверждено Главным государственным санитарным врачом СССР 18 декабря 1984 года № 3170-84. – М., 1985. – 10 с.

338. Природа моделей и модели природы. – М.: Мысль, 1986. – 270 с.

339. Проблемы экогеологии Урала / под.ред. А.Я. Гаева. – Оренбург: УрО РАН, 1991. – Вып. 1. – 141 с.; 1992. – Вып.2. – 174 с.

340. Пушкаренко В.П. Опыт регионального исследования состояния плотин горных озер Средней Азии и характер формирования прорывных селей / В.П. Пушкаренко, А.М. Никитин //Оползни и сели. – М.: Центр международных проектов ГКНТ, 1984. – С. 17–32.

341. Ранов В.А. Палеолит и стратиграфия антропогена Средней Азии / В.А. Ранов, С.А. Несмеянов. – Душанбе: Дониш, 1973. – 161 с.

342. Ратнер Н.С. Использование гидрометрической информации для региональной оценки взаимодействия речных и подземных вод / Н.С. Ратнер // Труды ГГИ. –Л.: ГМИ, 1981. – вып. 272 – С. 10–24.

343. Рахимов А.И. Гидрогеоэкологические особенности территории Северного Таджикистана / А.И. Рахимов, Д.Н. Саидова, С.Я. Абдурахимов // Мат. VI междунар. НПК. «Татищевские чтения» Актуальные проблемы экологии и охраны окр. среды. – Тольятти: Волжский ун-т им. В.Н. Татищева, 2009. – С.227–233.

344. Рахимов А.И. Гидрогеохимические особенности техногенеза в районах нефтедобычи Северного Таджикистана / А.И. Рахимов // Вестник Таджикского национального ун-та. – № 1 (49). – С. 232–236.

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

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

347. Рахимов А.И. О водных ресурсах Таджикистана / А.И. Рахимов // Вестник Таджикского национального ун-та. – № 1 (49). – С. 250-252.

348. Рахимов А.И. О водохозяйственных проблемах Республики Таджикистан / А.И. Рахимов // Материалы 2-ой Всерос. НПК «Эколого-геологические проблемы урбанизированных территорий. 25-26.11.09. – Екатеринбург, 2009. – С. 137–140.
349. Рахимов А.И. О водохозяйственных и энергетических проблемах Таджикистана / А.И. Рахимов, А.Я. Гаев // Мат. Международн. науч. симпозиума «Возобновляемые источники энергии: проблемы и перспективы». – Худжанд: Худжандский госун-т., 2011. – С. 253–256.
350. Рахимов А.И. О геоэкологической ситуации в районе горнорудного предприятия «Анзоб» / А.И. Рахимов // Экология и развитие общества. Мат. XII Международн. конф. Сосновый бор. – С-Пб. / под ред. Проф. Л.К. Горшкова. – СПб: МАНЭБ, 2009. – С. 289–290.
351. Рахимов А.И. О гидрогеоэкологических особенностях горнорудных районов / А.И. Рахимов, С.Я. Абдурахимов // Известия АН РТ, отд. физ-мат., хим., геол. и техн наук. – 2009. – № 1(134). – С. 88–95.
352. Рахимов А.И. О гидросфере и водных ресурсах Таджикистана / А.И. Рахимов // Антропогенная трансформация природной среды: материалы междунар. конф. Т. 1, Ч. 2. – Пермь: Перм. Гос. ун-т., 2010. – С. 172–176.
353. Рахимов А.И. О главных источниках питания поверхностных и подземных вод Таджикистана / А.И. Рахимов // Материалы VII МНПК: «Татищевские чтения: Актуальные проблемы экологии и охраны окружающей среды. – Тольятти: Волжский ун-т им. В.Н. Татищева, 2010. – С. 393–397.
354. Рахимов А.И. О перспективах использования водных ресурсов Таджикистана / А.И. Рахимов // Вода для жизни – 2009: Мат. Межрегион. НПК. – Уфа: Информреклама, 2009. – С. 158–160.
355. Рахимов А.И. О питьевых водах и элементах водного баланса Таджикистана / А.И. Рахимов // Питьевые подземные воды. Изучение, использование и информационные технологии. Мат. МНПК. Ч.1. – ВСЕГИЕГЕО. – С. 253-263.
356. Рахимов А.И. О ресурсах подземных вод Таджикистана / А.И. Рахимов // Проблемы географии Урала и сопредельных территорий: Мат. Всерос. НПК с междунар. участием. – Челябинск: АБРИС, 2010. – С.91–94.
357. Рахимов А.И. О состоянии водных ресурсов Таджикистана / А.И. Рахимов // Проблемы региональной экологии. – М., 2011. – № 5. – С.139–142.
358. Рахимов А.И. Подземные воды северо-востока Таджикистана и вопросы оптимизации их использования / А.И. Рахимов // Экология и развитие общества. Мат. XII Международн. Конф. 1–04.07.2009, г. Сосновый Бор. – СПб.: МАНЭБ, 2009. – С 139–141.

359. Рахимов А.И. Роль вертикальной поясности в формировании водных ресурсов Таджикистана / А.И. Рахимов // Геоэкологические проблемы современности: Доклады 3-ей Междунар. кон. /под ред. И.А. Карловича. – Владимир: ВГТУ, 2010. – С.254–255.

360. Рахимов А.И. Роль гор в формировании гидросферы Таджикистана / А.И. Рахимов // Вузовская наука – региону: Мат. Восьмой всерос. НТК. Т. 1. – Вологда: ВоГТУ, 2010. – С. 462-464.

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

362.Рахимов А.И., Аминов, М.Х.Гидроэкологические особенности территории Согдийской области / А.И. Рахимов // Учёные записки. Худжанд. Изд. Меъродж., 2014. № 3 (30). С. 137 - 145.

363.РД 39-0147098- 015-90 «Инструкция по контролю за состоянием почвы объектов предприятий».

364.РД 52.04.253.90 Методика прогнозирования масштабов заражения сильнодействующими ядовитыми веществами при авариях на химически опасных объектах и транспорте, утвержденная Штабом ГО ЧС и Гидрометом СССР 01.07.1990 года и рекомендованная МЧС России.

365.РД 52.18.595-96 Федеральный перечень методик выполнения измерений, допущенных к применению при выполнении работ в области мониторинга загрязнения окружающей природной среды.

366.Ревзон А.Л. Картографирование состояний геотехнических систем / А.Л. Ревзон. – М.: Недра, 1992. – 223 с.

367.Ревич, Б.А. Методические рекомендации по геохимической оценке загрязнения территории городов химическими элементами / Б.А. Ревич, Р.С. Смирнова, Е.П. Сорокина. – М.: ИМГРЭ, 1982.

368.Регламент о порядке проведения, составе и содержании ОВОС (оценка воздействия на окружающую среду) при разработке предплановых, предпроектных и проектных документов, предусматривающих развитие нефтегазодобывающей промышленности Оренбургской области. Гипровостокнефть, Самара, 1993.

369.Регламент составления проектных технологических документов на разработку нефтяных и газонефтяных месторождений РД 153-39-007-96, М., 1996.

370.Резвой Д.П. Проблемы тектоники и магматизма глубинных разломов, Т. 1. «Глубинные разломы Южного Тянь-Шаня» / Д.П. Резвой. – Львов: Львовск. ун-т, 1973.

371. Резниковский А.М. Оценка влияния глобального потепления климата на гидроэнергетику / Резниковский А.М., М.И. Рубинштейн // Водные ресурсы. – 1995. – № 5.
372. Реймерс Н.Ф. Охрана природы и окружающей человека среды: Словарь – справочник / Н.Ф. Реймерс. – М.: Просвещение, 1992. – 317 с.
373. Реймерс Н.Ф. Экология (теория, законы, правила, принципы и гипотезы). – М.: Россия молодая, 1994. – 367 с.
374. Рекомендации по содержанию, оформлению и порядку представления на государственную экспертизу материалов подсчета эксплуатационных запасов питьевых, технических и лечебных минеральных подземных вод. – М., 1998.
375. Ресурсы поверхностных вод СССР Гидрологическая изученность. Т. 14, Бассейны рек Средней Азии. Вып.3. Бассейн р. Амударьи. – Л.: Гидрометеиздат, 1967; Т. 14. Вып. 1. Ср. Азия. Бассейн р. Сырдарьи. – Л.: Гидрометеиздат, 1969. – 439 с.
376. Розенталь О.М. Метрологическое обеспечение водно-экологического контроля / О.М. Розенталь // Водные ресурсы. Том 39. – 2012. – №6. – С. 639–665.
377. Рубин Е.А. Формирование техногенного рельефа и развитие экзогенных процессов в районах открытых разработок полезных ископаемых / Е.А. Рубин // Климат, рельеф и деятельность человека. – М., 1981. – С. 105–112.
378. Рубинова Ф.Э. Влияние водных мелиорации на сток и гидрохимический режим рек бассейна Аральского моря / Ф.Э. Рубинова // Труды САНИИ Гос-комгидромета. – М.: Московское отделение гидрометеиздата, 1987. – вып. 124 (205). – 161 с.
379. Рубинова Ф.Э. Изменение общей минерализации воды р. Сырдарьи в связи с развитием орошения в ее бассейне / Ф.Э. Рубинова, Л.М. Куропатка // Труды САРНИГМИ. – 1977. – вып. 52 (133). – С. 3–17.
- Рудные поля Карамазара. Т. 3. – Душанбе: Ирфон, 1975. – 447 с.
- Рудницкая Н.В. Пути ликвидации техногенного загрязнения территорий в горнопромышленных регионах / Н.В. Рудницкая // Экология города. – Пермь, 1998. – С. 155–157.
380. Руководство по проектированию санитарно-защитных зон промышленных предприятий. – М.: Стройиздат, 1984. – 38 с.
381. Руководство по химическому и технологическому анализу воды. – М.: Стройиздат, 1973. – 98 с.

382. Ручкина О.И. Экологический менеджмент: учебное пособие / О.И. Ручкина, И.В. Анциферова, С.В. Максимова, В.Ю. Петров, К. Норт. – Пермь: Пермский гос. тех. ун-т., 2000. – 234 с.
383. Рыбаков Ю.С. Охрана и предотвращение загрязнения водных объектов от стока с техногенных территорий: авт. дисс. ... докт. техн. наук / Ю.С. Рыбаков. – Екатеринбург, 2000. – 40 с.
384. Рябчиков А.М. Структура и динамика геосферы, ее естественное развитие и изменение человеком / А.М. Рябчиков. – М.: Мысль, 1972. – 223 с.
385. Сабитов А.Д. Пути решения проблем питьевого водоснабжения и санитарии в Таджикистане / А.Д. Сабитов // Сб. научных статей и докладов НК «Перспективы использования водно-энергетических ресурсов Таджикистана в условиях изменения климата» / под ред. У.И. Муртазаева. – Душанбе: Изд. Научно-исслед. Центра по землеустройству, геодезии и картографии при Правительстве РТ., 2009. – С. 44–47.
386. Садриддинов А.А. Актуальные проблемы охраны почв Таджикистана / А.А. Садриддинов, М.Р. Якутилов // Охрана природы Таджикистана. – Душанбе, 1980. – Вып.1 – С. 162–223.
387. Садриддинов А.А. Актуальные проблемы охраны почв Таджикской ССР / А.А. Садриддинов М.Р. Якутилов // Охрана природы Таджикистана. – Д., 1981. – Вып.2. – С. 96–105.
388. Саэт Ю.Е. Геохимия окружающей среды / Ю.Е. Саэт. – М.: Недра, 1990. – 335 с.
389. Саидов М.С. Водные ресурсы и их потребление / М.С. Саидов // Сб. научных статей и докладов НК «Перспективы использования водно-энергетических ресурсов Таджикистана в условиях изменения климата» / под ред. У.И. Муртазаева. – Душанбе: Изд. Научно-исслед. Центра по землеустройству, геодезии и картографии при Правительстве РТ., 2009. – С. 50–54.
390. Саидов С.С. Мировой опыт регулирования трансграничного водопользования / С.С. Саидов // Вестник Таджикского национального университета. Серия экономических наук. – 2012. – №2 (77). – С.71–78.
391. Саидова Д.Н. Геоэкологические особенности природно-технических систем и их оценка (на примере Северного Таджикистана с целью оптимизации природопользования): автореф. дисс. к.г.-м.н. / Д.Н. Саидова. – Оренбург: Оренбургский госуниверситет, 2008. – 16 с.
392. Саидова Д.Н. Гидрогеоэкологические условия формирования элементарных геохимических ландшафтов Северного Таджикистана / Д.Н. Саидова // Водное хозяйство России. – Екатеринбург: РосНИИВХ, 2008. – № 2 – С. 22–34.

393. Саидова Д.Н. О техногенных ландшафтах нефтегазоперспективной межгорной Ферганской впадины / Д.Н. Саидова, И.Е. Клейменова, Н.Г. Беликова // Нефтепромысловое хозяйство. – М.: ВНИИОЭНГ, 2007. – № 12. – С. 103–106.
394. Саидова Д.Н. О необходимости постановки гидрогеоэкологических исследований в Северном Таджикистане / Д.Н. Саидова // Мат. 8-го Междунар. конгресса «Вода: экология и технология» ЭКВАТЭК-2008. [электронный ресурс]. – М.: ЗАО «Фирма СИБИКО Интернэшнл», 2008.
395. Саидова Д.Н. Физико-географические особенности Курамино-Мугултаусского региона / Д.Н. Саидова // Матер. НПК молодых ученых и специалистов, посвященная 60-летию Ленинабадской области. (на тадж. яз.). – Худжанд: Ношир, 2000. – С. 92–93.
396. Саидова Д.Н. Экологическое состояние р. Сырдарья: Матер. НПК молодых ученых и специалистов Т. 5 / Д.Н. Саидова. – Худжанд: ХГУ, 2002. – С. 63–66
397. Самарина В.С. Гидрогеохимия / В.С. Самарина. – Л.: ЛГУ, 1977. – 359с.
398. Санин М.В. Использование ресурсов вод повышенной минерализацией путем их опреснения / М.В. Санин. – М.: Наука, 1988. – 145 с.
399. Санитарные правила и нормы: Питьевая вода и водоснабжение населенных мест. Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов хозяйственно-питьевого назначения. СанПиН 2.1.4.027-95. – М., 1996.
400. Санитарные правила и нормы: Питьевая вода и водоснабжение населенных мест. Требования к качеству воды нецентрализованного водоснабжения. Санитарная охрана источников. СанПиН 2.1.4.544-96. – М., 1996.
401. Санитарные правила и нормы : Питьевая вода и водоснабжение населенных мест. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Госкомсанэпиднадзор. СанПиН 2.1.4.559-96. – М., 1996. – 111 с.
402. Санитарные правила и нормы: Гигиенические требования к использованию сточных вод и их осадков для орошения и удобрения. СанПиН 2.1.7.573-96. – М.: Минздрав России, 1997. – 54 с.
403. Санитарные нормы предельно-допустимого содержания вредных веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. СанПиН № 42-121-4130-86 от 04.07.86. – М., 1986.

404. СанПиН 2.1.5.980-00. Гигиенические требования к охране поверхностных вод – Утверждены Главным Государственным санитарным врачом Российской Федерации. – Введены в действие с 01.01.2001 г.
405. СанПиН 2.1.4.1110-02 Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов питьевого назначения. – М., 2002.
406. СанПиН 2.1.4.110-02 «Питьевая вода и водоснабжение населенных мест».
407. СанПиН 2.1.4.1074-01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. – М., 2001.
408. СанПиН 2.2.1.2.1.1.1200-03 Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов. – М., 2003.
409. Сапожников Г. Заказники Таджикистана / Г. Сапожников, Х. Мухаббат. – Душанбе: Ирфон, 1989. – 159 с.
410. Сергеев Е.М. Инженерная геология – наука о геологической среде / Е.М. Сергеев // Инженерная геология. – 1979. – № 1. – С. 3–20.
411. Сергеев Е.М. Влияние человека на литосферу в процессе инженерно-хозяйственной деятельности / Е.М. Сергеев, В.Т. Трофимов: // Теоретические основы инженерной геологии. Социально-экологические аспекты / под ред. Е.М. Сергеева. – М.: Недра, 1985. – С. 14–27.
412. Синцова Н.И. Исследование влияния естественных и антропогенных факторов на формирование водно-солевого режима орошаемой территории (на примере Ферганской долины). Автореферат / Н.И. Синцова. – М., 1994.
413. Сидоренко А.В. Человек, техника, Земля / А.В. Сидоренко. – М.: Недра, 1967. – 67 с.
414. Сидоренко А.В. Геоморфология и народное хозяйство / А.В. Сидоренко // Геоморфология. – 1970. – №1. – С. 9–18.
415. Сидоренко А.В. Основные проблемы взаимодействия человека и земной коры : Рациональное использование земной коры / А.В. Сидоренко. – М., 1974. – С. 8–18.
416. Синяков В.Н. Инженерно-геоэкологическое обеспечение урбанизированных территорий: учеб. пособие / В.Н. Синяков, О.Г. Бражников, С.В. Кузнецова. – Волгоград: ВолгГАСА, 2000. – 67 с.
417. Сквалецкий Е.Н. Оценка Ириклинского водохранилища, как источника питьевого водоснабжения / Е.Н. Сквалецкий, А.Я. Гаев, О.С. Кобяков // Современные проблемы водохранилищ и их водосборов: труды Междунар. НПК в 3-х т. Т. II. – Пермь: Перм. ун-т, 2007. – С. 165–169.

418. Словарь по гидрогеологии: учеб.- метод. пособие/ сост. А.Я. Гаев, И.И. Минькевич. – Пермь: Перм. ун-т., 2002. – 336 с.
419. Смирнова Р.С. Геохимическая оценка окружающей среды города: Геохимия техногенного преобразования ландшафта / Р.С. Смирнова, В.Н. Кашинский. – М.: МФГО, 1978. – С. 51–54.
420. Смирнов С.С. Зона окисления сульфидных месторождений. – М.–Л.: Изд-во АН СССР, 1955. – 335 с.
421. Солдатов П.К. Общебиологические и генетические эффекты применения пестицидов в хлопководстве / П.К. Солдатов, С.Д. Переппенко // Тез.док. всесоюз. кон. «Экологические и социально-экономические критерии в системе упр-я охраной природной среды». Ч. 2. – Самарканд, 1987. – С. 111–112.
422. Солнцева Н.П. Геохимическая совместимость природных и техногенных потоков / Н.П. Солнцева // Ландшафтно-геохимическое районирование и охрана среды. Вопросы географии. – М., 1983. – Сб. 120.– С. 28-40.
423. Солнцева Н.П. Добыча нефти и геохимия природных ландшафтов / Н.П. Солнцева. – М.: МГУ, 1998. – 376 с.
424. Состояние природной среды и природоохранной деятельности в Республике Таджикистан в 1992 г.: Информ. экологич. бюллетень. – Душанбе, 1993. – 3 с.
425. Состояние природной среды в Республике Таджикистан в 1990-1991 годах (Национальный доклад). – Душанбе, 1993. – 4 с.
426. Соунсон, Р.Х. Опыт бассейновых исследований в Канаде / Р.Х. Соунсон, У.Т. Дикинсон, Г.Дж. Янг // Природа и ресурсы, том XXIV. –М., 1988. – № 2-4. – С. 21–31.
427. Спиридонов А.И. О классификации антропогенного рельефа: Климат, рельеф и деятельность человека / А.И. Спиридонов. – Казань, 1978. – С. 46–54.
428. Справочник по гидрохимии / Гл. ред. А.М. Никанорова. – Л.: ГМИ, 1989. – 392 с.
429. Справочник по предельно допустимым концентрациям химических веществ в окружающей среде / изд. 2-е. – Л.: Химия, 1985. – 528 с.
430. Справочное руководство гидрогеолога / под ред. В.М. Максимова. – Л.: Недра, 1967. – Т. 1 – 592 с.; Т. 2. – 360 с.
431. Средняя Азия. Серия "Природные условия и естественные ресурсы СССР" / под ред. академика И.П. Герасимова. – М.: Наука, 1968. – 484 с.

432. Станюкевич К.В. Древесная и кустарниковая растительность: Таджикистан: природа и природные ресурсы / К.В. Станюкевич, Х.М. Саидмурадов. – Душанбе, 1982. – 376 с.
433. Статистический ежегодник Согдийской области 2000 год. – Худжанд, 2001. – 159 с.
434. Степанов И.Н. Влияние орошения на минерализацию речных вод / И.Н. Степанов, Э.М. Чембарисов. – М.: Наука, 1978. – 120 с.
435. Таджикская ССР: Таджикский энциклопедический словарь. Т. 1. – Душанбе, 1974. – 570с.
436. Таджикистан. Природа и природные ресурсы / под ред. Х.М. Саидмурадова, К.В. Станюкевича. – Душанбе, 1982. – 601 с.
437. Теория и методология экологической геологии/под ред. В.Т. Трофимова. – М.: МГУ, 1997. – 368с.
438. Тетюхин, Г.А. Палеоморфологическая территория Узбекистана в четвертичный период / Г.А. Тетюхин. – Т.: Фан, 1978. – 72 с.
439. Техногенные потоки вещества в ландшафтах и состояние экосистем / под ред. М.А. Глазовской. – М.: Наука, 1981. – 250 с.
440. Тимашев И.Е. Ландшафтный прогнозный анализ при разработке региональных водохозяйственных систем (методологический подход) / И.Е. Тимашев // Рациональное использование водных ресурсов. – М.: Главная редакция литературы на иностранных языках изд-ва Наука, 1988. – Вып. 12. – 224 с.
441. Толстихин О.Н. Охрана природы. Введение в инженерную геоэкологию : учеб. пособие / О.Н. Толстихин. – Якутск: ЯГУ, 1990. – Вып. 7. – 64 с.
442. Требования к геолого-экологическим исследованиям и картографированию масштаба 1 : 1 000 000 – 1 : 500 000, 1 : 200 000 – 1 : 100 000, 1 : 50 000 – 1 : 25 000 : В 3 кн. – М.: МИНГЕО СССР, ВСЕГИНГЕО., 1990.
443. Трофимов А.М. Принципы и подходы к составлению геоэкологических карт / А.М. Трофимов // Экологические системы и приборы. – 2003. – №8. – С.22–27.
444. Трофимов В.Т. Особенности оценки горных пород при изучении геологической среды / В.Т. Трофимов, В.И. Осипов // Инженерно-геологические аспекты рационального использования и охраны геологической среды. – М.: Наука, 1981. – С. 36–69.
445. Тютюнова Ф.И. Гидрогеохимия техногенеза / Ф.И. Тютюнова. – М.: Наука, 1987. – 335 с.
446. Удаленные геологические угрозы на Юго-Западном Памире, ГБАО, Таджикистан/ Краткий отчет, составленный Швейцарским

Управлением по Развитию и Сотрудничеству (ШУРС) для МЧС Республики Таджикистан. Ж. Шнайдер. – М.: Гмендел, 2005.

447. Усков Ю.С. Водный режим рек и гидрогеологическое районирование: Таджикистан : природа и природные ресурсы / Ю.С. Усков. – Душанбе, 1982. – 127 с.

448. Усубалиев Т.У. Пусть вода Кыргызстана скрепит дружбу республик Центральной Азии / Т.У. Усубалиев // Вода и устойчивое развитие Центральной Азии: Мат. проектов «Региональное сотрудничество по использованию водных и энергетических ресурсов Центральной Азии (1998) и «Гидроэкологические проблемы и устойчивое развитие Центральной Азии» (2000). – Б.: Элита, 2001. – С. 4–13.

449. Усупаев Ш.Э. Инженерно-геономическая методология моделирования и оценки геокриосферных рисков при глобальном изменении климата на планете Земля и ее субчастях / Ш.Э. Усупаев // Сб. научных статей и докладов НК «Перспективы использования водно-энергетических ресурсов Таджикистана в условиях изменения климата» / Под ред. У.И. Муртазаева. – Душанбе: Изд. Научно-исслед. Центра по землеустройству, геодезии и картографии при Правительстве РТ, 2009. – С. 59–63.

450. Федосова Т.П. Объекты рекультивации для сельскохозяйственных целей и задачи комплексного их изучения / Т.П. Федосова // Рекультивация земель. Тез.докл. координационного совещания. – Тарту: ВАСХНИЛ, 1975. – 378 с.

451. Федченко А.П. Путешествие в Туркестан / А.П. Федченко. // Изв. Общества любителей естествознания, антропологии и этнографии. – 1875. – Т. 1–2. – Вып.7.

452. Ферсман А.Е. Геохимия / А.Е. Ферсман. – Л.: ОНТИ, 1934. – Т. 2. – 354 с.; Т. 3. – Л.: ГХТИ, 1937. – 503 с.

453. Филатов Н.Н. Географические информационные системы. Применение ГИС при изучении окружающей среды: учебное пособие / Н.Н. Филатов. – Петрозаводск: КГПУ, 1997. – 104 с.

454. Фирсенкова В.М. Деятельность человека и рельеф (на примере Курской области) / В.М. Фирсенкова // // Геоморфология. – 1982. – №3. – С. 82–91.

455. Фирсенкова В.М. Изменение антропогенного рельефообразования Центральной лесостепи / В.М. Фирсенкова // Климат, рельеф и деятельность человека. Ч.2. – Казань, 1978. – С. 42–43.

456. Фрид Ж. Загрязнение подземных вод / Ж.Фрид. – М.: Недра, 1981. – 304 с.

457. Фундаментальные проблемы воды и водных ресурсов на рубеже третьего тысячелетия: матер. междунар. науч. конференции / Отв. ред. С.Л. Шварцев. – Томск: НТЛ, 2000. – 662 с.

458. Хабибуллин Ф.С. Влияние добычи полезных ископаемых на антропогенное рельефообразование / Ф.С. Хабибуллин // Климат, рельеф и деятельность человека. Ч.2. – Казань: КГУ, 1978. – С. 53–54.

459. Халиков Р.И. Изменения ландшафтов Ферганской долины под влиянием хозяйственной деятельности человека / Р.И. Халиков. – М.: ВНИИЦ, 1989. – 129 с.

460. Хакназаров А.А. Эрозия почв и лесомелиорация в горах / А.А. Хакназаров. – М., 1983. – 57 с.

461. Хамидом А. Ледники Таджикистана в условиях глобального потепления / А. Хамидом // Сб. научных статей и докладов НК «Перспективы использования водно-энергетических ресурсов Таджикистана в условиях изменения климата». / Под ред. У.И. Муртазаева. – Душанбе: Изд. Научно-исслед. Центра по землеустройству, геодезии и картографии при Правительстве РТ, 2009. – С. 14–17.

462. Хасанова К.А. Курорты Таджикистана / К.А. Хасанова. – Душанбе: Ирфон, 1988. – 94 с.

463. Ходжаев М.Х. О состоянии использования и причины загрязнения реки Сырдарьи в Северной части Таджикистана / М.Х. Ходжаев // Труды XXXIV научной конференции аспирантов и молодых специалистов по истории естествознания и техники. – М.: ВИНТИ, 1993. – С. 40–43.

464. Ходжаев М.Х. Формирование гидроэкологических проблем в Северном Таджикистане / М.Х. Ходжаев // Изв. РАН. Сер. Геогр. – 1995. – № 6. – С. 106–113.

465. Чембарисов Э.И. Современное качество речных вод Узбекистана / Э.И. Чембарисов, Т.Ю. Лесник, М.В. Раннева // Вода и устойчивое развитие Центральной Азии. Мат. проектов «Региональное сотрудничество по использованию водных и энергетических ресурсов в Центральной Азии» (1998) и «Гидроэкологические проблемы и устойчивое развитие Центральной Азии» (2000). – Бишкек: Элита, 2001. – С. 39–41.

466. Черемисина Е.Н. ГИС-технологии при составлении электронных геоэкологических карт / Е.Н. Черемисина, М.В. Кочетков, О.И. Ларинова // Отечественная геология. – 1996. – № 11.

467. Черкинский С.Н. Санитарные условия спуска сточных вод в водоемы. 5-е изд. / С.Н. Черкинский. – М.: Стройиздат, 1977. – 224 с.

468. Черняхов А.М. Геоэкологическая карта Оренбургской области / А.М. Черняхов. – Оренбург, 1993.

469. Чибилёв А.А. Ириклинское водохранилище. Эколого-географический атлас-альбом / А.А. Чибилёв. – Оренбург: ИПК «Газпромпечатъ», 2002.
470. Шварц С.С. Проблемы экологии человека / С.С. Шварц // Вопр. философии. – 1974. – № 9. – С. 7–21.
471. Шварцев С.Л. Геологическая эволюция и самоорганизация системы вода–порода. Т.2. Система вода–порода в условиях зоны гипергенеза / С.Л. Шварцев, Б.Н. Рыженко, В.А. Алексеев и др.. – Новосибирск: СО РАН, 2007. – 389с.
472. Шварцев С.Л. Гидрогеохимия зоны гипергенеза / С.Л. Шварцев. 2-е изд., испр. и доп. – М.: Недра, 1998. – 366с.
473. Швец В.М. Органические вещества подземных вод / В.М. Швец. – М.: Недра, 1973. – 288с.
474. Шейккин Г.Ю. Техника и организация орошения в Таджикистане / Г.Ю. Шейккин. – Душанбе: Ирфон, 1970. – 447 с.
475. Шестаков В.М. Принципы проведения гидрогеоэкологического мониторинга / В.М. Шестаков // Современные проблемы гидрогеологии и гидрогеомеханики. – С-Пб.: СПбГУ, 2002. – С. 337–341.
476. Шикломанов И.А. Антропогенное изменение водности рек / И.А. Шикломанов. – Л.: ГМИ, 1979. – 310 с.
477. Щербаков А.В. Геохимия термальных вод / А.В. Щербаков. – М.: Наука, 1968. – 234 с.
478. Щербина В.В. Миграция элементов и процессы минералообразования / В.В. Щербина. – М.: Наука, 1980. – 284 с.
479. Экологическая экспертиза: Обзорная информация ВИНТИ. – М., 1992. – Вып. 1. – 80 с.
480. Экологические проблемы промышленных городов. // Сборник научных трудов Ч.2. / под ред. Проф. Е.И. Тихомировой. – Саратов: Саратовск. гостехуниверситет, 2011.
481. Экологические основы оптимизации урбанизированной и рекреационной среды. Ч. 1. – Тольятти: Ин-т экол. Волж. басс. РАН, 1992. – 209 с.
482. Экологические основы оптимизации урбанизированной и рекреационной среды. Ч. 2. – Тольятти: Ин-т экол. Волж. басс. РАН, 1992. – 185 с.
483. Экологические проблемы гидрогеологии. // Сб. докладов междунар науч. Конференции / под ред. В.А. Кирюхина. – С-Пб.: Горный ин-тут, 1999. – 215 с.

484. Экологические функции литосферы / В.Т. Трофимов, Д.Г. Зилинг, Т.А. Барабошкина и др.; под ред. В.Т. Трофимова. – М.: МГУ, 2000. – 432 с.

485. Экология, охрана природы и экологическая безопасность: учеб.пос. для системы повышения квалифик. и переподготовки госслужащих / под общей редакцией проф. В.И. Данилова-Данильяна. – М.: МНЭПУ, 1997. – 774 с.

486. Экология, охрана природы, экологическая безопасность : уч. пос. для сис. проф. подготовки и повыш. квалиф. гос. рук.и спец. промпредприятий и орг. / Под ред. А.Т. Никитина и С.А. Степанова. – М.: МНЭПУ, 2000. – 648 с.

487. Эльпинер Л.И. Подземные воды в условиях интенсивноготеогенеза / Л.И. Эльпинер, А.Е. Шаповалов, Ю.О. Зеегофер // Мелиорация и водное хозяйство. – 1998. – Вып. 3. – 67с.

488. Эргашев А. Влияние глобального изменения климата на состояние ледников, водообеспеченность и биологическую продуктивность сельскохозяйственных растений / А. Эргашев, К. Иброхимов // Сб. научных статей и докладов НК «Перспективы использования водно-энергетических ресурсов Таджикистана в условиях изменения климата» / Под ред. У.И. Муртазаева. – Душанбе: Изд. Научно-исслед. Центра по землеустройству, геодезии и картографии при Правительстве РТ, 2009. – С. 71–73.

489. Яблоков А.А. Потепление или похолодание? / А.А. Яблоков // Сб. научных статей и докладов НК «Перспективы использования водно-энергетических ресурсов Таджикистана в условиях изменения климата» / Под ред. У.И. Муртазаева. – Душанбе: Изд. Научно-исслед. Центра по землеустройству, геодезии и картографии при Правительстве РТ, 2009. – С. 11–13.

490. Якутилов М.Р. Эрозия почв и мероприятия по борьбе с ней по зонам Таджикистана / М.Р. Якутилов. – Душанбе, 1974. – 58 с

491. Якутилов М.Р. Охрана почв и рекультивация нарушенных земель в Таджикистане / М.Р. Якутилов, А.Е. Сафронов // Охрана природы Таджикистана. – Душанбе, 1985. – Вып. 4. – С. 68–72.

492. Яншин А.Л. Человек как объект экологии / А.Л. Яншин // Вестник АН СССР. – 1991. – № 6. – С. 98–107.

493. Expert systems and the Environment // Encyclopedia of Environmental science. Edited by David E. Alexander and Rhodes W. Fairbridge. / Published by Kluwer Academic Publishers. Reprinted.– Dordrecht–Boston–London, 2001. – P. 243–246.

494. Mann R.E. Global Environmental Monitoring System (GEMS). Action Plan for Phase G SCOPE.Rep. 3.–Toronto, 1973. – 130 p.

Фондовая

495. Отчет по ревизии месторождений нерудного минерального сырья Северного Таджикистана за 1970-1972 гг. п. Сырдарьинский. – 1973. –75с.

496.. Отчет о результатах поисково-разведочных работах Западно-Карамазарской ГРП за 1963 г. п. Сырдарьинский. – 1963.

497. Отчет о научно-исследовательской работе // Антропогенные изменения Аральского моря, его осушенного дна и Приаралья путем использования наземной и космической информации. Нукус, 1988. - 124 с.

498. Отчет в области охраны аридных экосистем на 1991-2010 годы. // Опустынивание. Ашхабад, 1988. – 91 с.

499. Отчет об изменчивости климата в различных районах Средней Азии. Как результат смены типов атмосферной циркуляции и антропогенного воздействия. Ташкент, 1988. – 243 с.

500. Отчет о глобальном прогнозе возможных антропогенных изменений состояния биосферы на период 1991-2010 годы. Ашхабад, 1988. - 80 с.

501. Отчет гидрогеологической партии Северного района о результатах работ за 1996-2002 годы // в 3-х книгах. Пос. Сырдарьинский. – 2003.

Интернет-ресурсы

502. Мардистэ П. ЕЭК ООН поддерживает модернизацию водного законодательства в Таджикистане. UnitedNationsEconomicCommissionfor Europe [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.unecsc.org/index.php?id=32912&L=2> / 24.05.2013.

503. Официальный сайт Всероссийского научно-исследовательского института гидрогеологии и инженерной геологии (ВСЕГИНГЕО) [Электронный ресурс]. - Режим доступа:<http://www.vsegingeo.ru>.

504. Официальный сайт Института геоэкологии им. Е.М. Сергеева РАН (ИГЭ РАН) [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.geoenv.ru/index.php/ru>.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Список рисунков

- Рис. 1.1. Физическая карта государств Центральной Азии.
- Рис. 2.1. Гипсометрическая карта Таджикистана.
- Рис. 2.2. Туркестанский хребет.
- Рис. 2.3. Зеравшанский хребет.
- Рис. 2.4. Каратегинский хребет (фото П. А. Погребного) [139].
- Рис. 2.5. Долина р. Зеравшан (фото Г. П. Гусева) [139].
- Рис. 2.6. Вид горного озера в Центральном Таджикистане.
- Рис. 2.7. Типы климата Таджикистана [31].
- Рис. 2.8. Разрезы почв Таджикистана.
- Рис. 2.9. Тектоническое районирование Таджикистана [134, 319].
- Рис. 2.10. Геологическое строение Северного Таджикистана.
- Рис. 2.11. Суммарные вертикальные деформации за неоген-четвертичное время [134, 319].
- Рис. 3.1. Карта фактического материала Северного Таджикистана.
- Рис. 3.2. Диаграмма химического состава вод сернокислотного и углекислотного профиля выветривания (по А.Я. Гаеву) [90].
- Рис. 3.3. Графики формирования компонентов состава вод района развития сернокислотного профиля выветривания.
- Рис. 3.4. Сводный гидрогеохимический разрез Сырдарьинского макробассейна стока.
- Рис. 3.5. Сводный гидрогеохимический разрез межгорных впадин.
- Рис. 3.6. Сводный гидрогеохимический разрез межгорных впадин при ледниково-дождевом питании.
- Рис. 3.7. Инверсионный тип гидрогеохимической зональности.
- Рис. 4.1. Бассейны стока Таджикистана.
- Рис. 4.2. Распределение атмосферных осадков на исследуемой территории по бассейнам стока.
- Рис. 4.3. Поверхностный сток с исследуемой территории.
- Рис. 4.4. Гидрологическое районирование территории Таджикистана.
- Рис. 4.5. Районирование территории Таджикистана по зависимости модулей стока (M) от средней взвешенной высоты бассейнов (H_{cp})
- Рис. 4.6. Схематическая гидрогеоэкологическая карта таджикской территории Сырдарьинского макробассейна стока.
- Рис. 4.7. Карта природопользования Таджикистана.

Рис. 4.8. Схематическая карта уязвимости природных вод Таджикистана к загрязнению и техногенному воздействию.

Рис. 5.1. Схема гидрогеолого-мелиоративного районирования орошаемых земель Северного Таджикистана.

Рис. 5.2. Схема гидрогеолого-мелиоративного районирования орошаемых земель Южного Таджикистана.

Рис. 5.3. Бассейны стока Таджикистана.

Рис. 5.4. Бассейны стока Таджикистана совместно со схематической картой ресурсов подземных вод.

Рис. 5.5. Схематический гидрогеологический разрез Нау-Костакозской и Самгарской впадин

Рис. 5.6. Надводная платформа для строительства наклонных гидрогеологических эксплуатационных скважин на аллювиальный водоносный горизонт под водохранилищем [480].

Рис. 5.7. Схема расположения водозабора и дренажа в неограниченном однородном водоносном пласте.

Рис 5.8. Схема расположения гидродинамического барьера.

Рис. 5.9. Геохимический барьер перед источником загрязнения за пределами аллювиальных отложений.

Рис. 5.10. Комплексный барьер в долине реки Сырдарьи.

Рис. 5.11. Схема комплексного барьера на участке, где источник загрязнения расположен в долине реки Сырдарьи (а – в плане; б – в разрезе).

Рис. 5.12. Схема комплексного барьера с временным дренажем (разрез).

Рис. 5.13. Схема комплексного барьера с временным дренажем (план).

Рис. 5.14. Комплексные барьеры в случае поступления загрязняющих веществ к водохозяйственному объекту одновременно со стороны реки и водосборной площади.

Рис. 5.15. Конструкция совмещенного вертикального и горизонтального дренажа с целью перехвата загрязняющих веществ: а) в плане, б) в разрезе.

Рис. 5.16. Система геоэкологического мониторинга.

Рис. 5.17. Искусственный геохимический барьер.

Рис.5.18. Осаждение тяжелых металлов на щелочном барьере.

Список таблиц

Таблица 2.1. Крупные ледники Таджикистана.

Таблица 2.2. Значения среднемноголетнего водного стока в Центральной Азии [261].

Таблица 2.3. Данные о реках Таджикистана [139].

Таблица 2.4. Данные об озерах Таджикистана [112]

Таблица 2.5. Среднегодовые значения многолетних метеопараметров [30, 31, 139].

Таблица 2.6. История развития рельефа [139].

Таблица 3.1. Оценка уровней концентраций загрязнителей в баллах.

Таблица 3.2. Защищённость подземных вод от загрязнения.

Таблица 3.3 Обеспеченность территории естественными ресурсами природных вод.

Таблица 3.4. Оценка опасности проявлений экзогенных геодинамических процессов.

Таблица 3.5. Интегральные оценки экологического состояния ГС.

Таблица 3.6. Балльная оценка накопленной техногенной нагрузки.

Таблица 3.7. Балльная оценка текущей техногенной нагрузки.

Таблица 4.1. Площади мезобассейнов стока с разным количеством осадков, км²

Таблица 4.2. Площади мезобассейнов с различными модулями стока, км²

Таблица 4.3. Время прохождения половодья на реках различного типа питания бассейна Амударьи.

Таблица 4.4. Границы гидрологических сезонов.

Таблица 4.5. Расчетное распределение стока по месяцам и сезонам (в % от годового стока).

Таблица 5.1. Характеристика крупнейших водохранилищ республики.

Таблица 5.2. Добыча некоторых видов минерального сырья в Таджикистане (1965-2005 гг.).

Таблица 5.3. Планируемые работы по рекультивации нарушенных земель.

Таблица 5.4. Сравнительная оценка горизонтального и вертикального дренажей в расчете на 1 га мелиорируемой площади.