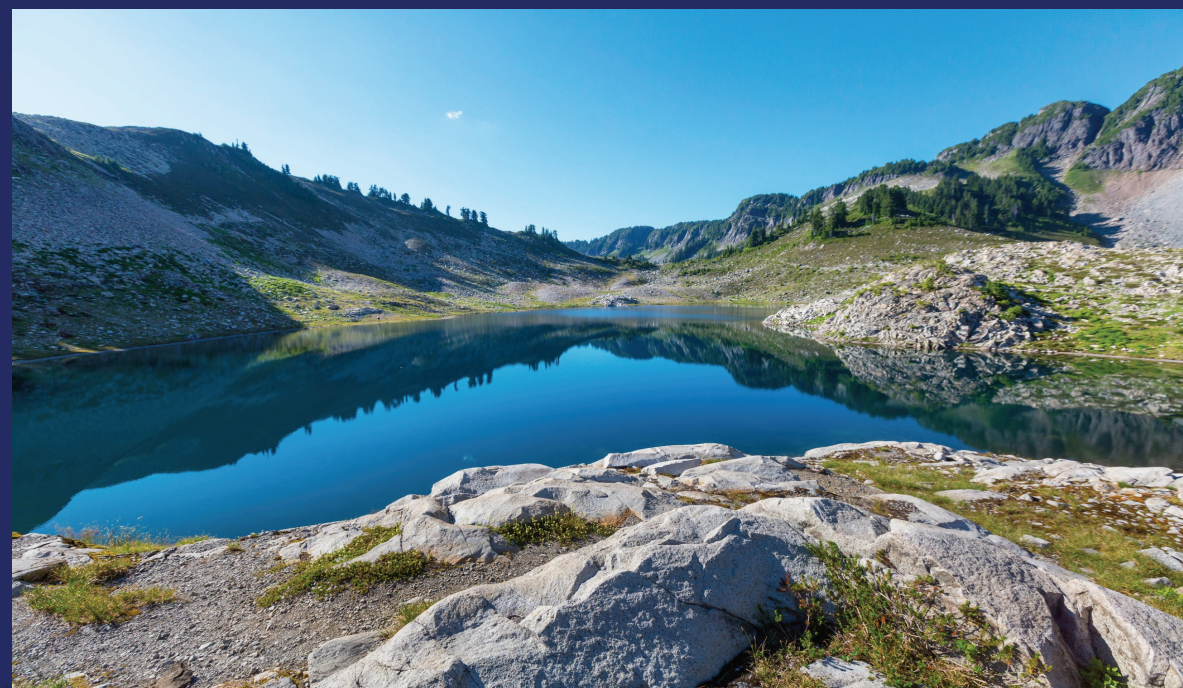


Бассейн реки Зерафшан (БРЗ) является одним из наиболее сложных в климатическом отношении районов не только Таджикистана, но и всей Центральной Азии (ЦА). Горный рельеф, высотная зональность климата, значительная неоднородность метеорологических условий являются причинами возникновения больших климатических контрастов.

Ныне, человечество столкнулось с проблемой глобального изменения климата, которое оказывает существенное влияние на изменение природного ритма развития экологических систем, стало причиной увеличения числа чрезвычайных ситуаций и изменения климатических условий земного шара. Это в конечном итоге отражается на окружающей среде и взаимоотношениях человека с природой.

Изучение региональных климатических изменений на фоне глобального потепления климата в настоящее время, имеет большое научное и практическое значение и актуально в отношении метеорологических условий и их влияния на водные ресурсы, экологических систем, которые отличаются изменчивостью во времени и пространстве.

Водные ресурсы бассейна реки Зерафшан



**Курбонов Номвар Бойназарович**

Канд. тех. наук, ассистент кафедры метеорологии и климатологии физ. фак-та ТНУ. Ведущий научный сотрудник Института водных проблем, гидроэнергетики и экологии НАН Таджикистана.



**Фрумин Григорий Тевелевич**

Доктор хим. наук, профессор, профессор кафедры экологии РГГМУ. Исследует трансграничные переносы загрязняющих веществ.



FOR AUTHOR USE

Курбонов, Фрумин

Н. Б. Курбонов  
Г. Т. Фрумин

# Формирование состава водных ресурсов бассейна р. Зерафшан

Влияние изменения климата на условия формирования и химического состава водных ресурсов БРЗ



**Н. Б. Курбонов  
Г. Т. Фрумин**

**Формирование состава водных ресурсов бассейна р.  
Зерафшан**

FOR AUTHOR USE ONLY

**Н. Б. Курбонов  
Г. Т. Фрумин**

# **Формирование состава водных ресурсов бассейна р. Зерафшан**

**Влияние изменения климата на условия  
формирования и химического состава водных  
ресурсов БРЗ**

FOR AUTHOR USE ONLY

**LAP LAMBERT Academic Publishing RU**

## **Imprint**

Any brand names and product names mentioned in this book are subject to trademark, brand or patent protection and are trademarks or registered trademarks of their respective holders. The use of brand names, product names, common names, trade names, product descriptions etc. even without a particular marking in this work is in no way to be construed to mean that such names may be regarded as unrestricted in respect of trademark and brand protection legislation and could thus be used by anyone.

Cover image: [www.ingimage.com](http://www.ingimage.com)

Publisher:

LAP LAMBERT Academic Publishing

is a trademark of

International Book Market Service Ltd., member of OmniScriptum Publishing Group

17 Meldrum Street, Beau Bassin 71504, Mauritius

Printed at: see last page

**ISBN: 978-613-9-47194-2**

Copyright © Н. Б. Курбонов, Г. Т. Фрумин

Copyright © 2021 International Book Market Service Ltd., member of OmniScriptum Publishing Group

FOR AUTHOR USE ONLY

**НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК ТАДЖИКИСТАНА**  
**Институт водных проблем, гидроэнергетики и экологии**  
\*\*\* \*\*

**ТАДЖИКСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**  
**Кафедра метеорологии и климатологии**

---

**Курбонов Н.Б., Фрумин Г.Т.**

**ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА НА УСЛОВИЯ  
ФОРМИРОВАНИЯ И ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА  
ВОДНЫХ РЕСУРСОВ БАССЕЙНА РЕКИ ЗЕРАФШАН**

**2021**

УДК - 551.5+556(575.3)  
ББК - 26.23+26.22(2 тадж)  
К - 93

*Посвящается Международному десятилетию действий «Вода для устойчивого развития, 2018-2028 годы» и 5-летию Кафедры метеорологии и климатологии физического факультета Таджикского национального университета.*

**Курбонов Номвар Бойназарович, Фрумин Григорий Тевелевич.**

*Влияние изменения климата на условия формирования и химического состава водных ресурсов бассейна реки Зерафшан.* – Lambert Academic Publishing, 2021. – 145 с.

Рекомендована к публикации ученым советом Института водных проблем, гидроэнергетики и экологии Национальной академии наук Таджикистан (протокол №12 от 17 декабря 2020 года).

**Редактор: Норматов Ином Шерович,**  
д.хим.н., чл.-корр. НАН Таджикистана,  
профессор, г. Душанбе, Таджикистан

**Рецензенты: Гончарук Владислав Владимирович,**  
д.хим.н., академик НАН Украины, г. Киев, Украина  
**Варданян Трагел Герасимович,**  
д.геогр.н., профессор, г. Ереван, Армения  
**Хикматов Фазлиддин Хикматович,**  
д.геогр.н., профессор, г. Ташкент, Узбекистан  
**Рахимов Абдулфаттох Ибрагимович,**  
д.геогр.н., профессор, г. Худжанд, Таджикистан

В монографии дана подробная характеристика о бассейне реки Зерафшан в пределах Республики Таджикистан во всех географических, метеорологических, гидрохимических и геоэкологических аспектах. Монография написана ярким, доступным языком и будет полезна, и интересна не только специалистам метеорологам, климатологам, географам, экологам и сотрудникам чрезвычайных ситуаций, но и широкому кругу читателей, работающих в области изучения изменения климата и охраны природы.

Монография состоит из введения, четырех глав и заключения, изложена на 145 страницах основного текста и включает 49 рисунков и 38 таблиц. Список использованных источников включает 170 наименований, в том числе 29 статей первого автора.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>Список акронимов .....</b>	<b>5</b>
<b>Введение .....</b>	<b>6</b>
<b>Глава I. Основные физико-географические характеристики бассейна реки Зерафшан.....</b>	<b>10</b>
1.1. Краткая характеристика физико-географических особенностей бассейна.....	10
1.2. Современное состояние водно-рекреационных ресурсов долины и их рациональное использование.....	13
1.3. Перспективы развития промышленности и сельского хозяйства бассейна.....	18
1.4. Экономический потенциал гидроэнергетических ресурсов реки Зерафшан и ее притоков, и перспективы их развития. ....	24
<b>Глава II. Физико-географический анализ и оценка влияния изменения климатических условий на водные ресурсы .....</b>	<b>32</b>
2.1. Динамика изменения и локальное распределение основных климатических параметров бассейна. ....	32
2.2. Климатогеографический анализ влияния климатических условий на водные ресурсы долины. ....	42
2.3. Оценка современного состояния и химического состава ледников бассейна при изменении климатических условий.....	48
2.4. Географо-гидрологические характеристики водных артерий долины в условиях изменения климата .....	58
<b>Глава III. Геоэкологическая оценка влияния антропогенной нагрузки промышленных объектов на водные ресурсы .....</b>	<b>70</b>
3.1. Геоэкологический и гидрохимический анализ водных ресурсов для развития водопользования в бассейне .....	71
3.2. Оценка влияния антропогенных нагрузок промышленных объектов на загрязненность водных ресурсов.....	79
3.3. Изучение гидрохимии реки Зерафшан и ее притоков, и перспективы водной охраны .....	84
3.4. Исследование гидрохимии озера Искандеркуль и рек, впадающих в него как фактор экологического развития долины.....	93
<b>Глава IV. Эколого-экономическая оценка ущерба от чрезвычайных ситуаций, связанных с климатическими условиями .....</b>	<b>104</b>
4.1. Анализ чрезвычайных ситуаций природно-климатического характера и их влияния на социально-экономическую ситуацию Таджикистана .....	104
4.2. Территория мониторинга и исследования чрезвычайных ситуаций, связанных с климатическими условиями .....	111
4.3. Риски, связанные с чрезвычайными климатическими факторами в бассейне.....	117
4.4. Социально-экономические и экологические аспекты чрезвычайных ситуаций в долине .....	124

4.5. Меры по снижению влияния чрезвычайных ситуаций на экологическое равновесие бассейна.....	129
<b>Основные результаты и выводы .....</b>	<b>133</b>
<b>Список литературы .....</b>	<b>135</b>

FOR AUTHOR USE ONLY



## Список акронимов

1. АГ РТ - Агентство по гидрометеорологии Республики Таджикистан.
2. АГОК - Анзобский горно-обогатительный комбинат.
3. АС ПРТ - Агентство по статистике при Президенте Республики Таджикистан.
4. г/л - грамм на литр.
5. га - гектар.
6. ГПП - Гидрографическая партия.
7. ГКЗУиГ РТ - Государственный комитет по земельному управлению и геодезии Республики Таджикистан.
8. ГОСТ - Государственный общесоюзный стандарт.
9. ГУП - Государственное унитарное предприятие.
10. ГЭС - гидроэлектростанция.
11. кВт·ч - киловатт-час.
12. КЧСиГО - Комитет по чрезвычайным ситуациям и гражданской обороны при Правительстве Республики Таджикистан.
13. м/с - метр на секундах.
14. МВт - мегаватт.
15. ММиВР - Министерство мелиорации и водных ресурсов.
16. н.у.м. - над уровнем моря.
17. ООН - Организация объединенных наций.
18. ПДК - предельно-допустимые концентрации.
19. р. - река.
20. РТ - Республика Таджикистан.
21. РУ - Республика Узбекистан.
22. США - Соединенные Штаты Америки.
23. хр. - хребет.
24. ЦА - Центральная Азия.
25. ЧС - чрезвычайная ситуация.

## ВВЕДЕНИЕ

Бассейн реки Зерафшан (БРЗ) является одним из наиболее сложных в климатическом отношении районов не только Таджикистана, но и всей Центральной Азии (ЦА). Горный рельеф, высотная зональность климата, значительная неоднородность метеорологических условий являются причинами возникновения больших климатических контрастов.

Ныне, человечество столкнулось с проблемой глобального изменения климата, которое оказывает существенное влияние на изменение природного ритма развития экологических систем, стало причиной увеличения числа чрезвычайных ситуаций и изменения климатических условий земного шара. Это в конечном итоге отражается на окружающей среде и взаимоотношениях человека с природой.

Изучение региональных климатических изменений на фоне глобального потепления климата в настоящее время, имеет большое научное и практическое значение и актуально в отношении метеорологических условий и их влияния на водные ресурсы, экологических систем, которые отличаются изменчивостью во времени и пространстве. Сопоставление многолетних наблюдений за метеорологическими параметрами БРЗ в Таджикистане позволяет выявить общие закономерности и индивидуальные специфические черты, способствуя, тем самым, разработке эффективных механизмов по адаптации экологических систем к климатическим изменениям и их устойчивости к природным чрезвычайным ситуациям.

Изучение особенностей изменчивости климатических условий на территории Зерафшанской долины имеет большое значение не только для разработки региональных сценариев будущего изменения климата, но также для решения ряда практических задач, связанных с рациональным использованием гидроэнергетических ресурсов, эффективным размещением гидротехнических сооружений и планированием развития сельского хозяйства.

Мониторинг качества вод рекреационных объектов, выявление и своевременное их устранение представляют огромное значение для предотвращения факторов, способствующих нарушению естественной динамики развития экологических систем.

Ранее вопросы анализа БРЗ с учетом орографии, а также ограниченности площадей для развития сельского хозяйства и промышленности, не особо рассматривались при планировании перспективных планов развития отраслей народного хозяйства. Установленные в бассейне метеорологические станции имели ограниченные функциональные предназначения, направленные лишь на мониторинг чрезвычайных ситуаций. После распада СССР и появления острых проблем по обеспечению жизнедеятельности населения, а также демографической проблемой в республиках ЦА, возникла острая необходимость в освоении потенциалов даже труднодоступных районов. В свою очередь, уместно отметить, что еще в советские времена особый интерес вызывали гидроэнергетические ресурсы БРЗ. Еще в 60-е

годы прошлого века была разработана комплексная схема по переброске водного стока в северные районы Республики Таджикистан (РТ) и возведения ряда гидротехнических сооружений. Но, к сожалению, в числе ряда причин, данным начинаниям не суждено было осуществиться. С приобретением РТ независимости и переоценки водно-энергетических ресурсов бассейна появилась реальная основа развития энергетического сектора.

Для рационального размещения гидротехнических сооружений, обеспечения их эффективной работы и самое главное учета влияния водохранилищ на геоэкологию бассейна, появилась потребность в определении оперативных гидрометеорологических данных бассейна.

К настоящему моменту, отсутствуют достоверные данные по гидрохимическим свойствам вод верховых притоков реки Зерафшан и одной из жемчужин бассейна – озеро Искандеркуль.

Здесь, необходимо отметить, что вопросы и проблемы БРЗ изучались рядом отечественных и зарубежных ученых. В их числе следует отметить работы Нарзикулова И.К. [90], Умарова М.У. [126], Селиванова Р.И. [120], Леонтевой Р.С. [71], Фархади Г.Р. [129], Баротова Р.Б. [17], Ямпольского Э.В. [146-147], Крюкова В.И. [50], Курцера Г.Я. [69], Масляковой Э.И. [75], Султанова З.Р. [121], Кошлакова Г.В. [49], Абророва Х. [7-8], Мухаббатова Х.М. [84-86], Вазирова К. [21], Джонмахмадова М.П. [30], Рахмонова Ш.Т. [114] и др.

Среди работ, посвященных экономико-техническим аспектам изучения и использования гидроэнергетических ресурсов БРЗ можно отметить работы Муртазаева У.И. [81-82], Наврузова С.Т. [88], Петрова Г.Н. [105-106; 108], Норматова И.Ш. [95], Саидова И.И. [115], Абдураимова М.Ф. [1], Рахимова А.Р. [113], Одинаева Х.А. [102], Саттарова М.А. [119] и др.

Вопросы, касающиеся изменения климатических параметров БРЗ и их влияние на природные и водные ресурсы и отрасли народного хозяйства рассмотрены такими учеными как Коновалов Е.П. [44], Балашова Е.Н. [16], Малимон А.Я. [72], Тагаев З.И. [122], Коновалов В.Г. [41-43], Махмадалиев Б.У. [77; 93; 104], Финаев А.Ф. [123-131], Петров Г.Н. [107], Пильгуй Ю.Н. [109], Каюмов А.К. [38], Hammer С. [155], Chub V.E. [151], Batur В. [152] и др.

Вопросы, связанные с исследованием водных ресурсов (реки, озера, ледники, подземные воды), были изучены следующими учеными: Корженевский Н.Л. [46-47], Гордиенко В.Е. [27], Щеглова О.П. [142], Давыдов Л.К. [28], Шульц В.Л. [141], Насыров М.Н. [91-92], Кеммерих А.О. [39], Никитин А.М. [94], Щетинников А.С. [143-144], Мусоев З. [83], Тахиров И.Г. [124], Аброров Х.А. [5-6; 9], Normatov I.Sh. [165-166], Khomidov A.Sh. [156] и др.

К влиянию антропогенной нагрузки промышленных объектов на состав и качества водных и других ресурсов в своих исследованиях обращали внимание Крат В.Н. [51], Чурщина Н.М. [138], Салимов Т.О. [116-117], Чембарисов Э.И. [136-137; 140], Баканин Г.В. [15], Ахмедов Б.К. [14],

Абдушукуров Д. [2-4], Норматов П.И. [96], Olsson O. [167], Groll M. [154], Toderich K. [169], Kulmatov R. [157-158], Traufetter F. [170] и др.

Исследование ЧС, связанных с климатическими условиями на территории Таджикистана, в том числе БРЗ изложены в трудах Якутилова М.Р. [145], Масаковской И.А. [76], Усманова И.М. [128], Камалова Д.Д. [35], Нуралиева К. [99], Наимова Х. [89], Мухаббатов Х.М. [87], Smith K. [168] и др.

Таким образом, были проведены ряд комплексных исследований по изучению различных аспектов и характеристик вопросов, связанных с Зерафшанской долиной, однако исследования и результаты, представленные в данной монографии, полностью отличаются от предыдущих исследований.

Полученные в работе результаты могут быть использованы при решении задач мониторинга и анализа изменения климатических параметров, гидрологического режима р. Зерафшан и её притоков, а также при составлении и усовершенствовании долгосрочных прогнозов регионального климата в различных климатических зонах. Установленная в работе особенность влияния горной орографии на формирование микроклимата местности может быть применена для рационального размещения гидротехнических объектов с водохранилищем и планировании развития сектора промышленности и сельского хозяйства.

Разработанные в работе рекомендации по прогнозу чрезвычайных ситуаций на базе систематизации климатических условий, предложены Комитету по охране окружающей среде при Правительстве Республики Таджикистан и Комитету по чрезвычайным ситуациям и гражданской обороне при Правительстве Республики Таджикистан.

Результаты исследования разработаны в тематические планы Института водных проблем, гидроэнергетики и экологии Национальной академии наук Таджикистан, а также внедрены в Агентства по гидрометеорологии Республики Таджикистан.

Основные положения данной монографии включены в учебную программу дисциплин «Физика атмосферы», «Изучение изменение климата», «Гидрология», «Геоэкология» и «Гидрохимия» на кафедре метеорологии и климатологии Таджикского национального университета.

Основные положения монографии «*Влияние изменения климата на условия формирования и химического состава водных ресурсов бассейна реки Зерафшан*» доложены и обсуждены на следующих конференциях: «Sustainable development of Asian countries, water resources and biodiversity under climate change» (19-23 August 2013, Barnaul, Russia); Международная конференция «Горные угрозы-2013, Природные катастрофы, изменение климата и вода в горных районах» (16-18 сентября 2013, Бишкек, Кыргызстан); VIII-я и IX-я Международная научная конференция молодых ученых и талантливых студентов «Водные ресурсы, экология и гидрологическая безопасность» (25-27 июня 2014 и 13-15 декабря 2017, Москва, Россия); V-я Международная научно-техническая конференция молодых ученых и специалистов «Инновации в сельском хозяйстве» (16-17

декабря 2014, Москва, Россия); International Applied Science Conference «Hydrometeorological and Environmental Security of Marine Economy» (16-17 October 2015, Astrakhan, Russia); 8<sup>th</sup> International Siberian Early Career GeoScientists Conference (13-24 June 2016, Novosibirsk, Russia); Международная научно-практическая конференция «Водные ресурсы Центральной Азии и их использование», посвященная подведению итогов объявленного ООН десятилетия «Вода для жизни» (22-24 сентября 2016, Алматы, Казахстан); Всероссийская научная конференция «Мониторинг состояния и загрязнения окружающей среды. Основные результаты и пути развития» (20-22 марта 2017, Москва, Россия); XXIX молодежная научная школы-конференции «Актуальные проблемы геологии, геофизики и геоэкологии», посвященной памяти член-корр. АН СССР К.О. Кратца и академика РАН Ф.П. Митрофанова (1-5 октября 2018, Петрозаводск, Россия); Республиканская научно-практическая конференция «Актуальные проблемы развития туризма и народных ремесел» (10 ноября 2018, Душанбе, Таджикистан); Международный симпозиум «Проблемы водно-ледникового баланса Таджикистана и сопредельных территорий в связи с глобальным потеплением климата», посвященный Международному десятилетию действий «Вода для устойчивого развития, 2018-2028 годы» (29-30 мая 2019, Душанбе, Таджикистан); XXXI молодёжная научная школа-конференция «Актуальные проблемы геологии, геофизики и геоэкологии», посвящённая памяти чл-корр. АН СССР К.О. Кратца (5-9 октября 2020, Санкт-Петербург, Россия); конференциях Таджикского национального университета, посвященных Дня науки, в течение 2014-2019 гг.

# ГЛАВА I. ОСНОВНЫЕ ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ БАССЕЙНА РЕКИ ЗЕРАФШАН

## 1.1. Краткая характеристика природно-географических особенностей бассейна

В зависимости от природно-географического положения и условий на территории Республики Таджикистан (РТ) является очень разнообразных. Это горная страна, расположена в горной части Центральной Азии (ЦА) между  $36^{\circ}40'$  и  $41^{\circ}05'N$  и  $67^{\circ}31'$  и  $75^{\circ}14'E$ , а общая площадь составляет 142,6 тыс. км<sup>2</sup>. Граничит на севере и западе с Узбекистаном (длина границы – 1332 км), на севере – с Киргизией (913 км), на юге – с Афганистаном (1344) и на востоке – с Китаем (514). Протяженность государственных границ 4103 км. Территория страны с запада на восток 700 км, около меридиана  $71^{\circ}$  над центральной частью востока очень узкий (в административных районах Дарваз, Сангвор и Ляхш). Ширина этой местности примерно 100 км, она расширяется при переходе на запад и восток. Расширение в западной части страны с юга на север до 500 км. РТ занимает 14% от общей площади территории ЦА.

Таджикистан, большая часть территории которого занята Гиссаро-Алайской ( $39^{\circ}28'N$   $69^{\circ}58'E$ ), Тянь-Шаньской ( $42^{\circ}02'N$   $80^{\circ}08'E$ ) и Памирской ( $38^{\circ}35'38''N$   $75^{\circ}18'48''E$ ) горными системами, является единственной страной ЦА, водные ресурсы которой полностью сформированы на их собственной территории. РТ обладает значительными водными и гидроэнергоресурсами – одним из основных ее богатств. С гор в окружающие долины стекает 64 км<sup>3</sup> воды в год, используемой самой страной менее чем на четверть. Сложный рельеф, а также расположение Таджикистана вдали от океанов, в пустынной зоне Евразии, обуславливает большое разнообразие природных условий.

По мнению ряд авторов [Маматканов, Бажанова и др., 2014] горы не только хранители несметных богатств, они являются главной геозоосистемой суши. В горах формируется жизненно важное природное богатство – водные ресурсы. Реки, несущие воду в плодородные равнины, дают жизнь людям, обитающим на них. Основным аккумулятором пресной воды являются горные ледники и озёра. В горах, в качестве фактора укрепления почвы важную роль играют леса и кустарники, которые способствуют сохранению разнообразия флоры и фауны. А также, горы играют важную роль в формировании геозоосистемы Земли и подвержены:

а. Природным катаклизмам (землетрясение, оползни, лавины, наводнения, сели);

б. Антропогенному воздействию (хозяйственная деятельность человека и её негативные последствия).

Совокупное влияние этих факторов приводит к дисбалансу в горных геозоосистемах. Если не принять соответствующие меры, то горные системы из источника жизни превратятся в угрозу для жизни. Необходимо отметить, что на геозоосистему гор влияют не только местные факторы, но и глобальные факторы. Примером может служить геозоологическая

катастрофа – высыхание Аральского моря. В него впадали две крупнейшие реки ЦА – Сырдарья и Амударья. Сейчас почти в полном объеме эти воды расходуются на орошение. Это послужило причиной образования соленых песчаных отмелей, частицы которых доставляются ветром к ледникам, что еще больше ускоряет их таяние. Высыхание Аральского моря привело к ряду других экологических проблем. Одной из основных задач в настоящее время является сохранение горных экосистем, для потомков.

Одним из мощных горных массивов нашей планеты является Гиссаро-Алайская горная система, и БРЗ находится на внутренней ее части.

БРЗ имеет горно-ущельный сложный рельеф. Отличительной особенностью БРЗ в целом, а также окаймляющих ее хребтов, является их четко выраженное широтное простираение. В частности, Туркестанский и Зерафшанские хр., ответвляясь от Матчинского горного узла на западной оконечности Алайского хр., простираются параллельно к широтному направлению. Почти параллельно Зерафшанскому хр. на расстояние свыше 150 км тянется Гиссарский хр., ответвляющийся от Зерафшанского в горном узле Гулбас.



*Рис. 1.1. Расположение бассейна реки Зерафшан на карте Центральной Азии и Таджикистана*

Система Гиссаро-Алайских хр. простирается с запада на восток на 900 км при ширине около 150 км в западной части и до 80 км в восточной. В районе этого узла, на пике Игла (4730 м), от Алайского хр. Туркестанский и Зерафшанский хр. отходят на запад, отделенные продольной долиной р. Матча – Зерафшан, и от Зерафшанского хр. в юго-западном направлении – Гиссарский хр. В районе Горно-Мачинского узла высота хребтов достигают 5621 м, на стыке Зерафшанского и Алайского хр. – 5301 м, немного восточнее – 5539 м и здесь находится значительное оледенение с самым большим в Гиссаро-Алае Зерафшанском леднике.

*Туркестанский хребет* (39°35'N 69°45'E) – высокогорный хр. широтного направления, принадлежащей Гиссаро-Алайской системе, длиной около 340 км. На востоке через горный узел Матча он соединяется с Алайским хр. и на западе простирается до Самаркандской равнины. Особенно в восточной части, покрыт горными ледниками. Средняя высота хр. Туркестана на участке от перевала Матча до границы РУ составляет 4191 м, самые высокие точки – Скалистый пик (5621 м) и Пирамидальный пик (5509 м).

*Зерафшанский хребет* (39°20'N 69°40'E) – высокогорный хр. Гиссар-Алай, к югу от р. Зерафшан. Хребет простирается в широтном направлении на 370 км, и средняя высота достигает 4110 м. Его южные склоны до р. Фандарья - высокогорный рельеф и на западе – среднегорье с карстовыми формами рельефа. На северных склонах расположены многочисленные поперечные долины левых притоков его одноимённой реки. Средняя высота хр. Зерафшан 4140 м т.е., он примерно на 50 м ниже хр. Туркестана и на 150 м выше хр. Гиссара. В Зерафшанском хр. отдельные вершины достигают более 5000 м (горы Голова – 5004 м, пик Тутак – 5433 м, гора Такали – 5090 и самая высшая точка пик Чимтарга – 5494 м). В средней части хр. Зерафшан имеет 11 вершин, расположенных выше 5000 м, окружают живописную долину, почти непроходимую.

*Гиссарский хребет* (38°55'N 68°15'E) – его длина составляет около 200 км, в западной части Памиро-Алайской системы, и он играет роль в водоразделе между бассейнами Зерафшан и Амударья. В основном он состоит из кристаллических пород, сланцев и песчаников, разбитых интрузиями и гранитами. В нижних частях склонов имеются субтропические высокогорные степи, выше – лесостепные степи, а еще выше – субальпийские луга, горные ксерофиты и высокогорные низкотравные луга. Средние высоты гребня Гиссарского хр. следующие: в бассейн р. Искандердаря – 4150 м, р. Киштут – 4140 и р. Магиандарья – 3990 м.

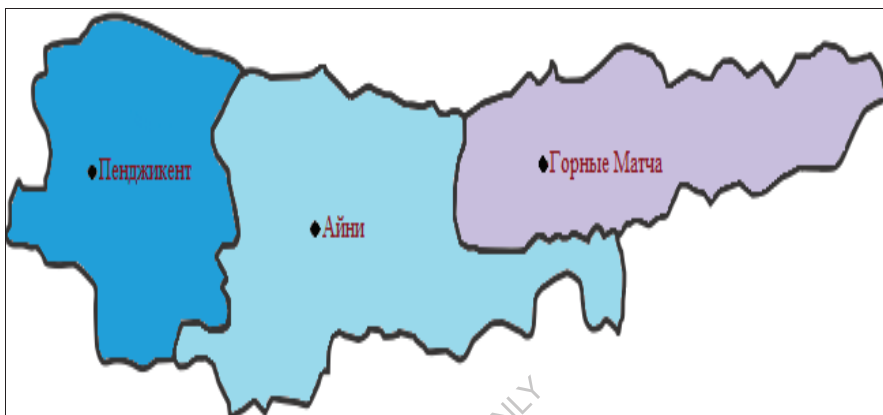
В БРЗ местность связана с геологическим строением [*Зерафшан...*, 1936; *Селиванов, 1964; Геология и полезные...*, 1989; *Вазиров, Саидов, 2009*]. В формировании горных хребтов породы преимущественно палеозойские, но в некоторых частях наблюдается мезозойские и кайнозойские периоды. Современная форма и внешний вид рельефа бассейна геологических событий определена эпохи кайнозоя, которая была наблюдаена в четвертом слое.

Поэтому среди физико-географических регионов страны БРЗ очень богата природными ресурсами. Он находится в юго-западной части Согдийской области на северо-западе Таджикистана (см. рис. 1.1), и с античных времен известна с названиями Бутаман, Миёнкаль и Горный Зерафшан [*Вазиров, Саидов, 2009*]. БРЗ с общей площадью 12,6 тыс. км<sup>2</sup> занимает почти половину территории Согдийской области и составляет 8,74% всей площади республики. На его территории расположены южные склоны хр. Туркестан, оба склона хр. Зерафшан и северные склоны хр. Гиссар. Он в геоморфологическом отношении резко делится на горные поднятия и межгорные понижения: между Туркестанскими и Зерафшанскими хр. образовалась Зерафшанская долина, а между Зерафшанским и



Гиссарским хр. – ущелья Фан-Ягноб.

В вышеназванном бассейне расположены административные районы: Пенджикент с площадью 3,7 тыс. км<sup>2</sup>, Айни – 5,2 тыс. км<sup>2</sup> и Горные Матча – 3,6 тыс. км<sup>2</sup>, в которых живет более 350 тысяч жителей, заселяющие 254 деревни и город Пенджикент.



*Рис. 1.2. Административные центры бассейна реки Зерафшан*

Многие учёные и исследователи в своих работах [Нарзикулов, 1961; Леонтева, 1968; Баротов, 1977. Ямпольский, 1984; Султанов, 1994; Кошлаков, Бабаев и др., 1998; Рахмонов, 2012; Джонмахмадов, 2011; Аброров, Кобулиев, 2018] отмечают, что основной трудовой деятельностью жителей районов БРЗ является растениеводство, картофелеводство, табаководство, виноградарство, садоводство, животноводство, горнодобывающая и пищевая промышленность.

Таким образом, природа и природно-ресурсный потенциал БРЗ, очень разнообразны и изменчивы. Рациональное использование возобновляемых ресурсов является одним из самых священных обязанностей каждого человека. При надлежащей защите природы, наша жизнь становится лучше. В современном этапе экономического развития БРЗ особое значение имеет рациональное размещение производительных сил, позволяющее обеспечить высокую эффективность производства и рациональное использование природно-ресурсных потенциалов, при сохранении и даже улучшении экологических условий жизни населения. Вопросы развития экономики Зерафшанской долины являются неотъемлемой частью распределения производства и комплексного развития экономики страны.

## **1.2. Современное состояние водно-рекреационных ресурсов долины и их рациональное использование**

Известно, что туризм является сложным экономическим, социальным и культурным феноменом современности и связан с улучшением социального

положения населения. Это один из важнейших секторов экономики в мире и в мировых экспортируемых товаров и услуг после нефтепродуктов и производства автомобилей, занимает третье место.

По данным Всемирной туристской организации ООН туризм обеспечит 10% мирового товарооборота и услуг. Сектор туризма составляет 6% всего мирового продукта, 7% мирового капитала, 12% глобальных потребительских расходов и 5% налогооблагаемого дохода [Курбонов, Нормакмедова, 2017]. Следует отметить, что туризм оказывает значительное влияние на экономику, политику, экологию и культуру многих стран.

Одним из регионов Таджикистана для развития различных видов туризма, который имеет огромный туристическо-рекреационный потенциал является долина Зерафшан. В этой долине можно организовать различные туристические маршруты по верховье р. Зерафшан, от Горной Матче до Ягноба и Рашта, от Айни до Деваштича и Шахристана, от Айни до Гиссара и Варзоба т.е., различные исторические, природные, экологические и научные туры. Туризм, особенно горный туризм здесь может получить развитие наравне с другими отраслями региональной экономики: сельским хозяйством и горнодобывающей промышленностью. Следует отметить, что ряд вышеупомянутых поездок известен не только гражданам республики, но и за ее пределами, и что Фанские горы европейцы называют «Швейцария Таджикистана» [Абборов, 2003]. Несмотря на то, что БРЗ обладает большими рекреационными и туристическими ресурсами, в настоящее время они все еще мало используются.

БРЗ является уникальным рекреационно-туристическим ресурсом Таджикистана, потому что он обладает многим культурно-историческим наследием, выгодным географическим положением, разнообразными природными ландшафтами, рекреационными зонами, растительностью и редкими животными. Ибо, Зерафшан – долина высочайших вершин, мощных ледников, стремительных горных рек, уникальных по красоте озер, уникальной флорой и фауной. Именно горный, поэтический ландшафт определяет оригинальность и уникальность природы БРЗ, богатство его форм, обусловленное разнообразием климатических зон.

По нашим данным [Курбонов, Нормакмедова, 2017] в БРЗ находятся более 230 исторических и культурных объектов (мечети, медресе, минареты, надписи и т.д.), которые имеют хорошее рекреационно-туристическое ценности. Рекреационные и туристические ресурсы этой долины можно отнести к медицинским, спортивным, географическим, геологическим, биологическим, ландшафтным, культурным, историческим, этнографическим и другим видам. Для достижения устойчивого развития туризма и экономической, социальной и экологической ситуации БРЗ, имеются все природные и человеческие ресурсы. Правительством страны созданы благоприятные условия для развития приоритетных направлений региональной и республиканской экономики.

Необходимо отметить, что в современных условиях туризм не только в долине Зерафшан, но и по всему Таджикистану и миру признан как

выгодный путь развития экономики. Благодаря постоянному осуществлению открытой политики и рыночных реформ в республике, в настоящее время в стране развивается туристический рынок. Сегодня, ряд отечественных частных компаний обслуживают местных и иностранных туристов. Правительство республики принимает ряд мер для увеличения развития туризма в стране и повышению притока иностранных туристов, улучшения существующей туристической инфраструктуры, театральные и курортных комплексов и привлечения дополнительных инвестиций. Эффективность развития туризма позволит более активно привлекать туристов в страну и получать валютные доходы в экономику республики. В этом плане приоритетными видами туризма в стране рассматриваются:

- альпинизм, горно-спортивный и рафтинг;
- экологический, сельский и региональный туризм;
- историко-познавательный и этнографический туризм;
- водно-рекреационный и отдых.

Актуальной проблемой современной инфраструктуры является определение значения вклада рекреационных ресурсов в индустрию туризма. В связи с этим изучение рекреационных ресурсов и их влияние на развитие местного туризма является перспективным и более информативным методом изучения. В работе при одновременном изучении состояния рекреационно-туристических ресурсов, в верхней части долины Зерафшан, а также при испытаниях горных ледников предлагается количественно оценить взаимосвязь между некоторыми видами горного туризма и водных ресурсов.

С древних времен, горы являются не только оригинальным местом природы, но и главным местом отдыха и развлечений людей. Самые древние цивилизации мира были в тесной связи с горными районами. Среди них были основные торговые пути, которые были связаны с различными странами мира, и сегодня в некоторых регионах можно встретить такие памятники и культурное наследие. Поэтому, в БРЗ, как горный регион одним из наиболее перспективных и быстро развивающихся направлений туризма считается горный туризм. В то же время предмет сущности и особенности горного туризма в Зерафшанской долине очень актуален, поэтому важно и необходимо систематизировать знания об особенностях туризма в этом бассейне.

Одним из самых горных, уникальных и красивых районов Таджикистана являются Фанские горы ( $39^{\circ}10'N$   $68^{\circ}15'E$ ), которые расположены между хр. Зерафшан (западная прорезающая его р. Фандарья) и хр. Гиссар (см. рис. 1.3). Горный климат (высота 1000-2000 м) является важным фактором в лечении, и в таких местах восстанавливается здоровье человека, улучшается кровотоки сердца и кровеносных сосудов, т.е. окружающая среда в горной местности больше подходит для организма человека. Таким образом, более вероятно создание климатических санаториев и курортов в горных районах. Статистические данные о горном туризме показывают, что в последние годы в мире от всех туристов в горный спорт приходится 30%, в горные походы



ущелью Чапдара к знаменитым озерам Алаудин, с кристально чистой водой, текущей по бирюзе и зеленые оттенки. Так, в эти горы на снежных полях высокогорья рождается более 30 озер [Насыров, Хасанов и др., 1970; Аброров, 2003] с холодной чистой водой. Они находятся на постаментах древних и современных морен, образовавшихся в результате таяния и отступления ледников.

Река Магиян ( $39^{\circ}03'02''\text{N}$   $67^{\circ}43'39''\text{E}$ ) является одной из главных притоков р. Зерафшан, который присоединяется в неё в 9 км к востоку от г. Пенджикент. Ее исток является р. Карасу, и на верховья Магияна называется Дарай Калон. К северу деревня Газнаи Поён, с правой стороны на р. Дарай Калон присоединяется р. Шинг ( $39^{\circ}01'10''\text{N}$   $67^{\circ}47'19''\text{E}$ ), начинается Магиян. Таким образом, Маргузорские озера или как их иногда называют «Семь красавиц Шинга» ( $39^{\circ}08'33''\text{N}$   $67^{\circ}51'18''\text{E}$ ) расположены в этой долине. Маргузорские озера (Мижгон, Соя, Нофин, Хушьер, Хурдак, Маргузор и Хазорчашма), особенно озеро Мижгон, красивы необычным цветом воды. Из-за этого растворенные в воде минералы придают ей синий цвет даже в пене бурной р. Шинг. Ибо, они имеют в свой состав сложно-химические элементы, и их вода содержит ионы  $\text{C}$ ,  $\text{SO}_4$ ,  $\text{Ca}_3$ ,  $\text{HCO}_3$ ,  $\text{Na}$ ,  $\text{K}$ ,  $\text{Mg}$ , а также водород и сероводород.

Самая нижняя озера находится на высоте 1598 м, вторая - на 1701 м и их местоположение постепенно повышается и последняя расположена на высоте 2400 м. Так, разница высоты между самой нижней (Мижгон) и самой верхней (Хазорчашма) достигает 842 метров, и они расположены на расстоянии от 0,5 км до 4 км друг от друга.



**Рис. 1.4.** Горные озера – Искандеркуль (а) и один из Семь озер – Мижгон (а)

Таким образом, водно-рекреационные ресурсы БРЗ достаточны для организации как краткосрочного, так и стационарного отдыха, и туризма. В этом районе есть зона отдыха на 60 мест, строится санаторий-профилакторий на берегу р. Зерафшан, в живописном урочище Тагикамар. Первый этап рассчитан на 100 коек, второй на 300. Поток туристов, в основном через Пенджикент, проходят территорию Зерафшанской долины. В г. Пенджикент

функционирует гостиница «Согдиана» на 280 мест, приют «Пенджикент» для туристов, детский дом. «Маргузорские озера», сезонный альплагерь «Артуч» и другие рекреационные объекты. Поэтому есть предпосылки для развития экотуризма, и можно предположить, что существуют благоприятные технологические условия для развития горного туризма, альпинизма и научного туризма.

Поэтому для развития туризма и его видов в Зерафшанском горном регионе, поддержка Республиканского туристического центра, Правительства республики и других развивающих в этом направлении регионах очень важна. Возможно, настало время привлечь иностранных инвесторов в сферу туризма, и таким образом реконструировать существующие лагеря и другие туристические объекты. Сегодня продвижение рекламы должно быть расширено, чтобы привлечь больше отечественных и иностранных туристов.

### **1.3. Перспективы развития промышленности и сельского хозяйства бассейна**

Территория Таджикистана очень богат полезными ископаемыми. Это связано с ее геологическим строением территории. В зависимости от местоположения минеральные богатства внутри страны делятся на 5 частей, одной из которых называется Зерафшанской долиной. В БРЗ и на хребтах расположены месторождения разных геологических эпох. Различные типы полезных ископаемых найдены там. В донных отложениях бассейна реки были обнаружены редкие металлы, цветные металлы, уголь, тугоплавкая глина, флюорит, горный хрусталь, минеральная вода, горячая вода и т.д.

Одним из необходимых условий дальнейшего развития народного хозяйства БРЗ является комплексное использование полезных ископаемых. Потому что Зерафшанская долина очень богата подземными природными ресурсами, и в этой долины зарегистрировано более 593 месторождений полезных ископаемых и минеральных ресурсов. Из них 207 месторождений находятся в Айнинском районе, 328 расположены в городе Пенджикент и 58 – в Горно-Матчинском районе [Геология и полезные..., 1989; Вазиров, Саидов, 2009; Джонмахмадов, 2011; Рахмонов, 2012]. Следует отметить, что в республиканском масштабе в Айнинском районе находятся очень крупные месторождения каменного угля, золота, вольфрама, ртути, сурьмы, ртути и т.д.

Поэтому на сегодняшний день в БРЗ несколько крупных предприятий занимаются добычей и переработкой полезных ископаемых, которые представляют большую ценность для промышленности и экономики РТ. В эту группу входят Анзобский горно-обогатительный комбинат (АГОК), Зерафшанский золоторудный комбинат, Угледобывающее предприятие Фан-Ягноб, Лада-Мараморское предприятие, Кирпичный завод г. Пенджикента, а также ряд стройматериальных и ремесленных предприятий.

В БРЗ выявлено и открыто не менее 10 месторождений каменного угля, они называются Фан-Ягнобское, Магиянское, Киштут-Зауранское, Реват-

Вашанское, Гузанское, Шишкатское, Исканское, Сосянское, Рарзское и т.д. Их запасы оцениваются в 900 млн. т., в т.ч. по промышленным категориям составляет 558 млн. т (80% запасов страны). Среди них одним из крупнейших угольных месторождений в ЦА является Фан-Ягнобское месторождение, которое с древних времен до настоящее время добывается для обеспечения населения и промышленных предприятий РТ с топливом. Она расположена на расстоянии 24 км вдоль реки Ягноб и Фандарья, на склонах хр. Зерафшана и хр. Гиссара и на высоте 1600-3600 м н.у.м. Максимальная добыча угля достигла более 500 000 т. в 1988 г. и в последние годы добывается уголь в среднем 250-290 тыс. т.

БРЗ богат месторождениями золота, здесь расположены ряд месторождений, в т.ч. Тарорское, Джилавское, Чоренское, Дуобинское, Багданское, Гиждарское, Конизакское, Дагонидарбазанское и др. В частности, Чоренское месторождение расположен на левом берегу р. Фандарья и Дуобинское месторождение находится в среднем и нижнее течение долины р. Яфчи – правый приток р. Фандарья. Согласно геологическими разведками в 1986 г., запасы Чоренское месторождение оценивали 36000 кг. В районе Тарора располагаются Мосрифские группы месторождения золота. Среди этих месторождений Джилавское и Тарорское месторождения имеют ресурсные значение. Они составляют единое рудное поле и характеризуются рядом общих геолого-минералогических особенностей.

В БРЗ исследовано и выявлено ряд сурьмяных месторождений, которых имеют экономико-промышленные значение, таких как Джикурутское, Гурдаранское, Скальное, Волангидарозское, Туркпаридинское, Бузиновское и Каракамарское. Необходимо отметить, что большинство из этих месторождений расположены в сурьяно-ртутном поясе между хр. Зерафшан и хр. Гиссар. Здесь толщины рудных тел лежать в пределах от одного до нескольких метров и где попутно с сурьмой добывается ртуть. АГОК построена специально для добычи и переработки этих месторождений.

Геологоразведки в БРЗ выявили три: Джилавское, Такфонское и Сарыматское месторождения вольфрама. Джилавское месторождения золота, запасы которого составляет 52200 кг, изучено до глубины около 300 метров. В этом месте, в 1952-1954 гг. было проведено исследование, выяснилось, что ее длина составляет 750 метров и толщина достигает 2,6 метра. В результате исследования последних лет выявлено, что Джилавское месторождение вольфрама имеет промышленные значение и этот объект считается объектом вольфрама-сурьяма-золота.

Кроме того, в БРЗ расположены десятки источников стройматериалов, которые могут стать основанием для создания новых предприятий в горных районах республики. Здесь выявлены месторождения гипса, известняка, глины, песчано-гравийных смесей и строительного камня. Однако, в настоящее время из-за ограниченной потребности в строительных материалах только 7 месторождений разработаны и переданы промышленности.

После независимости возникла необходимость перехода к рыночной экономике. Поэтому в условиях рыночной экономики, основным и ключевым вопросом является повышение эффективности производства и качества продукции. Структурные и территориальные сдвиги в развитии и размещении производственных сил прежде всего оцениваются в экономическом развитии и рациональном использовании полезных ископаемых региона, рациональном использовании минеральных ресурсов. В частности, пищевая промышленность Зерафшана представлена консервным комбинатом по производству фруктов, овощей, мясных консервов, сухофруктов, различных соков, а также мясокомбинатом, молочным заводом, винзаводом, кондитерской фабрикой, хлебзаводом. Основными предприятиями легкой и пищевой промышленности этой долины являются Государственное унитарное предприятие (ГУП) «Хуроквори», ГУП «Галла», ГУП «Таджикмясомолпром», ГУП «Мохипарвар», ОАО «Шарбат», АООТ «Мясомолкомбинат», АООТ «Панчкуль», ОАО «Мохипарвари Панчакент» и другие, продукции которых экспортируются за пределы региона. В перспективе промышленная специализация БРЗ существенно изменится.

Наряду с дальнейшим ростом легкой и пищевой промышленности, которые будут оставаться ведущими отраслями промышленности, намечается развитие цветной металлургии, топливно-энергетической, химической промышленности и промышленности строительных материалов.

Еще одним необходимым условием дальнейшего развития экономики Зерафшанской долины является сельскохозяйственный отрасль. Потому что, РТ остается аграрной страной и более чем 65% населения, зависят от сельскохозяйственной продукции. Для сельского населения сельское хозяйство является основной формой дохода либо в качестве чисто натурального хозяйства, либо с небольшой полунатуральной и коммерческой хозяйствованной системой. Существуют трудности, связанные с отсутствием знаний и навыков, отсутствием кредитов, отсутствием информации, очень ограниченным доступом к хорошей земле, неадекватным налогообложением земли и другие проблемы, которые не способствуют созданию хороших условий для сельскохозяйственного производства.

Сельскохозяйственная специализация БРЗ определяется его орографическими особенностями. Так как земель пригодных для распашки мало, сельское хозяйство здесь развито слабо. Значительная часть его территории занята пастбищами. Небольшие площади, пригодные для орошения, используются для выращивания табака и зерновых культур. Ниже устья р. Киштут земли Зерафшанской долины орошаются. Здесь развито садоводство, виноградарство. Большие участки земли, которые являются перспективными для орошаемого земледелия, расположены на левом берегу Зерафшана, к западу от р. Магиян (Пенджикент). В таблице 1.1 представлено общая площадь орошаемых земель в БРЗ (более 28 тыс. га), по состоянию на 01.01.2017.



**Таблица 1.1. Орошаемая площадь в БРЗ на 01.01.2017 г.**

Районы	Всего земель района, га	Орошаемая площадь, га	Посевная площадь, га	Посевные орошаемые земли, га
Пенджикентский	367133	21701	18678	11648
Айнинский	515820	3268	1441	1424
Горно-Матчинский	368305	3513	2323	2190
Итого	1251258	28482	22442	15262

*Источник: ГКЗУиГ РТ, 2018.*

По данным бывшего ММиВР Таджикской ССР [Норматов, 2016], водопотребление и водораспределение на 01.01.1984 в водозаборах БРЗ потребление воды из всех источников составляет 415,45 млн. м<sup>3</sup>/год, в т.ч. на ирригации – 332,19 млн. м<sup>3</sup>/год. В начале 1984 г. площадь возделываемых земель в БРЗ составлял 22,70 тыс. га, а в начале 1988 г. этот число достигла 24,01 тыс. га.

**Таблица 1.2. Водозабор из источников орошения**

Районы	Водозабор всего, тыс. м <sup>3</sup>			Водоподача всего, тыс. м <sup>3</sup>		
	План	Факт	%	План	Факт	%
Пенджикент	133734	113665	85	94830	94830	100
Айни	8126	6115	75	6490	5774	89
Итого	141860	119780	84	101320	100604	99,3

*Источник: ГКЗУиГ РТ, 2018.*

Согласно данным ГКЗУиГ РТ в 2017 г. площадь возделываемой земли в БРЗ достигает 28482 га, из них 7416 га относятся к землям машинного орошения. В это время фактический водозабор из источников орошения составляет 119,78 млн. м<sup>3</sup> (84% плана), а фактическая водоподача равно 100,604 млн. м<sup>3</sup>. Следует отметить, что водозабор на земледелие ежегодно снижается. Например, это число в 1984 достигло 332,19 млн. м<sup>3</sup>/год, в 2017 г. снижается до 119,78 млн. м<sup>3</sup>/год. В это время площадь возделываемых земель равняется 22700 и 28482 га, соответственно.

Здесь можно отметить, что из общего объема воды р. Зерафшан (4834 млн. м<sup>3</sup>), который полностью формируется на территории РТ, в таджикской части долины используется только 253 млн. м<sup>3</sup>, что составляет 5,23% от общего объема [Умаров, 1964; Фархади, 1970; Курцер, 1981; Аброров, Кобулиев, 2018]. Поэтому в таблице 1.3 показано годовое количество используемой воды (тыс. м<sup>3</sup>), в двух административных центрах БРЗ за 2002-2017 гг.

**Таблица 1.3. Использование воды в БРЗ, тыс. м<sup>3</sup>**

Наименование районы	Годы					
	2002	2003	2004	2005	2016	2017

Пенджикентский	185165	182893	81600	115730	141345	159265
Айнинский	40622	40526	32486	38909	39135	39501
Итого	225787	223419	114086	154639	180480	198766

*Источник: ГКЗУиГ РТ, 2018.*

Очевидно, что с ростом населения потребность в промышленных и сельскохозяйственных продуктах, и в использование воды тоже увеличивается. Напомним, что ныне в бассейне р. Магияна создано СП «Зерафшан», а в бассейне р. Киштуга и в бассейне р. Фандарья началось строительство завода по производству меда и золота, соответственно. Так как в дальнейшем должны развиваться предприятия горной промышленности, этот процесс увеличивает потребность в воде в промышленных и горнодобывающих отраслях. Ибо, на горнопромышленных предприятиях вода расходуется на бурение и обеспыливание забоев, бункеров погрузочно-разгрузочных площадок, полив отвалов, на охлаждение подшипников подъёмных машин и дробилок, на охлаждение компрессоров и тяговых подстанции, на питание котельных и мастерских, а также на хозяйственно-бытовые нужды. В т.ч. в АГОК «Анзоб» - 0,94 млн м<sup>3</sup>/год, в СП «Зерафшан» - 1,52 млн м<sup>3</sup>/год, Кирпичный завод г. Пенджикент, АО «Лада-Мармар» и в ряде других заводах и предприятиях. Поэтому в таблице 1.4 приводятся отраслевые применения воды Зерафшана, в процентах по сравнению к республике и Согдийской области за 1988-1991 годы.

*Таблица 1.4. Отраслевые применения воды, в процентах*

	Жилищно-коммунальное хозяйство	Промышленность	Сельское хозяйство	Всего
Таджикистан	2,36	2,7	94,39	100
Согдийская область	2,51	1,93	95,3	100
Зерафшан	1,44	6,61	89,66	100

*Источник: Султанов, 1994.*

Как показывают данные таблицы 1.4, не только в Зерафшанской долине, но и в Согдийской области, и в РТ большое количество воды используется в сельском хозяйстве. Поэтому в таблице 1.5 показано фактическое значение объема воды для орошения и урожайности сельскохозяйственных культур в БРЗ за период 1980-2014 гг.

*Таблица 1.5. Средние величины засеянной и орошенной контактной площади (га) и объемы воды для ирригации долины Зерафшан*

Периоды	Посевная площадь	Орошаемые земли	Объем воды для ирригации
1980-1984	29,92	21,28	187,52
1985-1989	34,30	24,52	185,36

1990-1994	36,58	26,12	188,36
1995-1999	38,30	27,40	209,94
2000-2004	38,28	27,34	181,64
2005-2009	35,47	25,35	190,56
2010-2014	37,18	26,22	196,19

*Источник: Расчеты автора.*

Данные, представленные в таблице 1.5, показывают, что, хотя площадь орошаемых земель в Зерафшанской долине не велика, но существует тенденция ее расширения за счет ассимиляции предгорных и нагорных территорий.

Поэтому, после 50-х годов прошлого столетия с помощью каналов орошались урочища Дашти Маргедар (10 тыс. га), Косатарош (3100 га), Ёри-Амондара (1300 га), Дашти Малла (1370 га) и Уртакишлак (1300 га) в городе Пенджикент и в дальнейшем были орошены массивы Сабаг (более 1000 га), Табушн (300-400 га), Дахана (100 га) и Вайротаг-2 (около 200 га) в Горной Матче и Похут, Парз, Сангистан, Конзар, Дашти Сояру, Каргтуда в Айнинском районе [Куцур, Стамов, 1981; Ямпольский, 1984; Крюков, 1989; Аброров, Кобушев, 2018]. Также, площадь орошаемых земель была расширена в течение 70-х и 80-х годов XX века из-за установки новых водонасосов и строительство каналов. В Айнинском и Горно-Матчинском районах с помощью водонасосных станций орошали до 500 (см. табл. 1.6), а в городе Пенджикент с помощью каналов было орошено 10286 га земли. Необходимо отметить, что до 1970 г. протяженность каналов между хозяйствами составила 164,66 км, внутри хозяйств 2284 км, в том числе 384,25 км – облицованные каналы, 50,3 км – лотки и 46,1 км – трубы. Наряду с информацией о водоканалах Пенджикента в табл. 1.6 представлена сведения о водонасоснах Айнинского и Горно-Матчинского районов, так как в отдельных местностях воду приходится поднимать на более чем 200-300 м с помощью электронасосов.

**Таблица 1.6. Сведения о водонасосных станциях**

№	Наименование станции	Год сдачи в эксплуатацию	Мощность насоса:		Площадь орошения, га
			м <sup>3</sup> /сек	м <sup>3</sup> /час	
1.	Сангистан	1977	350	1260	143
2.	Варз-1 и 2	1978	300	1080	110
3.	Устообид	1987	200	720	140
4.	Каргтуда	1988	200	720	70
5.	Оббурдон	1990	200	720	37
	Всего				500

*Источник: Аброров, Шерматов, 2010.*

Естественно, природные условия оказывают значительное влияние на размер и структуру сельскохозяйственных культур БРЗ, где существует

92,2% малопродуктивных пастбищ. В Зерафшанском бассейне различные климатические условия и высота расположения административных районов, которые находятся в данной долине приводят к разнообразию производства сельскохозяйственной продукции. Согласно полученным данным [Нарзикулов, Поляруш, 1961; Курцер, Стамов, 1981; Ямпольский, 1983; Мухаббатов, 1999; Мухаббатов, Умаров, 2009; Аброров, Кобулиев, 2018] доля орошаемых культур в среднем по долину распределяется следующим образом: по городу Пенджикент – 65,4%, и 59,7%; по Айнинскому району – 94,1% и по Горно-Матчинскому району – 96,1%. Необходимо отметить, что сады, виноградники и другие многолетние деревья в основном выращиваются путем орошения в районах Айни и Горно-Матча.

Из-за сложного рельефа и узкой и глубиной долины в БРЗ расширения орошаемых сельскохозяйственных земель очень трудно. В то же время в благоприятных для сельского хозяйства условиях Истаравшанской зоне РТ имеется более значительные массивы поливных и пахотных земель для ирригации. Но, из-за нехватки водоресурсов, из 132 тыс. га орошаемых земель орошаются около 30 тыс. га. Ввиду этого, за счет водоресурсов верховья БРЗ есть возможность и необходимость орошения залежных земель вышеуказанной зоны. Согласно проекту [Схема переброски части..., 1984], который был обработан во время бывшего СССР, орошение будет осуществляться через туннель из хр. Туркестан т.е., вода из водохранилища будет подаваться через названный хр. на северные районы.

Если в будущем общая посевная площадь в зоне Истаравшана будет увеличена на 100 тыс. га, то норма орошения составляет примерно 8500 м<sup>3</sup>/га и объем годового расхода для этих земель будет равен 850 млн м<sup>3</sup> [Ministry of Energy..., 2005; Normatov, Petrov, 2005; Наврузов, 2008; Рахимов, 2010; Петров, 2012; Рахмонов, 2012]. При таком эффективном управлении стоком существующее распределение воды не меняется, но это требует строительства плотины с водохранилищем необходимой для многолетнего регулирования стока. Также для эффективно-рационального использования воды р. Зерафшан как в энергетических и так в ирригационных целях, за счет строительства высоких плотин с водохранилищем требуется многолетняя регулирования стока. Согласно расчетам, для гарантированного удаления из р. Зерафшан в ее верхнем и среднем течении с объемом потока 850 млн м<sup>3</sup> требуется водохранилище объемом около 1,5 км<sup>3</sup> и для этого нам нужно построит плотину высотой 150 метров. Такие туннели будут использоваться не только для энергетических, а также для ирригационных целях. Использование энергии стока р. Зерафшан осуществляется путем строительства одной ГЭС непосредственно в плотине и каскада деривационных ГЭС на выходе из туннеля в Истаравшанскую зону [Петров, Ахмедов, 2011].

#### **1.4. Экономический потенциал гидроэнергетических ресурсов реки Зерафшан и ее притоков, и перспективы их развития**

Известно, что РТ обладает огромными запасами гидроэнергетических ресурсов, которые оцениваются в 527 млрд. кВт·ч. в год. В техническом плане гидроэнергоресурсы Таджикистана имеют хорошие перспективы для развития и состоят из 317 млрд. кВт·ч в год из которых до настоящего времени использованы только 5%. Среднегодовая выработка электроэнергии в таджикской энергосистеме, состоящей в основном из гидроэлектростанций, составляет 16,5 млрд. кВт·ч. По-своему гидроэнергетическому потенциалу Таджикистан занимает 8-ое место в мире, после Китая, России, США, Бразилии, Заира, Индии и Канады [Ministry of Energy..., 2005; Рахимов, 2010]. По оценке международных финансовых институтов, РТ является одной из шести ведущих стран мира по производству «зеленой энергии», т.е. сегодня доля экологически чистой энергии составляет 98% от всей употребляемой энергии в республике. При эффективном использовании этих ресурсов, регион может быть обеспечен недорогой и экологически чистой энергией. Гидроэнергетический потенциал в основной сосредоточен в бассейнах рек Вахш, Пяндж, Бартанг, Гунд, Зерафшан, Обихингоу, Сурхоб, Ванч, Язгулям и Памир.

К концу 80-х годов гидроэнергетика республики достигла высоких результатов. Выработка электроэнергии на душу населения выросла до 3000 кВт·ч. в год, что было выше средневропейского уровня. При тарифе 1,0-1,1 цента за кВт·ч общая экономическая прибыль гидроэнергетики, была равна в среднем 227,12 млн. долл. в год. Также с целью электроснабжения горных труднодоступных населенных пунктов, согласно полученным данным [Петров, Ахмедов, 2011; Петров, Халиков, 2007] в эксплуатацию было дано более 25 малых ГЭС мощностью от 100 кВт до 1500 кВт и более 40 микроГЭС мощностью от 5 до 100 кВт.

Энергетической программой [Ministry of Energy..., 2005], разработанной в начале 80-х годов XX века, намечалось еще большее развитие энергетики Таджикистана за счет строительства крупных ГЭС. Этой программой предусматривался ввод новых мощностей в размере 22,4 тыс. МВт, с соответствующим приростом выработки 86,8 млрд. кВт·ч в год, то есть 5-кратное развитие энергосистемы.

Важно заметить, что в перспективных планах развития гидроэнергетики РТ важное место занимает энергетический потенциал водных артерий БРЗ, которое согласно расчетам [Абдураимов, 2000; Нурмахмадов, 2005] составляет – 11,8 млрд. кВт·ч.

Согласно полученным данным [Рахимов, 2010] развитие гидроэнергетического потенциала водных артерий БРЗ как экономически привлекательными и технически обоснованными осуществится:

- р. Зерафшан (6 – гидроэлектростанций, общей мощностью 640 МВт);
- р. Фандарья (4 – гидроэлектростанции, общей мощностью 510 МВт);
- р. Матче (5 – гидроэлектростанций, общей мощностью 500 МВт).

В среднем и нижнем участках основные притоки р. Зерафшан – р. Матча течет среди террас небольшой ширины (до 1,5 км у селения Айни) на дне

глубокого каньона с отвесными стенами. Это типичная горная река со стремительным и бурным течением, с падением до 9 м на км. Долина заселена большим числом мелких селений, расположенных на террасах и пологих склонах вдоль реки до отметки 2500 м. Участок реки используется в трех ступенях – Обурдонской, Даргской и Сангистанской ГЭС [Рахимов А.Р., 2010]. В состав сооружений трех ГЭС входят водозаборные плотины с подъемом воды на высоту каньона, деривационные туннели большой протяженностью и здания ГЭС.

Среднегодовая гидроэнергетическая мощность один из самих больших притоков Зерафшана - реки Фандарья составляет 869 МВт с возможностью производства 7482 млн. кВт·ч/год. Использование гидроэнергетического потенциала р. Фандарья возможно одной ступенью – Фандарьинской ГЭС, которая в перспективе будет работать на зарегулированном стоке в Искандеркульском и Ягнобском водохранилищах.

Основные источники р. Фандарья – реки Ягноба и Искандардарья имеют гидроэнергетический потенциал мощностью, 430 МВт, среднегодовая энергия 3368 млн. кВт·ч, и 270 МВт, 2364 млн. кВт·ч/год соответственно.

На собственные нужды Таджикистан пока использует менее 20% стока, формирующегося на его территории, что равно 11% от среднегодового стока бассейна Аральского моря. Это указывает на наименьшее в регионе отрицательное экологическое воздействие на водные ресурсы, поскольку большая их часть идёт транзитом к нашим соседям. По сути, нашей водой пользуются именно они.

В этой связи Таджикистан вправе распоряжаться своими водными ресурсами так, как того требует его национальные интересы. Кроме того, строительство ГЭС на реки Кафарниган, Зерафшан и других небольших реках Памира требует суточного регулирования стока, небольших по размеру бассейнов суточного регулирования стока и ничтожных площадей затопления. При этом ГЭС на перечисленных реках с водохранилищами при них будет создано около 20, тогда как в Узбекистане водохранилищ около 70, в Кыргызстане свыше 40, а в Казахстане более 200 [Сарсембеков, Нурушев и др., 2004; Валентин, Оролбаев и др., 2004.].

Сейчас, когда все республики ЦА стали независимыми, национальные интересы доминируют над региональными. В результате и водные ресурсы и гидроэнергоресурсы в целом используются с гораздо меньшей эффективностью, чем в былые времена. Рациональное же использование региональных водных и гидроэнергетических ресурсов возможно при соблюдении национальных интересов сторон, понимании общей выгоды и общего участия в международных программах по эффективному регулированию водных проблем.

В качестве объектов перспективы освоения гидроэнергоресурсов схемными проработками был намечен целый ряд объектов. На основе доступной информации [Петров, Ахмедов, 2011] в таблице 1.7. представлены ряд таких объектов и их параметров.

**Таблица 1.7. Приоритетные проекты освоения гидроэнергоресурсов бассейна реки Зерафшана**

№	Наименование	Параметры			
		Мощность, МВт	Выработка ТВт·ч/год	Напор, м	Полезный объём водохранилища, км <sup>3</sup>
Каскад ГЭС на реке Зерафшан					
1.	Вишкентская	160	0,96	40	0,02
2.	Яванская	120	0,18	80	0,02
3.	Дупулинская	200	1,0	90	1,6
4.	Пенджикентская-1	50	0,27	40	0
5.	Пенджикентская-2	45	0,25	46	0
6.	Пенджикентская-3	65	0,36	69	0
	Всего	640	3,02	-	1,64
Каскад ГЭС на реке Фандарья					
1.	Искандеркульская	120	0,77	80	0,45
2.	Ягнобская	150	0,97	150	0,3
3.	Раватская	50	0,3	40	0,02
4.	Захматобадская	190	0,14	25	0,01
	Всего	510	2,18	-	0,78
Каскад ГЭС на реке Матча					
1.	Матчинская	90	0,56	180	0,8
2.	Риамутская	75	0,46	110	0,35
3.	Обурдонская	65	0,35	80	0,02
4.	Даргская	-	-	85	0,02
5.	Пахутская	130	0,75	85	0,02
6.	Сангистанская	140	0,90	80	0,02
	Всего	500	3,02	-	1,23
	Итого	1650	8,22	-	3,65

Таким образом, с целью освоения гидроэнергетических ресурсов реки Зерафшан в настоящее время ведутся интенсивные проектно-изыскательские работы. Схема хозяйственного освоения р. Зерафшан, в том числе её горной части уже достаточно долгое время является предметом постоянного рассмотрения. Реки Зерафшана на территории Таджикистана практически не используется как в энергетическом, так и в ирригационном отношении. За все прошедшее время на ней вместе с ее притоками было построено 26 малых ГЭС и общей мощностью 3,369 МВт перспективен энергопотенциал водных артерий БРЗ [Ministry of Energy..., 2005; Кошлаков, Бабаев и др., 1998; Рахмонов, 2012]. Потенциальные ресурсы гидроэлектроэнергии некоторых

притоков (расположения в административных районах) р. Зерафшан показаны в таблице 1.8.

**Таблица 1.8. Ресурсы потенциальной гидроэлектроэнергии некоторых притоков реки Зерафшан**

Название	Длина, км	Наклон, м	Среднее годовое расход, м <sup>3</sup> /сек	Средняя годовая энергия, тыс. кВт/ч	Среднее годовые эффективность, млн. кВт/ч
<b>Горно-Матчинский район</b>					
Туро	12,7	920	2,07	10,1	94
Ярм	11,1	1240	1,48	11,1	97,2
Демнора	19,6	1520	3,0	24,1	110
Джиндон	18,8	1560	1,61	12,1	105
Сабаг	25,9	1160	3,0	15,7	137
Рухшиф	15,8	1940	2,74	25,0	219
Гузн	19,8	2250	3,42	27,2	204
<b>Айнинский район</b>					
Фандарья	24,5	2220	61,1	396	3470
Тагобикуль	19,8	1370	2,83	17,1	150
Хазорчашма	12,4	1620	1,70	10,8	94,2
Пиндар	12,3	1300	1,64	12,8	112
Джижикурут	17,4	1200	1,59	14,9	130
Габерут	10,1	1520	0,84	4,14	36,3
Искандердарья	24,0	544	21,1	106	927
Саратаг	34,0	1740	13,5	68,5	560
Пасруд	28,4	1590	4,68	13,8	121
<b>Город Пенджикент</b>					
Сармад	22,6	1660	1,52	9,15	80,2
Артуч	17,14	1460	1,26	8,65	75,8
Магиян	68,4	2520	8,65	76,5	670,0
Шинг	14,2	402	5,89	20,0	176,0

Как видно из рисунка 1.8, большая часть гидроэнергоресурсов БРЗ находятся в верхнем ее течении. Поэтому для строительства ГЭС в горных районах Айнинский и Горно-Матчинский существуют больше возможностей и условий, чем в городе Пенджикенте. План использования гидроэнергии р. Зерафшан и воду в ирригационных целях для северных районов РТ (Истаравшан, Деваштич и Шахристан) разрабатывались с бывшего СССР. Особенно, с этой целью в период 1984-1988 гг. Союзводпроект ММиВР бывшего СССР подготовило проект [Схема переброски части..., 1984]. Быстрое развитие сельского хозяйства в жарке и засушливом климате, где возможно орошаемое земледелие и быстрый рост населения, в последние годы восьмидесятых годов прошлого века, привело к необходимости



регулирования водотоков для орошения. В то же время для продления проекта в 1994 году был запланирован строительство каскада ГЭС общей мощностью 150-300 МВт [Рахимов, 2010; Петров, 2012; Рахмонов, 2012]. Вышеназванный проект был направлен на улучшение обеспечения населённых пунктах северного склона хр. Туркестан питьевой водой, освоение неполивных земель, а также на обеспечение населения дополнительными рабочими местами в северных районах республики.

Следует отметить, что даже после осуществления данного проекта набор воды из р. Зерафшан на территории РТ составлял бы незначительный процент от годового стока реки. Наиболее приоритетным проектом в настоящее время является проект Обурдонского комплекса. Проект предусматривает строительство в районе соя Обурдон, на участке, расположенный напротив Истаравшанской зоны, ирригационно-энергетический гидроузел. В состав этой ирригационно-энергетического гидроузла входит: плотина с водохранилищем многолетнего регулирования, ирригационный напорный туннель, подающий воду через Туркестанский хребет в Истаравшанскую долину. На выходе туннеля в Истаравшанскую зону сооружаются магистральные и распределительные каналы; каскад деривационных гидроэлектростанций, суммарной мощностью 192,16 МВт.

Ныне одной из актуальнейших проблем современности является глобальное изменение климата [Будыко, 1980] и адекватное поведение компонентов экосистемы к таким изменениям. Учитывая особую уязвимость секторов жизнедеятельности человека, в частности сельского хозяйства и гидротехнического строительства, к малейшим колебаниям климатических факторов и чрезвычайных факторов природного и гидрометеорологического характера при планировании перспективы их развития необходимым условием является учет климатических факторов и разработка механизмов адаптации к ним. Для стран верховья, где формируется основная масса водных ресурсов, в условиях климатических изменений проблема состояние ледников, как основных источников водоснабжения всей ЦА, является актуальным.

При наличии такого богатого энергетического потенциала, подвешенная к БРЗ Согдийская область испытывает огромный дефицит электроэнергии - 3-4 млрд. кВт·ч в год, который, в свою очередь, покрывается за счет электроэнергии из других регионов республики. Сегодняшняя ситуация безусловно не удовлетворяет потребностям Таджикистана. Это особенно очевидно, если учесть большой прирост численности населения республики, а также наличие большого массива плодородных неосвоенных земель, подвешенных к верхнему течению р. Зерафшан. Необходима принципиальная переработка схемы хозяйственного использования р. Зерафшан, учитывающая сегодняшнее экономическое положение Таджикистана и в то время не ущемляющая интересы потребителей, расположенных в нижнем ее течении на территории РУ. Как показывает анализ, такое взаимное сочетание интересов вполне достижимо путем строительства каскада гидроэлектростанций с регулированием стока реки.

В условиях зоны формирования водных ресурсов ЦА, в странах верховья – Таджикистан и Кыргызстан, для комплексно-рационального использования водных артерий строительство водохранилищ имеет важное энергетическое и экономическое значение. Потому что, водохранилище прежде всего решает две актуальные проблемы: накопление большого количества воды и дает возможность строительства гидроэлектростанций. Во-первых, обеспечивает неполивных земель водой и регулирует разделения воды на орошаемых земель и речных сток. Во-вторых, гидроэлектростанции при водохранилищах производят электроэнергию, обеспечивая все отрасли хозяйств и население. С учетом этих проблем в РТ до сих пор было построено несколько водохранилищ: «Бахри точик», Нурек, Сангтуда-1, Сангтуда-2, Сельбур, Муминабад, Фарход, Даханасай и, продолжается строительство других водохранилищ.

Естественно, возведение любых искусственных объектов приводит к нарушению естественных условий и функционирования компонентов экосистемы и необходимости их адаптации к новым условиям. Следовательно, при любых вмешательствах к естественным режимам деятельности окружающей среды должно строго учитываться экологические требования. В случае строительства ГЭС с водохранилищем путем перекрытия естественного течения наряду с экологическими требованиями возникает необходимость учета и эколого-экономического индекса энергетического объекта.

В настоящее время для определения критериев эффективности гидротехнических сооружений с водохранилищами широко применяется метод, основанный на оценки ключевых параметров, таких как установленная мощность и производство электроэнергии на ГЭС в зависимости от площади территории для строительства ГЭС. В качестве показателя эколого-экономической эффективности ГЭС используется соотношение мощности и выхода электроэнергии к единице площади территории (га). Критерия эффективности гидротехнических сооружений с водохранилищем представлено в таблице 1.9.

**Таблица 1.9.** Показатель эколого-экономической эффективности ГЭС с водохранилищем

Эколого-экономический индекс эффективности ГЭС	По отношению мощности ГЭС к площади (МВт/га)	По отношению производства электроэнергии к площади (ТВт/га)
Средне для ГЭС площадью для строительства меньше 100 тыс. га	0,123	0,406

С использованием данных из табл. 1.10 производилась оценка эффективности Нурекского и Рогунского ГЭС с водохранилищами.

**Таблица 1.10. Оценка эффективности ГЭС с водохранилищами**

Название	P МВт	W(10 <sup>2</sup> ) млрд. кВт·ч	S тыс. га	A тыс. га	M тыс. чел	Индекс эффективности			
						P/S (МВт/га)	W/S (ТВт/га)	P/A (МВт/га)	W/A (ТВт·ч/га)
Братск	4500	22,6	548,0	357,3	70,0	0,008	0,041	0,012	0,063
Чарвак	620	2,2	4,1	2,7	9,18	0,13	0,436	0,225	0,750
Токтогул	1200	4,4	31,9	-	29,3	0,038	0,128	-	-
Нурек	2700	11,2	21,5	0,2	1,50	0,126	0,522	13,50	56,000
Рогун	3600	17,1	17,0	6,800	16,0	0,212	0,782	0,529	1,956

*P* - мощность ГЭС; *W* - производство электроэнергии; *S* - площадь для возведения ГЭС; *A* - площадь сельскохозяйственных земель; *M* - количество людей, переселяющих из территории строительства ГЭС.

Для сравнения в табл. 1.11 обобщены эколого-экономические индексы эффективности крупных ГЭС с водохранилищами.

**Таблица 1.11. Эколого-экономические индексы эффективности крупных ГЭС с водохранилищами**

Индекс эколого-экономической эффективности ГЭС	P/S (МВт/га)	W/S (ТВт/га)
<i>G</i>	0,123	0,406
Братск	0,008	0,041
Чарвак	0,130	0,436
Токтогул	0,038	0,128
Нурек	0,126	0,522
Рогун	0,212	0,782

*G* - среднее значение эффективности для ГЭС площадью 100 тыс. га; *P* - мощность ГЭС; *S* - площадь для строительства ГЭС.

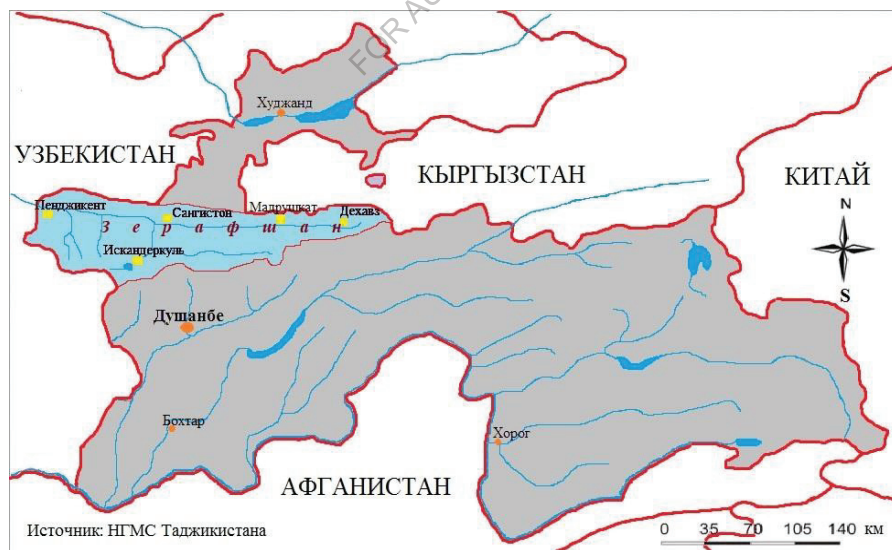
В результате проведенных исследований установлено, что БРЗ характеризуется наличием богатого энергетического потенциала и возможностью орошения дополнительных сельскохозяйственных угодий в таджикской части Ферганской долины. Существование потенциальных рисков, связанных с водными факторами, стимулирует поиск путей и механизмов, позволяющих значительно снизить воздействие стихийных бедствий, и разработать рычаги управления такими явлениями для защиты и предохранения будущих промышленных и горнодобывающих объектов и гидротехнических сооружений.

## ГЛАВА II. ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ И ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ

### 2.1. Динамика изменения и локальное распределение основных климатических параметров бассейна

Климат БРЗ имеет свои особенности, и он относится к континентальному субтропическому типу. Метеоусловия гор оказывают прямое воздействие не только на природные ресурсы и окружающей среды, но также на организм человека. Исследования медиков показали, что в горных условиях можно успешно лечить ряд легочных, сердечно-сосудистых и других заболеваний. Разница в высоте в этом регионе отражается на климате. Между плоскими долинами и вершинами наблюдается небольшая разница при умеренном зимнем климате и это не случайно. Влажность воздуха, поступающий с запада на восток, является основным источником атмосферных осадков. Тем не менее, количество осадков и температуры воздуха зависят от сезона, природы рельефа, от пробегая в регионе с запада на восток.

Данные мониторинга основных климатических параметров БРЗ за период с 1931 по 2017 гг., включает около 6000 записей значений температуры и атмосферных осадков, определяющие динамику их изменения. Метеостанции бассейна: Пенджикент – 850; Сангистон – 850; Искандеркуль – 850; Мадрушкат – 850; Дехавз – 850, Шахристан – 850 и Анзоб – 850.



*Рис. 2.1. Карта расположения метеостанций БРЗ*

Представлены результаты мониторинга климатических условий БРЗ на метеорологических станциях Пенджикент, Сангистан, Искандеркуль, Мадрушкат и Дехавз. Выбор метеостанций расположенные на разные высоты относительно уровня моря обусловлен двумя важными факторами: 1) охват при мониторинге климатических особенностей БРЗ и 2) исследование высотной зависимости количества атмосферных осадков и температуры воздуха в БРЗ.

Исследования климатических колебаний основываются прежде всего на данных непосредственных наблюдений метеорологических станций и гидрологических постов. Поэтому, для мониторинга и изучения климатической характеристики бассейна реки Зерафшана можно использовать архивные данные 7 метеостанций, в том числе четыре из них (Пенджикент, Сангистан, Мадрушкат и Дехавз) расположены вдоль самой реки. Кроме того, еще три метеостанции расположены на другие регионы БРЗ: Фанские горы – на берегу озера Искандеркуль (Искандеркуль), Анзобский перевал (на юг) и Шахристанский перевал (на север). Основные климатические показатели БРЗ в зависимости от высоты метеостанций (Пенджикент, Сангистан, Искандеркуль, Мадрушкат и Дехавз) обобщены в табл. 2.1.

**Таблица 2.1.** Основные климатические показатели БРЗ по метеорологическим станциям

Название станции	Высота, м	Дата открыт.	Средняя температура воздуха, °С			Абсолютная температура воздуха, °С		Среднее годовое осадков, мм
			I	VII	Год	max	min	
Пенджикент	1015	1879	0,32	25,2	12,8	41,2	-25,2	432
Сангистан	1521	1932	-0,7	23,6	11,6	39,8	-20,3	237
Искандеркуль	2204	1929	-4,8	17,7	6,8	39,9	-25,1	312
Мадрушкат	2254	1932	-3,7	18,3	7,7	36	-22,6	239
Дехавз	2564	1928	-6,9	15,0	4,4	41,3	-24,8	327
Шахристан	3143	1933	-9,4	10,9	0,6	36,6	-29,4	475
Анзоб	3379	1939	-12,9	9,4	-1,8	25	-29,4	463

Как ясно из табл. 2.1, абсолютные максимальные и абсолютные минимальные температуры воздуха в метеостанции Дехавз, которая расположена на высоте более 1500 м, по сравнению с метеорологической станцией Пенджикент, выше и ниже, чем показатели этой метеостанции. Многолетние наблюдения метеостанции Дехавза показывают, что в период 1950-2017 гг. абсолютные положительные температуры воздуха колеблются между 20-35°C и абсолютные отрицательные температуры от -10 до -20°C. Однако, по многолетним метеорологическим данным метеостанции Пенджикента, абсолютные максимальные и абсолютные минимальные температуры воздуха, изменяются между 36-40°C и от -8 до -15°C

соответственно. В целом, по многолетним наблюдениям метеостанции Дехавза, абсолютная положительная температура в 60-80-х годах прошлого века всегда была выше 35°C, и ее абсолютное максимальное значение в июне 1977 года достигла в 41,3°C.

Климат Зерафшанской долины в летний период, как в других регионах и территориях ЦА с субтропическими бескрайними пустынями отличается теплыми лучами солнца, теплой погоды и чрезмерной согревании воздуха. Но не везде региональный климат в горной местности отличается приятными изменениями. Климат Фан-Ягнобского ущелья и высот, которые включают в себя долину Зерафшан, окольцован двумя климатическими зонами: первое кольцо, маловлажная зима, теплый и стабильный климат, с маловлажным летом, теплая умеренная альпийская многоснежная зима. В первом цикле из деревень положенных вдоль всей реки (Реват, Такфон, Сарвода, Пинён, Зерафшан-2, Айни, Лянгар, Сангистан, Вешаб и т.д.), средняя температура января -2 – -10°C, июль +24 – +25°C, в среднем +14 – +16°C. Продолжительность температуры воздуха +2,5 – +3,5 три месяцев, суточная горячая температура 21,5 – 22,0°C. В Искандаркуль, Саратаг, Джижикурт, Анзоб, Магрёб средняя температура в январе -6 – -7°C, июле +18 – +20°C, а средняя ежегодная летняя температура +6,5 – +7,5°C, а наибольшая жара +32 – +36°C и предельно низкая температура -30 – -33°C. Из Анзоба к востоку деревни Магрёб, Пиндар, Такели и верхних деревен могут быть включены во втором климатическом цикле. Годовая температура в этом цикле -2°C - +10°C, в январе -4 – -15°C, летняя температура +8 – +10°C.

В табл. 2.2 показана среднемесячная значения температуры воздуха по многолетнему наблюдению (1931-2017 гг.) метеорологическим станциям Зерафшанской долины.

**Таблица 2.2.** Среднемесячная температура по наблюдениям метеостанциям бассейна реки Зерафшан

Название станции	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Пенджикент	0,1	1,8	6,8	13,1	18,1	22,9	25,2	23,6	18,8	12,5	6,5	2,1
Сангистан	-0,9	1,5	6,2	12,2	16,3	20,7	23,7	22,8	18,3	11,9	5,6	0,8
Искандеркуль	-5,1	-3,7	0,8	6,9	11,4	14,9	17,9	17,6	13,5	7,4	1,6	-2,7
Мадрушкат	-3,8	-2,2	2,3	8	12,1	15,4	18,4	18,4	14,3	8,2	2,3	-1,8
Дехавз	-7,1	-5,7	-1,4	4,2	8,8	12,2	15,0	15,1	11,5	5,4	-0,6	-4,9
Шахристан	-9,6	-8,8	-5,2	-0,1	3,7	7,9	10,9	10,4	6,6	1,3	-3,6	-7,3
Анзоб	-12,8	-11,7	-8,2	-2,7	1,5	6,1	9,5	9,2	5,2	-0,9	-6,3	-10,6

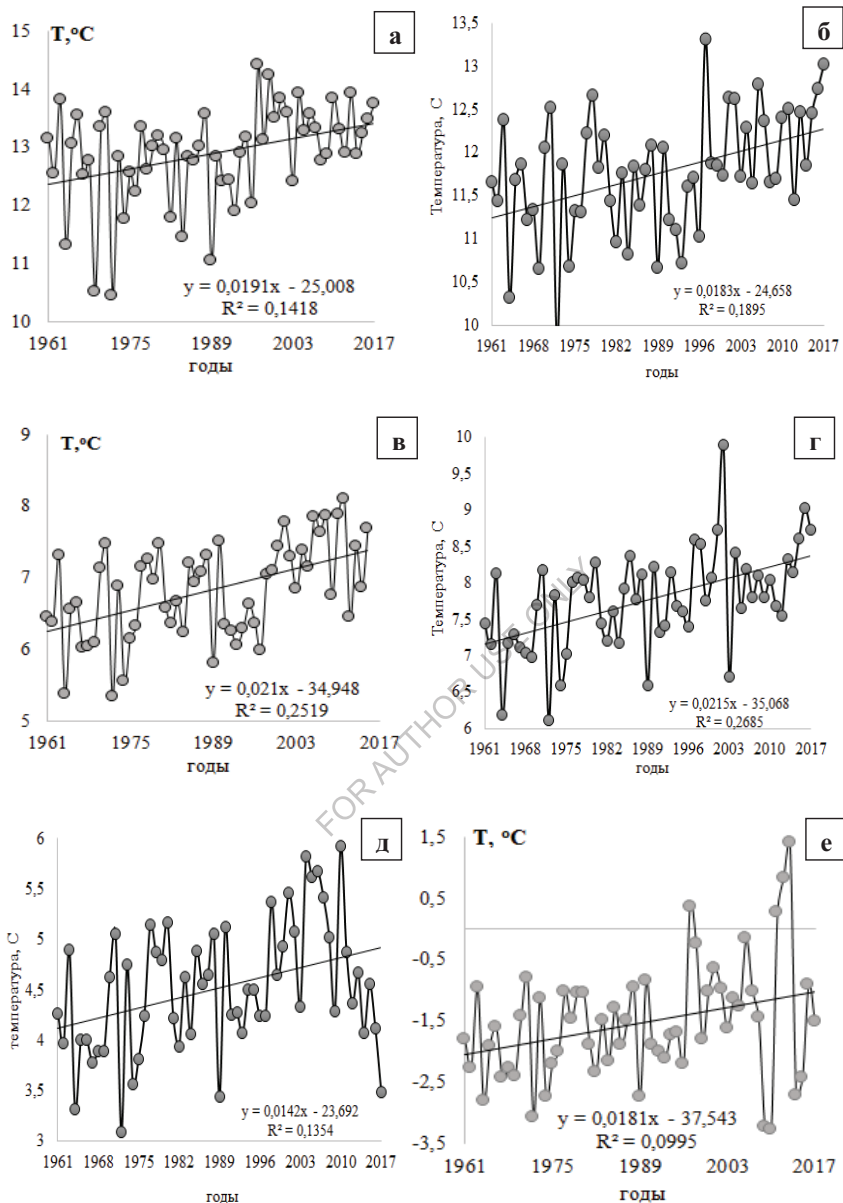
Как видно, из табл. 2.2 среднесуточная температура воздуха ниже 0°C в Пенджикенте не наблюдается. Однако, такая температура наблюдается в Сангистан один месяц (январь), в Искандеркуль и Мадрушкат три месяцев (зимний период), в Дехавз пять месяцев (ноябрь-март), в Шахристанском перевале шесть месяцев (ноябрь-апрель) и в Анзобском перевале семь

месяцев (октябрь-апрель).

Субумеренная температура колеблется от 0-5 до 10-15°C, и такие показатели наблюдаются в Панджакенте в март-май и октябрь-декабрь месяцев, для Сангистана в течение того же периода, а в Искандеркуле и Мадрушкате продолжительность такой температуры более шести месяцев. Если температура колеблется от 16°C до 24°C, то это нормальная погода для здоровья населения, и этот показатель в Пенджикенте и Сангистане длится в четыре месяца: с мая по начало октября. Температура выше +25-27°C, которая для горных районов более жарко, наблюдается редко в долине Зерафшан. Однако полуденные температуры в июне и августе месяцев в Пенджикенте и Сангистане превышают этот показатель, которая длится 2-3 часа.

Сложность рельефа привела к тому, что часть вышеуказанного бассейна, межгорные долины, высоты гор и хребты характеризуются климатическими условиями. С этой точки зрения климат меняется и отличается с запада на восток и с севера на юг от склонов гор до их вершин. Если ровные долины и склоны гор и хребтов имеют раскалённое лето, в то же время вершины характеризуются «вечными холодом». Поэтому температура в этой долины тесно зависит от высоты местности. Среднемесячная температуры воздуха в январе составляет в Пенджикенте -0,3°C, в Сангистане – -0,7°C, в Дехавзе – -6,9°C, а на Шахристанском и Анзобском перевалов она достигает уже -9,4...-12,9°C. В западной и средней частях Зерафшанской долины самым теплым месяцем считается июль, в это время в Пенджикенте температура воздуха +25,2°C, в Сангистане - +23,6°C. В восточной части названной долины самыми теплыми месяцами считаются июль и август, в это время температура воздуха в Мадрушкате +18,3°C, в Дехавзе – +15,0°C. На Шахристанском и Анзобском перевалов самым теплым месяцем считается июль и в это время температура воздуха здесь достигает всего +10,9 ... +9,4°C соответственно.

На рис. 2.2 представлены среднегодовые значения температуры воздуха, измеренные на метеорологических станциях, расположенных на различных абсолютных высотах.



**Рис. 2.2.** Среднегодовые значения температуры по метеорологическим станциям Пенджикент (а), Сангистан (б), Искандеркуль (в), Мадрушкат (г), Дехавз (д) и Анзоб (е) бассейна реки Зерафшан



Анализ рисунков 2.2 показывают, что температуры воздуха увеличилась во всех районах БРЗ с 1961 по 2017 годы и, конечно, эта тенденция тесно связана с глобальным потеплением климата. Рисунок 2.2 (а) подтверждает, что по многолетним наблюдениям метеостанции Пенджикента повышение температуры является значительным, коэффициент линейного тренда равен 0,14. По сравнению с западом, в середине долины Зерафшан (в Сангистане), многолетняя среднегодовая температура еще выше, коэффициент линейного тренда составляет 0,19 (рис. 2.2, б). Из рисунка 2.2 (в) видно, что температура воздуха в Фанских горах т.е., районы окрестности озера Искандеркуль, неуклонно растет в течение периода 1961-2017 гг. и здесь коэффициент линейного тренда равен 0,25. Рис. 2.2 (г) показывает, что температура воздуха в Мадрушкате выше, чем в других метеостанциях, коэффициент линейного тренда здесь равняется 0,27. Как рисунок 2.2 (в), так и рисунок 2.2 (г) подтверждают, что температура воздуха в БРЗ выше, чем в других высотах. Выше, чем метеостанции Мадрушката в Дехавзе тенденция повышения температуры в период 1961-2017 гг. имеет умеренную тенденцию со значением тренда 0,13 (рис. 2.2, д). Из рисунка 2.2 (е) видно, что повышение температуры воздуха на высоте выше 3000 м ниже, чем в нижние зоны, и тенденция к увеличению тренду в Анзобе составляет 0,09.

Здесь надо отметить, что на территории верховья БРЗ самым холодным годом был 1972 г., когда среднегодовая температура опустилась на 1,3°C ниже нормы. Кроме того, за период наблюдения более холодный воздух был зафиксирован в следующих годах, такие как 1954, 1957, 1964, 1989 и 2017 гг. Теплые периоды для данной территории: 1977-1980 гг., 1985-1988 гг., 1997-2002 гг. и 2006-2008 гг. Самый теплым за период исследования был 2007 год, в который среднегодовая температура воздуха превысила норму на 1,4°C. За период 1950-2015 гг. на метеостанции Дехавз более жаркие годы были 1956, 1977, 1980, 1997, 1998, 2001, 2002, 2004, 2006, 2007 и 2010 годов (см. также рис. 2.2).

В Фанских горах, по сравнению с верховья БРЗ, картина колебания и отклонения среднегодовой температуры воздуха от нормального значения отличается: до начала 2000-х годов число холодные и годы без изменения увеличили, а затем количество теплые годы выпростывается. Например, только в первые двадцати лет текущего века были зафиксированы две теплые периоды подряд, каждый из которых составляет шесть лет: 1997-2002 гг. и 2006-2011 гг. За весь период наблюдений самыми теплыми были 1957 и 1971 гг., когда среднегодовая температура воздуха превысил норму на 1,7 и 1,4°C, соответственно. Зафиксированно шесть продолжительных холодных периодов, один 6 лет (1991-1996 гг.), другой 4 года (1981-1984 гг.) и остальные 3 года (1950-1952 гг., 1960-1962 гг. и 1974-1976 гг.). Для Искандеркуля самыми холодными годами были 1964 и 1972, когда температура воздуха опустилась на 1,5°C ниже нормы.

Таким образом, по температурному режиму на таджикской части Зерафшанской долины происходит переход от климата сухих субтропиков –

в Ферганской долине (северная часть РТ), полупустынь – в узбекской части Зерафшана и Каракорума (Туркменистан) к климату полярных стран (арктическому) – в высокогорном поясе. Исходя из температурных условий в летний период, выделяют три тепловых зон, границами которых принимают изотермы средней температуры июля.

Другие основные климатические параметры определяются в основном, атмосферными осадками, орографическими условиями и циркуляцией атмосферы. На усиление циклонических осадков оказывает заметное влияние высота и ориентация гор. Основное количество атмосферных осадков, выпадающих на территории Зерафшана, приносится воздушными массами со стороны Атлантического океана, Средиземного моря и Индийского океана. Для них характерна большая изменчивость от года к году, наличие очень засушливых или влажных периодов. Воздушные массы, насыщаясь влагой за счет испарения, при продвижении над озером, оставляют ее на склонах окружающих хребтов, так циркулируется вода. Здесь преобладают восходящие воздушные потоки, происходит конденсация влаги и выпадение осадков.

На табл. 2.3 показана среднемесячное количество атмосферных осадков по многолетним наблюдениям (1931-2017 гг.) метеостанций БРЗ.

**Таблица 2.3.** Среднемесячное количество осадков по многолетним наблюдениям метеостанций БРЗ

Название станции	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Пенджикент	38	36	61	73	44	5	5	2	6	26	25	36
Сангистан	10	12	28	45	40	12	9	3	5	20	1	14
Искандеркуль	16	19	47	66	47	15	14	6	4	23	17	20
Мадрушкат	8	9	25	46	44	21	18	8	6	15	8	10
Дехавз	10	12	30	59	58	34	28	13	11	28	15	12
Шахристан	24	29	54	72	76	41	37	18	14	29	25	26
Анзоб	43	42	62	73	67	30	25	10	11	31	35	45

Как видно, из табл. 2.3 количество атмосферных осадков в БРЗ уменьшилось и между месяцами неравномерно распределяется. По другим словам, в БРЗ ярким примером крайне неравномерного распределения осадков может служить Фан-Ягнобскую котловина, где их количество возрастает с запада на восток и с увеличением высоты. Засушливость западной части котловины вызвана тем, что здесь преобладают нисходящие обезвоженные воздушные потоки, которые, переваливая через хр. Туркестан и хр. Зерафшан, оставляют на их склонах основную часть влаги.

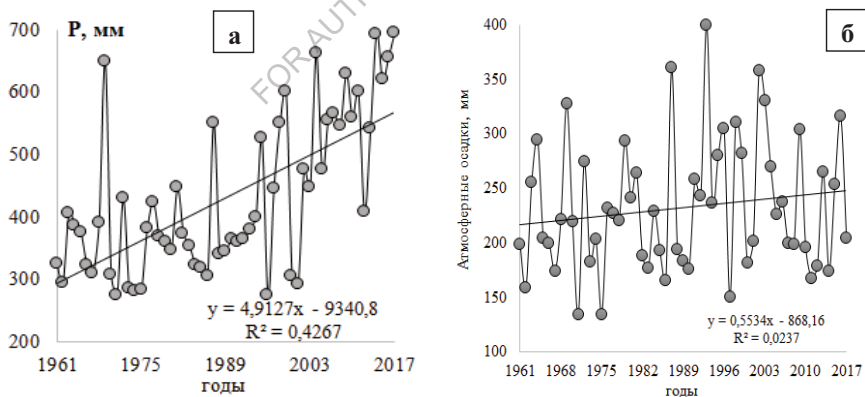
Среднегодовые значения количества осадков за период 1950-2017 гг. рис. 2.3 (см. таб. 2.1) показывают, что центральная часть Зерафшанской долины (между метеостанциями Сангистана и Мадрушката) действительно является одним из самых засушливых регионов Таджикистана. Среди

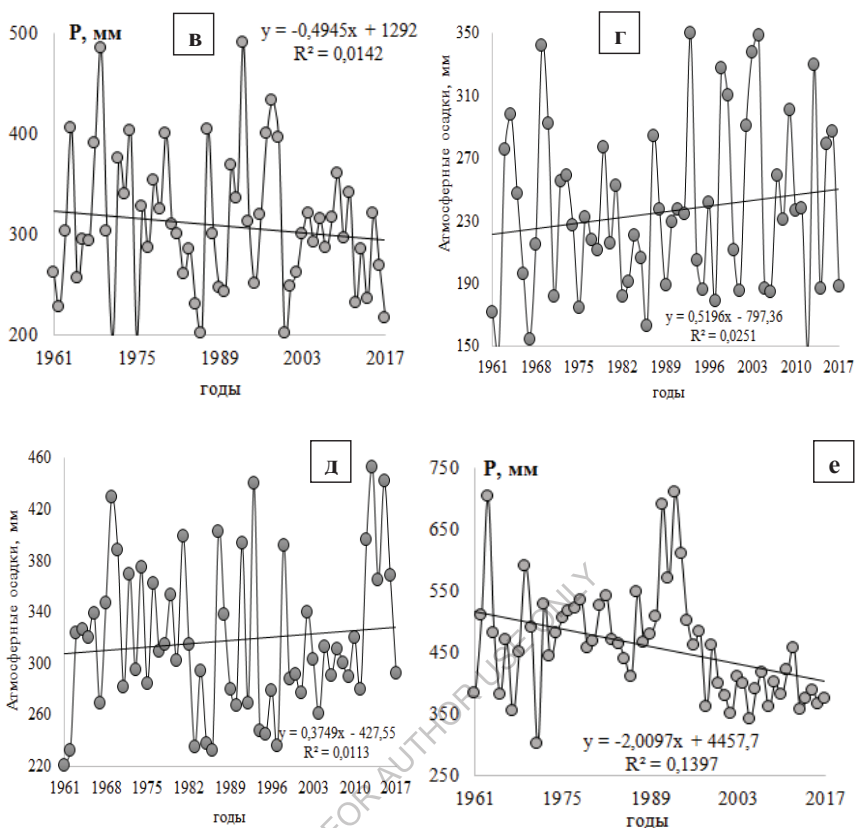
показателей метеостанций, которые расположены у БРЗ наименьшее многолетнее среднегодовое количество осадков было зафиксировано на метеостанции Сангистан (237 мм) и Мадрушкат (239 мм). В Зерафшанской долине количество осадков в год по западному гребню 430 мм и в восточном направлении составляет 320 мм. А в Фанские горы и верховьях БРЗ количество осадков намного выше в зимний период в виде снега.

В западной части бассейне (Пенджикент) количество осадков возрастает до 450-500 мм/год, а на склонах хребтов – до 650 мм/год. На востоке (Дехавз и Мадрушкат) выпадает 220-320 мм/год, а в отдельные засушливые годы не более 300-350 мм/год. Воздушные массы, насыщаясь влагой за счет испарения, при продвижении над озером, оставляют ее на склонах окружающих хребтов, оказывающих экранирующее влияние. Здесь преобладают восходящие воздушные потоки, происходит конденсация влаги и выпадение осадков.

В восточной же части долины в июне, июле, августе и сентябре выпадает мало количество осадков. В этой части долины и в Фанских горах при повышении температуры воздуха ускоряется таяние снегов и ледников, что способствует возникновению селей снегово-ледникового генезиса. Сезонное таяние снегов начинается на западе Зерафшанской долины в феврале-марте месяце, на востоке - в апреле-мае месяце.

На рис. 2.3 представлено значение среднегодовых количеств осадков по метеорологическим станциям Пенджикент, Сангистан, Искандеркуль, Мадрушкат, Дехавз и Анзоб.





**Рис. 2.3.** Среднегодовые значения атмосферных осадков по метеорологическим станциям Пенджикент (а), Сангистан (б), Искандаркуль (в), Мадрушкат (г), Дехавз (д) и Анзоб (е) бассейна реки Зерафшан

Как видно из рис. 2.3, годовое изменение количества осадков в разных регионах БРЗ неравномерны. Рис. 2.3 (а) показывает, что годовое количество осадков в Пенджикенте неуклонно увеличивается в течение периода 1961-2017 гг. с коэффициентом тренда 0,43. Рис. 2.3 (б) показывает, что в течение этого периода изменение годового количества осадков в Сангистане было меньше, с коэффициентом тренда 0,02, т.е., практически не изменилось. Из рис. 2.3 (в) видно, что в период с 1961 по 2017 год ежегодное значение атмосферных осадков в Искандаркулье уменьшилось, а тенденция снижения тренда составляет 0,01. Атмосферные осадки в Мадрушкат немного увеличилось, и тенденция увеличения тренда показывает 0,02 (рис. 2.3, г). В Дехавзе, расположенном к востоку и выше, чем Мадрушкат, количество осадков увеличилось за период 1961-2017 гг. с тенденцией к увеличению на 0,01 (рис. 2.3, д). Напротив, всем этим случаем, за этим периодом количество

осадков в Анзобе постепенно уменьшается, а тенденция уменьшения тренда снижается до 0,14 (рис. 2.3, е).

Таким образом, данные табл. 2.3 и рис. 2.3 подтверждают, что всеобщее потепление климата увеличило выпадение зимой осадков в виде дождя, что в дальнейшем может привести к уменьшению снегово-ледникового резерва и увеличению таяния ледников, вследствие чего на начальных периодах будет ускоряться процесс возникновения селевых потоков, а в дальнейшем - уменьшаться.

Горно-долинные ветры имеют локальную циркуляцию с суточной периодичностью, обусловленной различиями в нагреве и охлаждении воздуха над хребтом и над долиной. Днем долина и нижние части склонов нагреваются больше, чем вершины, и теплый воздух поднимается вверх по склонам, образуя ветер долины. Ночью холодный, тяжелый воздух стекает с горных склонов - горный ветер. Если долина дует плохо, воздух здесь застаивается и еще больше охлаждается. Весной горный ветер может вызвать понижения температуры, что опасно для цветущих садов.

Из-за узкого, глубокого и сложного рельефа Зерафшанской долины, среднемесячная скорость ветра в большинстве ее районов, кроме Пенджикентского ворота, невысокий. Надо отметить, что под влиянием сложного рельефа этой долины, здесь скорость ветра неравномерна. Например, среднегодовая скорость ветра в Пенджикентской равнины составляет 2,0 м/с, а в Шахристанском перевале достигает 4,7 м/с. В основном ветры с высокой скорости (более 15-20 м/с) наблюдаются в Пенджикенте, а также такие ветры в течение года наблюдаются в Сангистане более 25 дней и в Шахристанском перевале 50 дней. Однако, такие ветры в долинах Фанских гор и в бассейнах реки Киштут и Магиан не наблюдаются.

Для подтверждения этих слов в табл. 2.4 показана средняя максимальная скорость ветра (порыв) по многолетним измерениям (2010-2017 гг.) метеорологических станций БРЗ.

**Таблица 2.4.** Средняя максимальная скорость ветра по измерениям метеостанций бассейна реки Зерафшан за период 2010-2017 гг.

Название станции	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Пенджикент	2,2	2,0	3,7	5,8	7,6	11,9	12,5	11,6	8,6	6,8	3,4	2,9	6,6
Сангистан	3,9	5,3	6,7	7,2	6,6	5,7	6,6	6,3	7,0	6,5	5,2	4,7	6,0
Искандеркуль	6,7	4,0	3,5	4,6	3,7	3,3	3,5	3,3	3,9	4,4	3,9	4,3	4,1
Мадрушкат	8,5	9,2	10	10,0	9,6	10,2	9,4	9,1	8,6	8,4	8,6	8,5	9,2
Дехавз	7,3	7,7	7,6	7,7	7,3	7,2	7,0	6,8	6,6	7,3	7,4	7,5	7,3

Измерения скорости ветров в период 2010-2017, в Зерафшанской долине показывают, что самая высокая скорость ветра в Пенджикенте достигает 53 м/с, в Сангистане - 14 м/с, в Искандеркуле - 12 м/с, в Мадрушкате - 22 м/с и в Дехавзе - 17 м/с.

Таким образом, многолетние наблюдения изменения климатических параметров показывает, что как климат и так климатические условия не оказывают негативное влияния на развития путешествия, отдыха и туризма.

## **2.2. Климатогеографический анализ влияния климатических условий на водные ресурсы долины**

В начале 60-х годов XX столетия группой ученых было высказано опасение о вероятности крупного изменения глобального климата при сохранении современных тенденций развития энергетики и увеличения выбросов в атмосферу углекислого и других газов, создающих так называемый «парниковый эффект». В дальнейшем это предположение нашло много сторонников среди ведущих климатологов разных стран. Глобальное изменение климата, обусловленное «парниковым» эффектом, стало важнейшей международной и политической проблемой, охватывающей комплекс взаимодействия между климатическими, экологическими, экономическими, политическими, социальными и технологическими процессами [Курбонов, 2013 (2); Курбонов, Курбонов, 2014].

Согласно данным [Будыко, 1980; Курбонов, 2013] в конце 50-х годов XX-го века угроза изменения климата и повышения температуры приближалась. Рост средней температуры воздуха в РТ, составила 1,0-1,5°C. С 1961 по 1990 годы средняя температура в долинах страны выросла на 0,7-1,2°C. В горных и высокогорных районах рост температуры воздуха составляет 0,1-0,7°C, а в центральной территориям РТ и в окрестностях БРЗ – 0,1-0,3°C. В крупных городах температура резко возросла с 1,2° до 1,9°C из-за большого количества зданий, дорог, сооружений, транспорта, заводов и т.д.

Более значительны годовые отклонения осадков в горах и высокогорьях. По данным [Мирзохонова, Муминов и др., 2017] здесь отрицательные отклонения в основном составляют 10-20%, а положительные колеблются в пределах 10-20% в Дехавзе и до 50-100% в Мургабе. В аномально влажные годы осадков выпадает на 50-70% выше нормы в горах Центрального Таджикистана, до 60-115% в верховьях Зерафшана, Западном Памире и 120-155% на Восточном Памире.

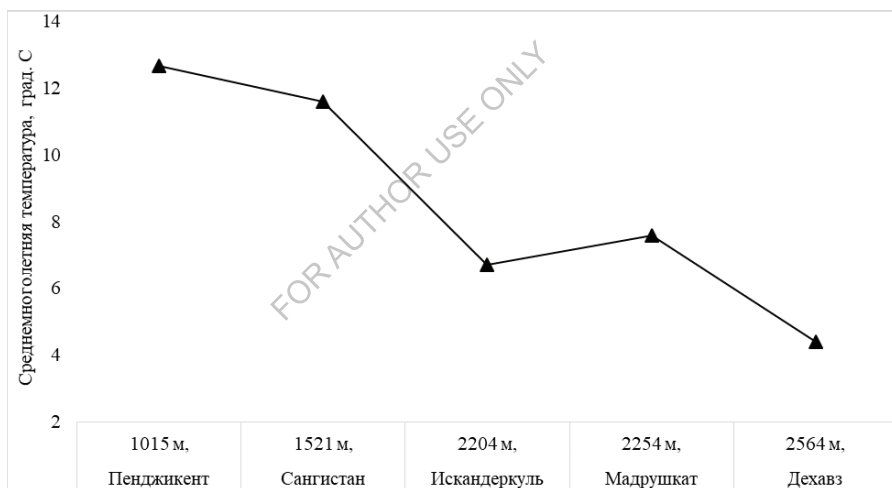
В настоящее время изменениям климатических условий и состоянием природной среды на всей территории Таджикистана непрерывно наблюдают 58 метеостанций и 126 гидропостов, которые составляют сеть гидрометеорологических наблюдений страны. Это также помогает развитию исследований по изменению климата, оценки его воздействия на окружающую среду и здоровье человека и интеграции Таджикистана в глобальную сеть наблюдений.

Климатические условия Зерафшанской долины в целом определяются географическим положением в средних широтах, в глубине ЦА, на большом удалении от океанов и морей, в окружении обширных пустынь, а также сложным высокогорным рельефом. Исходя из этого, характерными чертами климата являются: континентальность, небольшое количество осадков,

сухость воздуха, малая облачность, высокая солнечная радиация. Характерны также частые зимние оттепели и похолодания со снегопадами весной и осенью. Республику часто называют «солнечной» из-за большого количества солнечных дней в году (число дней без солнца в среднем равно 20-30 дням в году).

В Зерафшанской долине горный рельеф оказывает большое влияние на распространение воздушных масс и распределение атмосферных осадков. Большое влияние на климат оказывают воздушные массы, среди которых преобладают теплые и влажные западные массы воздуха. С их вторжением связаны значительная облачность, обложные дожди, грозы весной, снегопады и оттепели зимой.

В зависимости от географического расположения метеорологических станций климатические параметры меняются. Результаты многолетних наблюдений за изменением климатических условий не одинаковы. Например, на рисунке 2.4 показано изменение среднегодовой температуры воздуха в зависимости от высоты метеостанции.



**Рис. 2.4.** Зависимость изменения температуры воздуха от географической местности метеорологических станций

Из рис. 2.4 ясно, что с повышением географического местоположения метеостанции средняя температура в период 1931-2017 гг. стабильно понижается т.е., по вертикальному градиенту температуры воздуха в высоту, температура понижается с повышением уровня моря. Среднеголетняя температура на метеостанции Пенджикент составляет 12,7°С, на Сангистан – 11,6°С, на Искандеркуль – 6,7°С, на Мадрушкат – 7,6°С и на Дехавз – 4,4°С. Разница температура на метеостанциях Пенджикент и Дехавз составляет более 8°С.

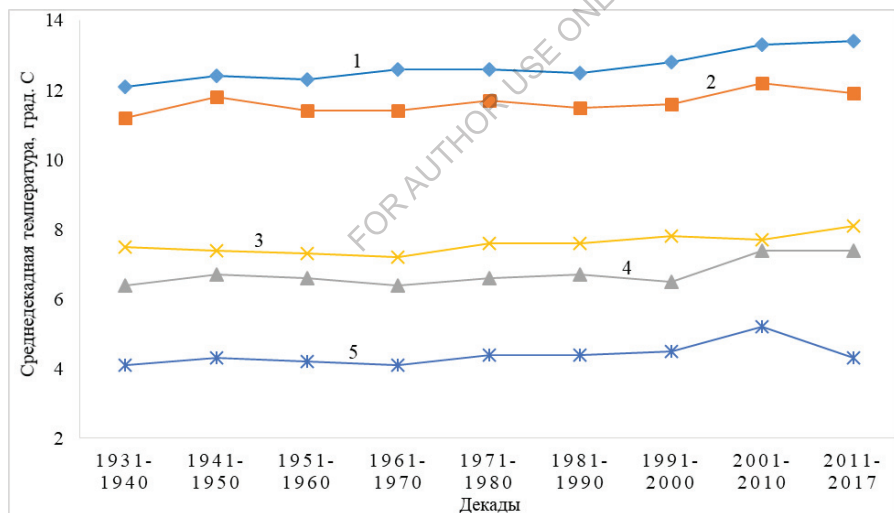
На основе многолетних наблюдений и измерения метеорологических

параметров на метеостанциях БРЗ ясно их колебания в зависимости ще географической местности станции. Среднедекадные температуры за 1931-2017 гг. по многолетним наблюдениям метеостанций в бассейне реки Зерафшан показаны в таблице 2.5.

**Таблица 2.5.** Среднедекадные температуры за 1931-2017 гг. по многолетним наблюдениям метеостанций в бассейне реки Зерафшан

	1931-1940	1941-1950	1951-1960	1961-1970	1971-1980	1981-1990	1991-2000	2001-2010	2011-2017
Пенджикент	12,1	12,4	12,3	12,6	12,6	12,5	12,8	13,3	13,4
Сангистан	11,2	11,8	11,4	11,4	11,7	11,5	11,6	12,2	11,9
Искандеркуль	6,4	6,7	6,6	6,4	6,6	6,7	6,5	7,4	7,4
Мадрушкат	7,5	7,4	7,3	7,2	7,6	7,6	7,8	7,7	8,1
Дехавз	4,1	4,3	4,2	4,1	4,4	4,4	4,5	5,2	4,3

Как видно из табл. 2.5 температура явно колеблется от декады к декаде. Среднегодовая температуры воздуха по наблюдениям метеостанций БРЗ, рассчитанная для каждой декады, представлена на рисунке 2.5.



**Рис. 2.5.** Средняя температура в бассейне реки Зерафшан для каждой декады (1 – Пенджикент, 2 – Сангистан, 3 – Мадрушкат, 4 – Искандеркуль и 5 – Дехавз).

Параллельные линии представлены в рис. 2.5 явно утверждают влияние орографии местности на климатические колебания. Как видно из рис. 2.5 по данным всем метеостанциям температура за вес период наблюдения более равномерно повышается. Как следует из показателей рис. 2.5 в Сангистане (линия 2) после второй декады и в Дехавзе (линия 5) после восьмой декады



температура снижается. По сравнению с другими случаями температура в Сангистане (линия 2) резко возросла между первым и вторым, и шестым и седьмым декадами, и в Искандеркуле (линия 4), и в Дехавзе (линия 5) между шестым и седьмым декадами, соответственно.

Отсюда следует, что рельеф БРЗ как другие горно-долинные рельефы влияет на климат, и в зависимости от абсолютной высоты, формы и экспозиции горных поверхностей, здесь сформирован ряд климатических поясов, и весь бассейн имеет ярко выраженную вертикальную поясность обуславливая резкие климатические различия между западной предгорной частью, центральной и восточной высокогорной.

Большое значение в формировании местного климата имеют также экспозиция склонов, их крутизна, высота н.у.м. Дно долины и равнинная часть данного бассейна представляют собой засушливую полупустыню с жарким летом, сравнительно теплой зимой, незначительным количеством осадков и малой облачностью. Высокогорная часть характеризуется холодной зимой, прохладным летом, значительным количеством осадков, повышенной облачностью и горно-долинной циркуляцией.

Следует отметить, что горный климат имеет свои особенности, которые не только оказывают негативное влияние на флоры и фауны, но и играет важную роль как природно-ресурсном потенциале. Ибо, климат во многом определяет рекреационные возможности территории, накладывает отпечаток на ее «рекреационную специализацию». Для рационального использования ресурсов климата необходимо детальное изучение его с точки зрения возможного влияния на развитие системы отдыха и туризма и систематизация рекреационного потенциала по видам рекреационной деятельности в разные периоды года.

При рекреационной оценке БРЗ нами был использован метод типизации погоды каждого дня в зависимости от теплового состояния здорового человека, разработанный ряд авторов [Кандрор, Демина, Ратнер, 1974] и трансформированный в дальнейшем Н.А. Даниловой [Данилова, 1980] для целей рекреации. Воспользовавшись многолетними среднемесячными данными о температурах воздуха и атмосферных осадков, произведена типизация погод Зерафшанской долины по вышеуказанным методикам. Целесообразность использования средних климатических характеристик была обусловлена спецификой поставленной задачи - выявлением сезонов, в различной степени благоприятных для развития познавательного туризма.

Детальный анализ погодных условий по всей части БРЗ дал следующие результаты. Для низкогорья, среднегорного пояса и нижней части высокогорья характерен преобладающий тип погоды IX (прохладный субкомфортный, а именно: слабо холодные, прохладные, прохладные мягкие). Анализ результатов оценки показывает, что в горах почти половина всех дней в зиму относится к неблагоприятной для рекреации. Особенно большое число неблагоприятных дней приходится на периоды межсезонья: ноябрь - февраль. В эти месяцы общее число дней с благоприятной погодой составляет от 10 до 25. Зимой в данной долине некомфортный период

продолжается с декабря по февраль и составляет от 20 до 50 дней. Летом благоприятный период начинается с середины апреля и продолжается до середины октября (приблизительно 150-160 дней).

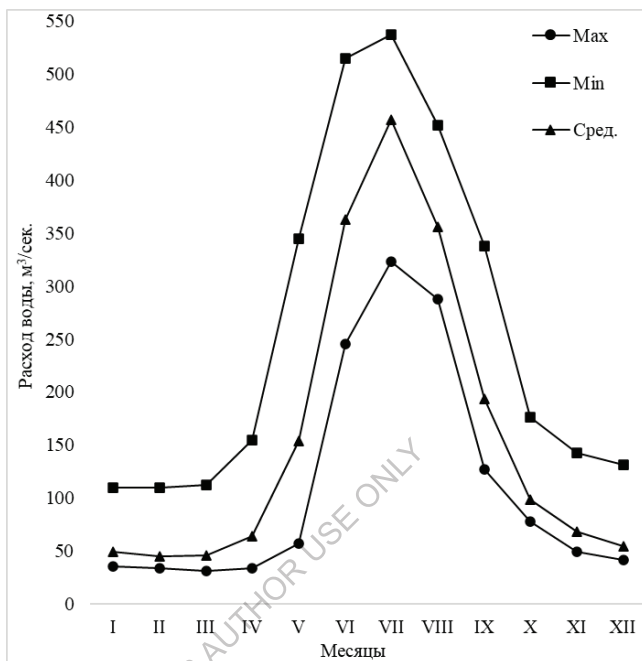
Сопоставление практики современного туристского использования горной части Зерафшаной долины с результатами проведенного анализа погодных условий позволяет сделать следующие выводы. Современное размещение туристских зон в БРЗ в целом отвечает природно-климатической ценности различных его районов.

С биологической точки зрения регион не имеет себе равных, что, в частности находит свое отражение в оценке отдельно летних видов туризма и отдыха. По зимним видам туризма БРЗ немного относится к благоприятным, а по летним - к наиболее благоприятным. Наличие здесь благоприятных условий делает желательным более интенсивное, чем сейчас, развитие зимних видов туризма и отдыха, особенно в среднегорном поясе. Наилучшим для летнего отдыха можно считать период с середины апреля до середины августа. Весьма благоприятным для туризма и отдыха в горах является также сентябрь. Таким образом, организация познавательного туризма в долине Зерафшан с точки зрения погодно-климатических условий возможна и целесообразна, что конкретным образом предполагает здесь организацию рекреационного региона не только республиканского, но и международного значения.

Однако, резкое колебание климатических параметров и большие различия между ним имеет существенное негативное влияние на окружающую среду и природу, включая человека. Эксперты обнаружили, что в условиях быстрого изменения климата механизмы адаптации человека становятся утомленными и зачастую не обеспечивают необходимых ответных мер, что повышает уязвимость населения. По мнениям ряд авторов [*Национальный план действий...*, 2003; *Первое Национальное сообщение...*, 2003], с повышением температуры увеличиваются риск сезонных весенних-летних и летних-осенних заболеваний, таких как брюшной тиф, паратиф, дизентерия, амебиаз, гельминтоз и вероятно, возрастает детская и взрослая смертность в результате чрезмерной жары в жаркие летние месяцы. Тем не менее, для БРЗ климат идеален как для холодной, так и для жаркой погоды.

С точки зрения научно-практического применения метеорология и гидрология изменились, поскольку расширились знания о глобальных атмосферных процессах и их связь с глобальным гидрологическим циклом, подтверждающие, насколько метеорология и гидрология тесно переплетены между собой. Возможно, более тесное взаимодействие метеорологических и гидрологических специальностей, проведение совместных исследований по гидрометеорологическим тематикам, а также использование зарубежных методов прогноза максимального количества осадков позволило бы увеличить период заблаговременного прогноза катастрофических наводнений и уменьшить причиняемый ими ущерб. Следовательно, наблюдения гидрологических характеристик р. Зерафшана производится на гидрологический пост Дупули. Все данные, использованные в работе,

относятся к данному посту. По многолетним наблюдениям гидропостом Дупули на рис. 2.6 приведен максимальный (2007 г.), минимальный (1957 г.) и среднемноголетний (1950-2017 гг.) гидрограф р. Зерафшана.



**Рис. 2.6.** Максимальный, минимальный и среднемноголетний гидрограф реки Зерафшан за период 1950-2017 гг.

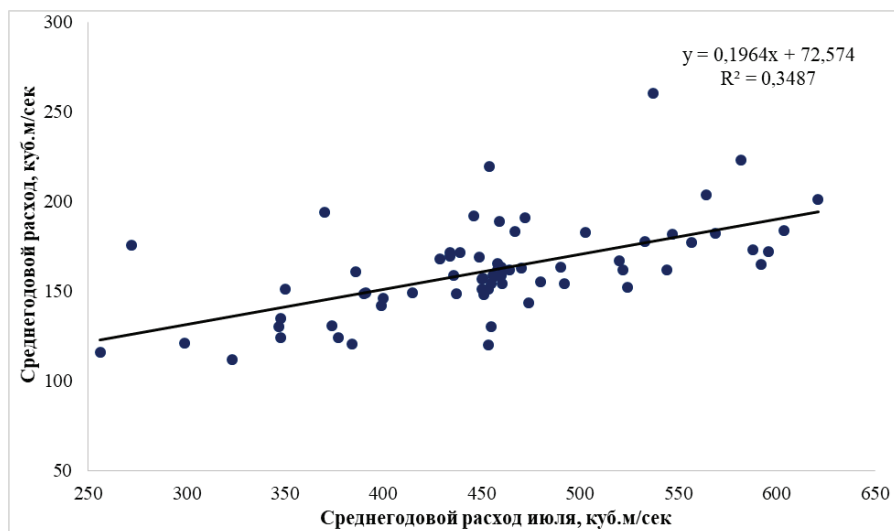
Расчеты многолетнее данные за период 1590-2017 гг. и гидрографы рис. 2.6 показывают, что минимальные и максимальные расход воды наблюдается в 1957 г. и в 2007 г. соответственно. Как видно из рис. 2.6 расход паводка в июле месяце для всего периода наблюдений (для периоды максимальные и минимальные паводки р. Зерафшан в 2007 г. и 1957 г. тоже наблюдается такая картина) является максимальным, и оно в основном формирует гидрограф р. Зерафшан. Об этом свидетельствует также представленная на рис. 2.7 зависимость среднегодового расхода от среднемесячного расхода воды в июле месяце.

Зависимость среднегодового расхода от среднемесячного расхода воды в июле описывается уравнением:

$$Q_{\text{сред. год.}} = Q_{\text{сред. мес. июле}} + 72,574 \quad (1)$$

с коэффициентом детерминации  $R^2 > 0,35$ .

Здесь,  $Q_{\text{сред. год.}}$  - среднегодовой расход, м<sup>3</sup>/сек,  $Q_{\text{сред. мес. июле}}$  - среднемесячный расход июля, м<sup>3</sup>/сек.



**Рис. 2.7.** Зависимость среднемесячного расхода воды в июле месяце от среднегодового расхода воды

Для оценки влияния изменения климата на водность р. Зерафшан на рис. 2.7 представлен график изменений годового стока реки на гидрологической станции Дупули за период 1950-2017 гг. в виде зависимости отклонения объема годового стока от среднегодовых значений:

$$\Delta Q = Q_i - Q_{\text{сред.}}, \quad (2)$$

где  $Q_i$  – общий водный сток за  $i$ -й год,  $Q_{\text{сред.}}$  – среднемноголетний водный сток за период 1950-2017 гг.

Таким образом, более медленное развитие гидрологических процессов по сравнению с метеорологическими процессами дает возможность с хорошей заблаговременностью составлять гидрологические прогнозы. Прогнозы уровня, стока, образования и разрушения ледостава, ветрового волнения невозможны без знания будущего состояния погоды т.е., без метеорологических прогнозов.

### 2.3. Оценка современного состояния и химического состава ледников бассейна при изменении климатических условий

Единственным крупным ледником в Гиссаро-Алайской системе является Зерафшанский ледниковый узел. Ледник Зерафшан расположен в верховьях р. Матча (Зерафшан), и он входит в группу дендритовых ледников. К питанию данного ледника ранее участвовало до 20 ледников-притоков [Давыдов, Пронин, 1967; Каталог ледников СССР..., 1982. Пильгуй, Саидов и др., 2008; Аброров, 2017]. Основной источник аккумуляции Зерафшанского ледника начинается на стыке хр. Туркестана, Зерафшана и Алая. Он течет сначала на юг, а затем вблизи перевала Матча поворачивается на запад.

Фирновая область этого потока сравнительно небольшая, и основное питание ледник получает за счет притоков, берущих начало на южном склоне Туркестанского хр. Необходимо отметить, что на западном погружении Зерафшанского хр. не сохранились следы предыдущих оледенений. К востоку наблюдается прирост запасов льда, обусловленный сохранившимися узлами оледенения в долинах рек Шахисафед, Дарг, Даштиобурдон, Гузн, Падаск, Димнора, Ревомутк, Рог, Сангикала и Дихаданг. В узлах существуют 5-10 небольших протяженностей ледников (до 2 км) и большая часть из них отступила на 500-800 м.

Согласно данным [Мухаббатов, Яблоков, 2008; Аброров, 2017] ледники и высокогорные снега (фирновые поля), занимающие 6,43% площади БРЗ, оказывают большое влияние на формирование стока и режим рек территории, так как, с другой стороны, они являются аккумуляторами влаги, за счёт которой происходит питание многочисленных рек, а с другой – служат естественным регулятором стока, постепенно расходуя летом накопившиеся за зиму осадки.

Ледники БРЗ не были изучены в достаточной степени, таким образом, мы имеем больше данные наблюдения с 1972 г. исследования. Тем не менее, существующая система ледников в данном бассейне так разделились: на южном склоне хр. Туркестан более 119 ледников, их общая площадь составляет 271,1 км<sup>2</sup> [Каталог ледников СССР..., 1982; Аброров, 2017]. Языковой части ледников берут начало от высоты 2800 м, а большинство из них имеют длину от 1 до 14 км. Крупнейшие ледники бассейна находятся на южных склонах хр. Туркестан по восточной части долины. Среди данных ледников самая большая имеет общую площадь 52,4 км<sup>2</sup>, Россиндж (общая площадь 18,3 км<sup>2</sup>), а также Водиф, дивиденды Самджан, Лянгар, Ярм, Сабаг и т.д. Они имеют не большой размер и их площадью достигают на 6-7 км<sup>2</sup>. С левой стороны ледника Зерафшан находится ледник Юлдаш, а с правой стороны ледник Преображенский. Ледник деградировал на 260 м с 1870 года по 1932 год, доказательством этого являются ледниковые остатки. Река с ледника, чтобы способствовать и содействовать Преображенский ледниковых озер и Дехисор, Россиндж и ГПП [Khomidov, 2006].

Процесс изучения и исследования ледников БРЗ отхватает почти 150 лет. Независимо от продолжающихся гляциологических исследований по количеству, площадью и размеру этих ледников среди исследователей наблюдаются разные результаты. Например, Насыров М.А. в результате своих исследований [Насыров, 1972] определил, что общая площадь ледников БРЗ равно 558 км<sup>2</sup>, их количества достигают 424 и объем составляют 55 км<sup>3</sup>. Те, которые расположены на юге хр. Туркестан имеют площадь 271,1 км<sup>2</sup>, на севере Зерафшанского хр. – 132,2 км<sup>2</sup>, на юге этого хр. – 5,2 км<sup>2</sup> и на севере хр. Гиссара - 148,2 км<sup>2</sup>. По данным Мусоева З. и Дильмурадова Н. [Мусоев, Дильмурадов, 1994], которые в основном использовали космические съёмки, ледники БРЗ занимают 317,9 км<sup>2</sup> площади на южных склонах хр. Туркестан, 205,5 км<sup>2</sup> на северных склонах Зерафшанского хр., 12,2 км<sup>2</sup> на южных склонах этого хр. и 106,5 км<sup>2</sup> на

северных склонах хр. Гиссар, и их общая количества, площадь и объем составляют 892, 642,1 км<sup>2</sup> и 36,9 км<sup>3</sup>, соответственно. Согласно данным [Щетинников, 1987; Щетинников, 1998; Аброров, 2017] в бассейне р. Матча находятся 587 ледников и имеют 179,21 км<sup>2</sup> площади, в бассейне р. Фан-Ягноб 460 ледников и имеют 133,29 км<sup>2</sup> площади и в бассейнах левых притоков р. Зерафшан (Киштут и Магиян) 174 ледников и имеют 43,26 км<sup>2</sup> площади. Таким образом, по местоположениям ледников БРЗ можно разделить на несколько оледененных центров: а) верховье бассейна р. Матча (до слияния ее с р. Фандарьи); б) верховье бассейна реки Ягноб (Гулбоз); в) Фанские горы или Газна и Чимтарга (бассейны р. Искандарьи, Пасруд, Чоре) и г) верховье бассейна реки Киштут и Магиян. Рассмотрим оледенение по этим районам на табл. 2.6.

**Таблица 2.6.** Распределения оледенения по бассейнам притоков реки Зерафшан.

№	Районы оледенения	Кол-во ледников	Площадь ледников, км <sup>2</sup>	Объем ледников, км <sup>3</sup>
1.	Бассейн реки Матча	632	530,2	32,6913
2.	Бассейн реки Ягноб	223	54,9	1,1328
3.	Бассейн реки Фандарьи	446	135,0	3,2558
	в том числе:			
	по бассейну реки Искандардарьи	182	59,8	1,3944
	по бассейну реки Пасруд	61	20,0	0,5334
4.	Бассейн левых притоков	174	43,3	0,8366
	в том числе:			
	по бассейну реки Киштут	82	23,0	0,4993
	по бассейну реки Магиян	87	19,1	0,1386
	Всего по бассейну реки Зерафшан	1272	708,5	36,7837

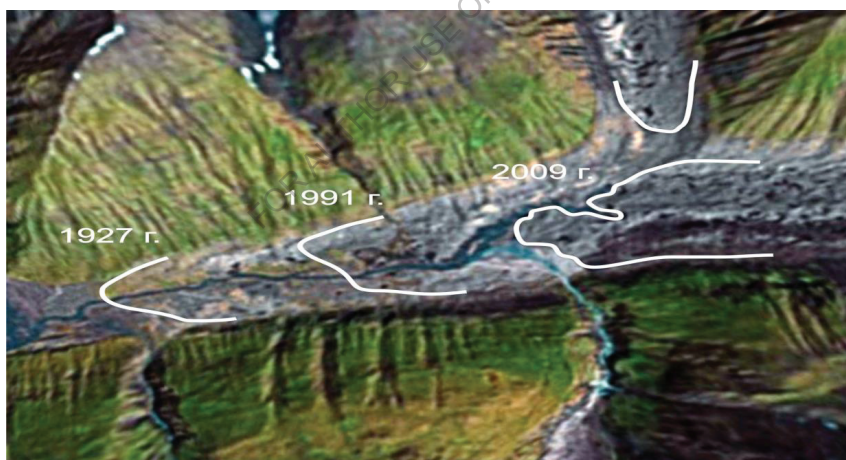
**Источник:** Каталог ледников СССР..., 1982.

В процессе изучения ледников верховья БРЗ, особенно Зерафшаского ледника, русский геолог и географ Мушкетов И.В. в 1880 г. двух ветвей этого ледника назвал Ахуном, которые помог ему при экспедиции [Аброров, 2003]. Однако, можно отметить, что ледник Зерафшан впервые в 1871 г. исследовал Аминов П.В. следующие годы экспедиции, которые организовали под руководством Л.К. Давыдова (1927; 1946 г.), М.В. Косарева (1931 г.), В.П. Учайкина (1932 г.) тщательно изучили вышеназванного ледника и его ветвях. А также, в период 1957-1962 гг., с целью всестороннего изучения ледников Зерафшана ученые из Института геологии и геофизики им. Х.М. Абдуллаева АН Узбекской ССР и Ленинградского государственного университета им. А.А. Жданова (ныне СПбГУ) провели очередную экспедицию.

Чтобы ознакомиться с процессом деградации ледников БРЗ, ниже рассмотрим процесс и картину отступления относительно хорошо изученных ледников вышеуказанной долине:

*Ледник Зерафшан* (39°30'N 70°30'E) лежит в верховьях одноименной долины между южным склоном Туркестанского хр. и северным склоном Зерафшанского хр. Ледник имеет длину 27,8 км, общую площадь 132 км<sup>2</sup>, из них 24 км<sup>2</sup> покрыто мореной. Общий объем льда – 14,85 км<sup>3</sup>. Высота языка – 2810 м н.у.м., фирновой линии 4020 – 4050 м, наивысшая точка ледника – 4900 м. Средняя толщина ледникового языка 200 м. Морены ледников Зерафшана занимают 10 км<sup>2</sup> и с впадениями 24 км<sup>2</sup> области.

Поскольку, большой дендритовый ледник Зерафшан лежит между южным склоном Туркестанского хр. и северным склоном Зерафшанского хр., экспозиция отдельных его участков очень разнообразна: южная, юго-восточная, юго-западная, западная, а также, его верхние слои и языковая линия по-разному отступают. Также, фирновая линия ледника сравнительно небольшая, основное питание ледник получает за счет притоков, берущих начало на южном склоне Туркестанского хр. Такое расположение ледника и неравенство его верхней поверхности привело к неравномерному таянию как поверхности, так и языковой линии ледника.



**Рис. 2.8.** Деградация ледника Зерафшан за период 1927-2009 гг.

*Ледник Рама* (39°33'25"N 70°24'4"E) расположен на южном склоне Туркестанского хр. в верховьях р. Зерафшан в узком скалистом ущелье, и он долинный. Длина ледника 8,9 км, площадь 22,3 км<sup>2</sup>, высота конца языка 3500 м н.у.м. и мореной покрыто 3 км<sup>2</sup>. Ледники Рама и Преображенского хр. занимают 53% общей площади оледенения южного склона Туркестанского хр., а в целом на долинные ледники, составляющие около 40% общего числа ледников, приходится более 80% общей площади [Мухаббатов, Яблоков, 2008].

*Ледник Туро* ( $39^{\circ}32'2''\text{N}$   $70^{\circ}8'1''\text{E}$ ) находится на южном склоне Туркестанского хребта в истоках Зерафшана. Ледник долинный, его длина 3,0 км, площадь 2,2 км<sup>2</sup>, высота языка 3920 м н.у.м. Язык ледника зарывается в конечную морену, и он находится в стадии деградации, его поверхность оседает в среднем на 1 м/год [Khomidov, 2006; Аброров, 2017].



**Рис. 2.9.** Притоки Зерафшанского ледника – гrotы ледников Рама (а) и Туро (б)

*Ледник Россиндж* ( $39^{\circ}30'46''\text{N}$   $70^{\circ}17'48''\text{E}$ ) также расположен на юго-восточных склонах Туркестанского хр., примерно 4 км ниже, чем ледник Рама. Этот ледник имеет длину 7 км и его площадь достигает 18,3 км<sup>2</sup>.

*Ледник Водиф* ( $39^{\circ}30'56''\text{N}$   $70^{\circ}14'20''\text{E}$ ) является долинным ледником, его длина достигает 2,5 км и площадь составляет 1,7 км<sup>2</sup>. Его язык расположен на высоте 3950 м. Ледник тоже расположен на юго-востоке хр. Туркестан, примерно 40 км ниже ледника Зерафшан. Язык Водифа находится в состоянии деградации, и верхняя ледниковая поверхность постепенно снижается.

*Ледник Дихаданг* ( $39^{\circ}22'6''\text{N}$   $70^{\circ}7'38''\text{E}$ ) расположен на северных и северо-западных склонах Зерафшанского хр., и берущая из него начало р. Дихаданг, является левым притоком р. Зерафшан. Площадь ледника 2,0 км<sup>2</sup>, из неё 1,7 км<sup>2</sup> открытой части и площадь области абляции 1,1 км<sup>2</sup>. Высота нижней границы языка – 3600 м, фирновая линия – 3960 м, наивысшая точка ледника – 4100 м и его объем 0,076 км<sup>3</sup>.

*Ледник ГПП* ( $38^{\circ}56'51''\text{N}$   $68^{\circ}16'43''\text{E}$ ) находится на высоте 3320 м н.у.м. и размещается на северном склоне Гиссарского хр. в бассейне р. Саритаг, притока оз. Искандеркуль. Его длина 1,16 км, площадь 0,54 км<sup>2</sup>, средняя ширина 0,47 км. Первые наблюдения этого ледника проведены в 1968 году [Каюмов, Салимов, 2013; Khomidov, 2006]. В период 1971-1974 гг. на ГПП каждое лето работала комплексная гляциологическая партия (экспедиция), в честь которой он получил свое название.



Необходимо отметить, что большинство ледников в БРЗ расположены ниже фирновой линии (70% ледников находятся ниже фирновой полосы), и эта ситуация приводит к увеличению таяния ледников. Главным образом, такая ситуация происходит из-за высоких летних температур, низкой влажности, малого количества годовых осадков, неадекватности горно-ущельного рельефа в направлении дождливых воздушных масс, а также орографических и гипотермических признаков.

Поэтому, согласно АГ РТ, за более 60-ти летний период (1927-1991 гг.) произошло существенное изменение геометрических размеров, потеря массы основных ледников БРЗ (таблица 2.7). На пример, за период 1991-2009 гг. ледник Зерафшан отступал ежегодно в среднем на 88-94 м и его площадь сократилась на 700 тыс. м<sup>2</sup>, а к 2050 году ожидается его сокращение на 30-35%.

**Таблица 2.7.** Динамика изменения основных ледников бассейна реки Зерафшан за период 1927-1991 гг.

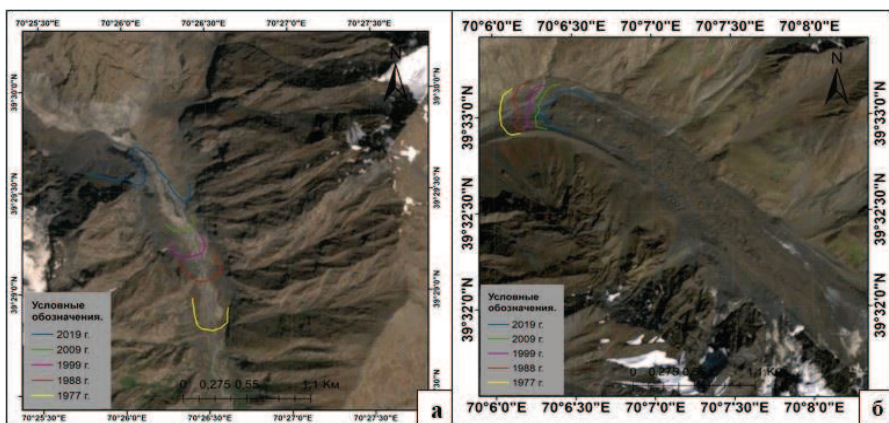
Название	Периоды	Отклонение (м)	Отклонение скорость (м/год)	Примечание
Зерафшан	1927-1961	280	8	В период 1927-1976 гг. от льда освобождена область 1,19 км <sup>2</sup> В период 1961-1976 гг, отльда освобождена область 0,93 км <sup>2</sup> В период 1991-2009 гг, отльда освобождена область 40 км <sup>2</sup>
	1961-1976	980	65	
	1976-1991	1092	73	
	1991-2009	1600-1700	89	
Рама	1929-1948		4	От льда освобождена область 0,12 км <sup>2</sup> От льда освобождена область 30,0 км <sup>2</sup>
	1948-1975		9	
	1976-1989		15	
	1989-1991		60	
	1929-1975	320		
	1976-1991	356		
Туро	1976-1988	18	1-2	Ледник Туро за последние 20 лет отступил вглубь ущелья до 800 м.
	1988-1990	60	30	
	1990-1991	23	23	
	1977-1991	180	13	

Дихаданг	1990-1991	60	60	оседает за счет таяния в среднем на 1 м/год.
ГГП	1968-1976	18	2.2	С 1968 по 1986 год из общего объема 11 млн. м <sup>3</sup> ГГП потерял 3,9 млн. м <sup>3</sup> , то есть 36,1%.
	1982-1990	63	7.9	
	1989-1990	12	12	

**Источник:** АГ РТ.

Как было отмечено, по сравнению с ледниками Памира, ледники БРЗ, быстро деградируют и естественно, этот процесс связан с рядом природных и антропогенных факторов. Большинство ледников в БРЗ расположены ниже фирновой линии, поэтому таяния ледников относительно их питания имеют преимущества т.е., твердые осадки, которые способствуют деградации площади охвата и толщины ледников, не компенсируют их таяния. Анализ многолетних комических съёмок о структуре ледников БРЗ подтверждают, что изменения климата значительно влияет на их отступления и в настоящее время все ледники находятся на стадии деградации. По сравнению с другими ледниками БРЗ, ледник Рама отступает с гораздо большей скоростью, и в отличие от Рамы таяние ледника Туро в течение каждого десятилетия наблюдения за период 1977-2019 гг. уменьшалось. Ибо, скорость таяния ледника Туро за десятилетия наблюдение нами снизилась на несколько метров: с 1977 по 1987 год – 129,3 м, с 1988 по 1998 год – 117,3 м, с 1999 по 2009 год – 115,6 м и с 2009 по 2019 год на 76 метров.

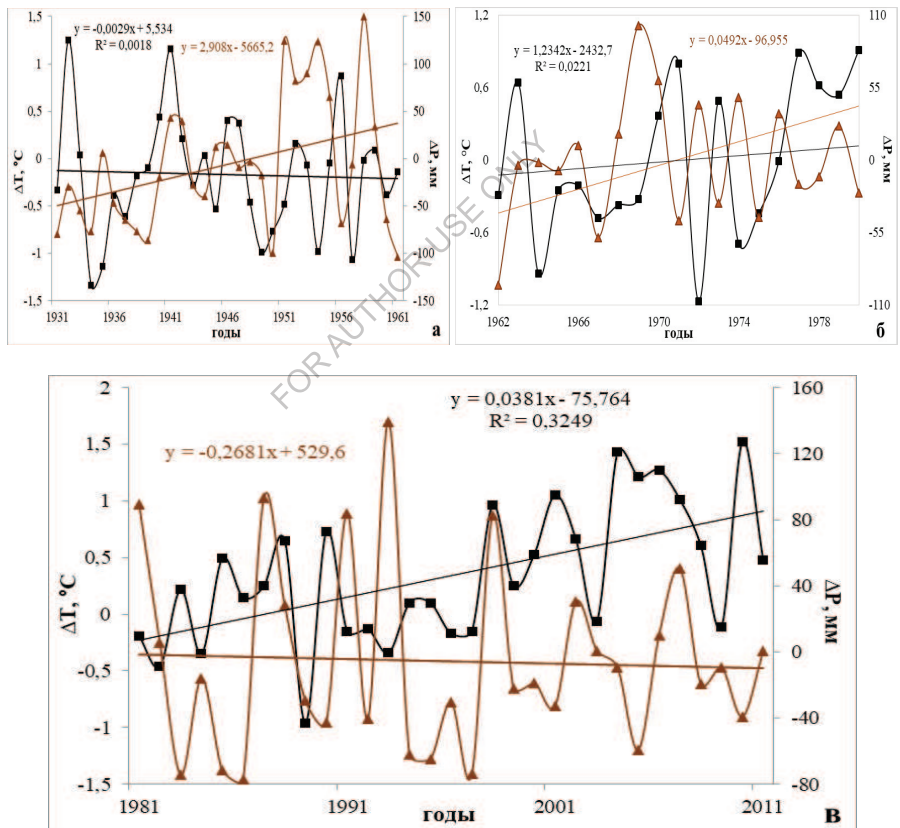
Для подтверждения влияния изменения климата на скорость отступления вышеназванных ледников на рис. 2.10 показаны наиболее (ледник Рама, а) и наименьшее (Туро, б) деградирующие ледники в БРЗ за периоды 1977-1987 гг., 1988-1998 гг., 1999-2009 гг. и 2009-2019 гг.



**Рис. 2.10.** Отступление ледников Рама (а) и Туро (б) за периоды 1977-1987 гг., 1988-1998 гг., 1999-2009 гг. и 2009-2019 гг.

Мы проводили репрезентативный анализ климатических условий БРЗ с целью определения правдоподобности оценок АГ РТ о динамике сокращения площади оледенения бассейна. Для установления роли климатических факторов в существенном деградации ледника Зерафшан проводился сбор, систематизация метеоданных из близко расположенной к леднику метеостанции и определялся тренд их изменения за более 80 лет (1931-2011 гг.). Именно, для этого были использованы метеорологические данные станции Дехавз за период 1931-2011 гг. близко расположенной к леднику Зерафшан.

На рис. 2.11 (а) представлено отклонение среднегодовых значений температуры и атмосферных осадков в 1931-1961 гг. (а), 1962-1980 гг. (б) и 1981-2011 гг. (в) от среднемноголетних значений периода 1931-2011 гг.



**Рис. 2.11.** Отклонение среднегодовых значений температуры (■) и атмосферных осадков (▲) в 1931-1961 гг. (а), 1962-1980 гг. (б) и 1981-2011 гг. (в) от среднемноголетних значений периода 1931-2011 гг.

Из рис. 2.11 (а) видно, что периоды 1931-1961 гг. и 1962-1980 гг. характеризуются пониженным значением температуры в районе расположения ледника по отношению к среднеголетнему значению периода 1931-2011 гг. и обильностью атмосферных осадков в виде твердой фазы (на высоте более 2500 м осадки выпадают только в виде снега). На основе полученных данных можно утверждать, что период 1931-1980 гг характеризуется благоприятными климатическими условиями для набора массы, а не деградации ледника как вытекает из информации АГ РТ (табл. 2.7).

Тренд изменения температуры периода 1981-2011 гг., по данным метеостанции Дехавз, проявляет совершенно противоположный характер по сравнению с периодом 1931-1961 гг. (рис. 2.11 (б)). Количество атмосферных осадков при этом сохраняет почти свое неизменное значение.

Из данных представленных на рис. 2.11 (б) следует, что утверждение АГ РТ о сокращении ледника Зерафшан обосновывается климатическими наблюдениями лишь в период 1981-2011 гг.

Представляет немаловажный интерес и научное значение исследований аккумулирующей способности ледников по отношению к атмосферным аэрозолям, мелким дисперсным химическим элементам и соединениям. Для того, чтобы иметь информацию о химическом составе формирующегося из ледников водного стока в зоне формирования, проводились комплекс физико-химических анализов сезонных снегов на ледниках Зерафшан, Рама, Россиндж, Дихаданг, Сабаг, Ярм, Самджон и Туро БРЗ (таб. 2.8 и рис. 2.12).

**Таблица 2.8.** Список химических анализов снежного покрова ледников бассейна реки Зерафшан

Название	$\Sigma$ -минерал.	Уд-элек-тропровод.	Ен-окис. вост. потец.	Мутность	Цвет	Прозрачность	Щелочность	Вкус	Запах	CN-цианид	Fe-общее
<b>Сабаг</b>	140	140,3	-20,3	14	40	-	1,1	<23	0	0,001	0
<b>Ярм</b>	110	109,6	-22,5	20	70	-	0,7	<23	0	0,003	0,02
<b>Самджон</b>	141	140,7	-15,8	20	60	-	0,6	<23	0	0	0
<b>Туро</b>	97	97,1	-10,5	23	70	-	0,4	<23	0,1	0,005	0
<b>Дехавз</b>	106	106	-18,7	20	60	-	0,4	<23	0,1	0,001	0,02
<b>Дихаданг</b>	157	157	-16,8	8	20	-	1,3	<23	0	0	0
<b>Даштиоб-бурдон</b>	353	353	-38,2	11	30	-	2,4	<23	0	0	0
<b>Россиндж</b>	88	87,9	-40,2	23	70	-	1	<23	0	0,006	0,01
<b>Рама</b>	98	104	-28,4	5	70	-	0,8	<23	0	0,004	0
<b>Зерафшан</b>	104	97,9	-27,6	23	10	-	0,9	<23	0	0	0
<i>Ед. измер.</i>	<i>Мг/л</i>	<i>Ms/cm</i>	<i>Mv</i>	<i>Фэм</i>	<i>Мг/л</i>	-	<i>Ммол/л</i>	<i>См</i>	<i>Бал</i>	<i>Мг/л</i>	<i>Мг/л</i>

Название	Sol	T°C	Ph	NO <sub>2</sub>	NH <sup>4+</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	H	Cr(VI)	
Сабаг	0	22,8	7,57	0	0,007	0,04	0,02	25,4	0,002	
Ярм	0	23,1	7,40	0,006	0,009	0,01	0,04	6,8	0,006	
Самджон	0	22,9	7,45	0	0,007	0,02	0,06	5	0	
Туро	0	22,0	7,00	0,007	0,002	0,006	0,07	4,8	0,009	
Дехавз	0	22,6	7,55	0	0,004	0,07	0,05	2,3	0,005	
Дихаданг	0	22,9	7,42	0	0,006	0,04	0,05	4,5	0	
Даштиоб-бурдон	0	23,0	7,60	0,007	0,005	0,03	0,06	5,4	0	
Россиндж	0	23,1	7,80	0,010	0,003	0,08	0,06	3,4	0,008	
Рама	0	22,5	7,75	0,005	0,003	0,06	0,04	4,4	0	
Зерафшан	0	23,0	7,75	0,001	0,002	0,04	0,03	5,8	0,008	
Ед. измер.		°C		Мг/л	Мг/л	Мг/л	Мг/л	Мг/экв.л	Мг/л	
Название	F <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	K <sup>+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	P-рo4	Cl <sup>2-</sup>	Cu <sup>2+</sup>	Mn	Al
Сабаг	0,65	65	2,4	21	1,2	0,01	0	0,06	0,10	0
Ярм	0	54	1,6	39,7	0,8	0,03	0	0	0	0,01
Самджон	0,20	72	2,2	29,21	1,1	0,03	0	0	0	0,01
Туро	0,40	62	1,9	30,0	0,8	0,05	0	0	0	0
Дехавз	0,25	53	1,7	15,28	1,6	0,06	0,01	0,06	0	0
Дихаданг	0,60	68	1,5	12,89	1,5	0,03	0	0	0	0
Даштиоб-бурдон	0,35	14	1,1	34,5	2,2	0,02	0	0,03	0	0
Россиндж	0,40	12	1,3	17,29	1,1	0,03	0	0	0	0,01
Рама	0,25	25	1,8	41,96	1,0	0,01	0	0,03	0	0
Зерафшан	0,25	37	1,1	30,67	1,7	0,02	0	0	0,04	0,03
Ед. измер.	Мг/л	Мг/л	Мг/л	Мг/л	Мг/л	Мг/л	Мг/л	Мг/л	Мг/л	Мг/л

Результаты, представленные на таблице 2.8, получены из образцов снежного покрова верховных ледников БРЗ за период с 14 по 17 июля 2014 года.

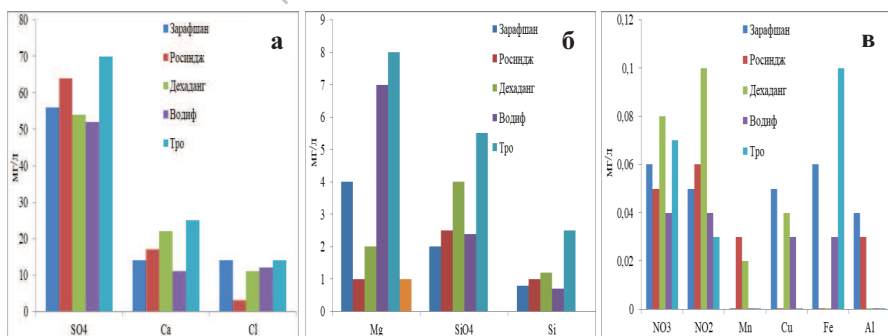


Рис. 2.12. Содержание химических элементов в сезонных снегах на ледниках бассейна реки Зерафшан

Необходимо отметить, что данные приведенные в табл. 2.8 и на рис. 2.12 являются результатом образцов снежного покрова и отборов проб воды из ледников верховья БРЗ, которые обработаны в лаборатории мониторинга

загрязнения окружающей среды и водных поверхностей АГ РТ. Также, из рис. 2.12 видно, что на исследованных нами ледниках преобладает присутствие анионов ( $\text{SO}_4^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ) и катионов ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ).

Полученные результаты можно объяснить в рамках представлений о стратосферном аэрозольном слое, состоящем из мельчайших капель серной кислоты, которые были сформулированы в начале 60-х годов прошлого столетия [Борзенкова, Брук, 1989]. Данные представления об аэрозольном слое позволили оценить концентрацию аэрозоля в стратосфере путем анализа ледяного керна из скважины Дронинг Маунд Лэнд в Западной Антарктиде [Traufetter, Oerter, Fischer et al, 2004] и разработать методику количественной оценки мощности вулканических извержений в прошлом по изменению электропроводности и содержанию сульфатного иона  $\text{SO}_4^{2-}$  в слоях ледяных кернов [Hammer, Clausen, Dansgaard, 1980]. Анализируя содержание тяжелых металлов и их распределение в свежевыпавших твердых осадках на ледниках южного склона Эльбруса, авторы [Керимов, Потомаява, Хмелевской, 2016] пришли к заключению, что тяжелые металлы приносятся в составе микрочастиц воздушными потоками дальнего переноса.

По поводу большой скорости таяния ледников БРЗ, необходимо отметить, что при полевом исследовании в ледниках данного бассейна (на 2013 и 2014 гг.) мы наблюдали, что области вблизи ледников Рама, Дихаданг и ГГП используются в качестве пастбищ. Там имеются хорошие травы для скота, и конечно животные наносят грязь на поверхности их языка. И поверхность, покрытая травой и почвой, которые везут к поверхностям ледников животные, ускоряют таяния. Поскольку, почва, которая перемещается к леднику при движении животных, лежит над поверхностью, прогревается инсоляцией и передает тепло в глубь. Известно, что процесс прогрева от почвы, которая покрывает поверхность ускоряет скорость таяния ледников.

Таким образом, площадь, количество и объем ледников зависят от атмосферных осадков. Если количество осадков остается неизменным в течение многих лет, то площадь, размер и объем ледников не изменяется. В случае увеличения количества осадков площадь и объем ледников увеличиваются, а в противоположном случае, т.е. уменьшение количества осадков, ледниковые потери увеличиваются и, следовательно, их площадь и объем уменьшаются.

#### **2.4. Географо-гидрологические характеристики водных артерий долины в условиях изменения климата**

В современных условиях изучение ледников и перспективы их состояния стало актуальной и неотложной проблемой, поскольку они являются чувствительными элементами в процессе изменения климата. Поскольку РТ расположена в предгорных и высокогорных территориях, скорость деградации её ледников выше, чем в других частях ЦА. Следовательно, этот процесс требует научного обоснования зависимости динамики состояния ледников горных районов, в том числе БРЗ, от

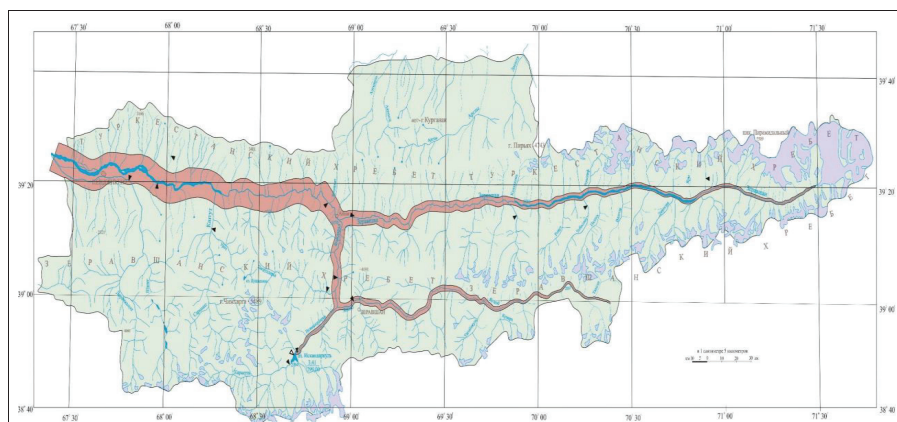
изменения климатических условий. Изменение климата окажет глубокое влияние на гидрологический режим рек, и здесь рассмотрим этот процесс на примере изменения гидрологического режима ряд водных артерий БРЗ.

Как известно, одним из главных и больших природных богатств Таджикистана, является огромные запасы пресной воды. Орографические и климатические характеристики бассейна Аральского моря, особенно в верховьях предсказывают значительное неравномерное формирование водных ресурсов. Ибо РТ обладает большими водными ресурсами, в т.ч. ледниками, реками, озерами, минералами и подземными водами, их вклад в формирование внутренних вод вышеуказанного бассейна очень значительный. Потому что, по данным исследователей [Мухаббатов, 2016; Курбонов, Курбонов, 2016] от общего объема воды (115,6 км<sup>3</sup>/год) бассейна Аральского моря 55,4% (64 км<sup>3</sup>/г) формируется на уникальной высокогорной территории РТ, в т.ч. в бассейне Амударья 62,9 км<sup>3</sup> (80,17%) и в бассейне Сырдарья 1,1 км<sup>3</sup> (3%).

Все реки Таджикистана разделены на три крупнейших речных бассейнов – Амударья, Сырдарья и Зерафшан. Среди основных речных бассейнов территории Таджикистана самым большим речным бассейном является бассейн реки Амударья, и его территория охватывает еще три речных бассейнов - Пяндж, Вахш и Кафирниган. В формировании водных ресурсов вышеуказанных речных бассейнов основную роль играют крупнейшие реки страны, в т.ч. Пяндж, Вахш, Ванч, Язгулям, Бартанг, Гунд, Обинхингоу Сурхоб, Муксу, Кафирниган, Зерафшан, Фандарья и т.д.

*Река Зерафшан* (39°22'56"N 68°32'59"E). Среди высказанных речных бассейнов гидрологической сети БРЗ не сложна, но его расположение очень неравномерно. Несмотря на это, с левой и правой стороны к р. Зерафшан присоединяются более 200 малых и больших притоков, общая протяженность которых достигает 2290 км (общее количество рек БРЗ 4191, имеющие протяженность 13323 км). Из них 86 притоков имеют более 10 км и еще 3 крупных рек имеют более 50 км длины. В то же время важно отметить, что в прошлом сама река Зерафшан была одной из самых крупных притоков Амударья, но в настоящее время она не достигает её. Сейчас она, отдельная река, имеющая собственный бассейн. Речная сеть БРЗ в отличие от Восточной Европы почти три раза меньше, и на каждый 1 км<sup>2</sup> ее долине составляет примерно 138 м.

Как видно из гидрологической карты БРЗ (рис. 2.13), водосбор р. Зерафшан, до впадения Фандарья, относится к числу наиболее высоко расположенных бассейнов ЦА



**Рис. 2.13.** Гидрологическая карта бассейна реки Зерафшан

Общая протяженность р. Зерафшана до Денгизкуля РУ составляет 877 км, ее бассейн занимает 43 000 км<sup>2</sup> и ее площадь водозабора достигает 12 300 км<sup>2</sup>. Из них 12 500 км<sup>2</sup> (8,7% территория республики) расположены на территории РТ и 28 100 км<sup>2</sup> (6,5% территория страны) на территории РУ (см. рис. 3.1). В питании р. Зерафшан и ее притоков основной роль играют высокогорные снега и ледники. Поэтому р. Зерафшан является одной из представителей рек, питающихся ледником. Ибо, в ее питании вклад сезонных осадков очень мал.

В то же время необходимо отметить, что список основных притоков р. Зерафшана, по мнению Рахмонова Ш.Т. [Рахмонов, 2012] и основанному на данных Отдела энергетики АН Таджикской ССР [Потенциальные..., 1989], очень большой (табл. 2.9).

**Таблица 2.9.** Список основных рек бассейна реки Зерафшан

Название реки	Место впадения	С какой стороны впадает	На каком расстоянии от устья впадает, км	Длина реки, км	Площадь водосбора, км <sup>2</sup>	Расходы воды, м <sup>3</sup> /сек
Шахисафед	Зерафшан	Левой	285	17,0	73,0	1,88
Дихаданг	Зерафшан	Левой	277	10,4	42,4	0,49
Туро	Зерафшан	Правой	271	12,7	79,4	2,07
Самджон	Зерафшан	Правой	263	11,5	55,2	1,20
Рог	Зерафшан	Левой	262	13,8	88,3	1,93
Ярм	Зерафшан	Правой	258	11,1	58,2	1,48
Пакшиф	Зерафшан	Левой	252	12,2	47,3	0,96
Демнора	Зерафшан	Левой	251	19,6	130	3,00
Ляглиф	Зерафшан	Правой	250	10,4	61,5	1,26
Дониндок	Зерафшан	Левой	242	18,8	77,9	1,61
Сабах	Зерафшан	Правой	242	25,9	129	3,00
Валгонд	Зерафшан	Левой	232	20,2	123	2,25
Падаск	Зерафшан	Левой	226	17,5	102	1,72



Рухшиф	Зерафшан	Правой	222	15,8	128	2,74
Ярхут	Зерафшан	Правой	219	10,9	46,4	1,00
Таваспин	Зерафшан	Правой	218	22,2	102	1,45
Исиз	Зерафшан	Правой	213	10,8	39,0	0,55
Ривут	Зерафшан	Левой	212	19,8	118	1,74
Худгиф	Зерафшан	Правой	208	15,3	60,2	1,06
Риомит	Зерафшан	Правой	204	10,0	31,5	0,35
Калахана	Зерафшан	Правой	195	14,7	82,0	1,25
Гузн	Зерафшан	Левой	192	19,8	202	3,42
Устунсай	Гузн	Левой	10,8	13,8	42,7	0,76
Сурхат	Зерафшан	Левой	191	16,6	102	1,20
Дарг	Зерафшан	Левой	170	17,1	170	0,79
Шаватки Боло	Зерафшан	Правой	162	11,3	25,6	0,16
Пастиф	Зерафшан	Левой	155	12,8	109,8	0,91
Пасхурд	Зерафшан	Правой	152	11,3	31,8	0,50
Рарз	Зерафшан	Правой	149	13,9	51,7	0,25
Такоби Сар	Зерафшан	Левой	146	12,8	112	0,96
Испагн	Зерафшан	Правой	142	11,9	68,3	0,80
Путхин	Зерафшан	Правой	138	13,2	43,0	0,20
Зоосун	Зерафшан	Правой	134	12,4	34,7	0,14
Фандарья	Зерафшан	Левой	129	126	3292	61,1
Такали	Ягноб	Правой	118	12,5	62,2	1,77
Мал.Барзанги	Ягноб	Левой	116	10,4	92,1	3,54
Казантемир	Ягноб	Левой	93,8	11,8	40,4	0,77
Кумара	Ягноб	Левой	85,4	12,6	74,0	1,32
Такобикуль	Ягноб	Левой	79,4	19,8	142	2,83
Хазорчашма	Ягноб	Правой	61,4	12,4	69,8	1,70
Пиндар	Ягноб	Левой	56,2	13,2	80,6	1,64
Анзоб	Ягноб	Левой	52,0	12,4	60,2	0,89
Хшерг	Ягноб	Левой	44,4	10,8	38,5	0,58
Джижикурут	Ягноб	Левой	32,4	17,4	111	1,59
Шутки	Ягноб	Правой	31,6	14,4	78,9	1,28
Габеруд	Ягноб	Левой	28,0	10,1	70,0	0,84
Искандарья	Ягноб	Левой	24,0	20,4	958	21,1
Саратаг	Искандеркуль	Левой	-	34,0	541	13,5
Дикондара	Саратаг	Правой	8,20	11,8	95,1	2,00
Казнок	Саратаг	Левой	4,80	16,5	145	3,20
Паришон	Саратаг	Правой	2,4	11,9	82,6	1,73
Хазормеш	Искандеркуль	-	-	17,0	186	4,64
Саридевор	Хазормеш	Левой	0,4	10,0	52,3	1,77
Пасруд	Фандарья	Левой	28,4	28,4	371	4,68
Дуоба	Фандарья	Левой	5,60	10,1	58,9	0,77
Кумарг	Фандарья	Правой	2,60	14,0	51,9	0,47
Хушикат	Зерафшан	Правой	124	11,6	64,7	0,47
Зарават	Зерафшан	Левой	116	12,6	43,2	0,24
Кумсу	Зерафшан	Левой	109	13,8	75,7	0,33
Мадм	Зерафшан	Левой	104	14,2	67,4	0,04
Вешкант	Зерафшан	Правой	101	12,5	40,9	0,18
Вашан	Зерафшан	Правой	96,8	11,3	46,1	0,13
Лянгарсай	Зерафшан	Правой	95,0	14,4	36,9	0,11

Урметан	Зерафшан	Правой	94,6	13,7	46,9	0,14
Ревад	Зерафшан	Левой	88,3	14,7	102,9	0,42
Киштутак	Зерафшан	Правой	82,2	11,4	65,8	0,20
Киштут	Зерафшан	Левой	74,1	51,6	859	7,14
Сарымат	Киштут	Левой	32,2	22,6	119	1,52
Вишистсай	Зерафшан	Правой	68,2	12,5	44,3	0,09
Возбойсай	Зерафшан	Правой	64,3	14,7	89,2	0,11
Рухшансай	Казбайсай	Правой	2,90	11,1	21,3	0,03
Магиян	Зерафшан	Левой	30,0	68,4	1110	8,65
Сор	Магиян	Левой	32,5	16,6	84,7	0,34

Реки южных склонов Туркестанского хр. являются правыми притоками р. Зерафшан, которые имеют 10-18 км длины, и относительно друг другу параллельно тянутся и текут с севера на юг. Реки северных склонов восточной части Зерафшанского хр., аналогично левым притоком р. Зерафшана, намного больше похожи на реки южных склонов Туркестанского хр. Поскольку, северные склоны Зерафшанского хр. находятся в тени, и такое расположение привело к тому, что полноводья в левых притоках р. Зерафшан относительно рек южных склонов Туркестанского хр. осуществляется позднее и это полноводье длится 40 дней. Реки северных склонов Гиссарского хр. тоже являются левыми притоками р. Зерафшан, от которых берут начало реки Фандарья, Киштут и Магиян, и они пересекут Зерафшанский хр. впадают в вышеуказанную реку. Из каждого 6-11 л/с воды, а из каждого 1 км<sup>2</sup> бассейна левых притоков вытекает от 8-9 до 17-24 л/с воды, соответственно. Полноводья рек северных склонов Гиссарского хр. продолжаются с мая по сентябрь, при этом самое высокое вытекание приходится в июле месяце и самое низкое вытекание приходится в феврале месяце.

Притоки р. Зерафшан, которые берут начало от ледников, в них температура воды низкая. В декабре-январе месяцы температура воды ниже, чем в других месяцах. Температура воды в декабре-январе месяцы достигает 0,7-0,9°С. В отдельные часы летних месяцев температура воды может нагреваться до +18 – +20°С. В зимний период весь лед не сможет перекрыть верховья р. Зерафшан и ее крупные притоки. По многолетним наблюдениям гидропоста Дупули, было зарегистрировано начало раннего замерзания и поездного освобождения от замерзания в 27.11.1950 и 15.03.1919 соответственно. Здесь можно сделать вывод, что замерзания в р. Зерафшан продолжается до 76 дней. Верховья р. Зерафшан и ее притоков, которые начинаются выше 2500 м н.у.м., может замерзать до 114 дней.

Для того, чтобы больше и глубоко узнать о гидрографической сети БРЗ, мы сможем узнать гидрологические характеристики р. Зерафшан и ее притоков. Поэтому нам необходимо описать их по отдельности.

*Река Матча* (39°28'07"N 70°29'30"E). Верховья р. Зерафшан, которая впадает в р. Фандарья, известна как р. Матча. Её длина достигает 200 км и площадь водосборного бассейна составляет 4650 км<sup>2</sup>. Непосредственно р. Матча начинается с ледника Зерафшан на высоте 2775 м и протекает к

западу. Река от истока до деревни Худгифа тихо движется в широком стоке. Ее ширина достигает примерно 6-20 м от 6 до 20 км, в ней течет более 70 небольших рек. По данным Кеммериха А.О. [Кеммерих, 1978] основным источником р. Матча т.е., к востоку деревни Худгифа, являются ледники (56%), таяния снегов (25%) и подземные воды (19%) (табл. 2.10). А, в устье река питается на 29% от подземных вод, 28% от таяния снегов и 43% от ледников. Средний расход воды р. Матча в истоке составляет 14,9 м<sup>3</sup>/с и модуль стока (на каждый км<sup>2</sup>) достигает 49,2 л/с.

Гидрологический режим низовые р. Матча отличаться от ее верховых, в этой реке половодья начинается со второй декады апреля месяца. Максимальный расход воды приходится в июле месяце и минимальный расход реки в марте месяце. Половодье в низовые р. Матча относительно к р. Вахш происходит позднее в течение одного месяца. Среднегодовое значение расхода р. Матча в ее устья (территория слияния с р. Фандарья) составляет 81,1 м<sup>3</sup>/с и средний модуль стока воды равна 17,5 л/с.

*Река Фандарья* (39°11'21"N 68°32'17"E) является крупнейшим левым притоком р. Зерафшан, на 1 км к востоку от центра Айнинского района впадает на р. Матча. Её длина составляет 24,5 км и площадь водосборного бассейна р. Фандарья занимает 3230 км<sup>2</sup>. Наклон падения стока р. Фандарья на каждом километре достигает до 11 м. Согласно данным [Тахиров, Кунай, 1998] средний многолетний расход составляет 61,1 м<sup>3</sup>/с, а в отдельные годы он достигает 85,4 м<sup>3</sup>/с и сердий модуль стока равен 19,3 м<sup>3</sup>/с. Среднемесячное значение твердого стока в названной реке при мутности воды 0,396 кг/м<sup>3</sup> равна 25,8 кг/с.

*Река Ягноб* (39°11'20"N 68°32'18"E) расположена на юго-востоке БРЗ между Зерафшанским и Гиссарским хр. Исток находится на высоте 3440 м, и ее водосборная территория составляет 1650 км<sup>2</sup>. Наклон падения ее стока как покатоности стока р. Фандарья на каждый километр составляет до 11 м. По доступным данным [Тахиров, Кунай, 1998] расход воды р. Ягноб в летные месяцы (июнь-июль) и в зимне-весенние месяцы (февраль-март) равняется 194,2 м<sup>3</sup>/с и 11,28 м<sup>3</sup>/с соответственно, а среднемноголетнее значение составляет 32,6 м<sup>3</sup>/с. Взвешенные наносы в составе каждого кубометра воды составляет 265 г, и река ежегодно смывает 308,5 тыс. т различные породы и материалы.

*Река Искандердарья* (39°04'56"N 68°22'24"E) вытекает из озера Искандеркуль, ее источник находится на 2195 м н.у.м. Площадь водозаборного бассейна р. Искандердарья занимает 974 км<sup>2</sup>. Ее береги очень возвышенны, и их высота от уровня поверхности рек достигает до 150 м. Период паводков в р. Искандердарья начинается в конце апреля месяца и маловодные периоды приходятся в феврале-марте месяцев соответственно. Значение половодья в июне-июле месяцев увеличивается до 111,7 м<sup>3</sup>/с. Модуль стока р. Искандерья составляет 24,2 л/с и среднемноголетнее значение ее расхода достигает 21,1 м<sup>3</sup>/с [Тахиров, Кунай, 1998]. Поскольку, река протекает с высокой наклонности, средняя мутность воды составляет 85,4 г/м<sup>3</sup> и в течение года она вымывает 63212 т различных горных пород.

*Река Киштут* (39°07'02"N 68°09'41"E) имеет 53 км протяженности и 863 км<sup>2</sup> площадь водозаборного бассейна. В верховье называется Пушневат, Сарыхадон и Вору, и в среднем течении – Арчамайдан. Её основные притоки – Сарымат, Негнот (левые) и Дарь-яуреч (правый). В основном р. Киштут питается от ледников и таяния снегов, поэтому полноводные периоды начинается в апреле месяце и в июле месяце достигает максимальное значение. Среднемноголетнее значение расхода равен 7,14 м<sup>3</sup>/с [Тахиров, Кунай, 1998]. Годовой расход воды между месяцами распределяется следующим образом: 31,6% в марте-июне, 43,2% в июле-сентябре 25,2% в октябре-феврале.

*Река Магиян* – последний крупный приток р. Зерафшан, сбрасывающий в нее воду. Ее протяженность достигает 68 км и имеет 1100 км<sup>2</sup> площади водозаборного бассейна, имеют место только в его южной части, где горные хребты находятся выше отметки 4000 м (максимальная высота 4643 м, а высоты более 4000 м занимают 2,7% общей площади водосбора). Основной источник р. Магиян является р. Дараи Калон, которая образуется небольшими ледниками северных склонов Гиссарского хр. Согласно доступным данным [Тахиров, Кунай, 1998] среднемноголетний расход воды р. Магиян на территории селения Суджина равняется 8,65 м<sup>3</sup>/с. Максимальный месячный расход воды приходится в июле месяце и расход в этом месяце составляет 20,4% от годового расхода. Годовой расход воды р. Магиян между месяцами распределяется следующим образом: в марте-июне месяцев 31,5%, в июле-сентябре месяцев 46,2% и в октябре-феврале месяцев 22,2%.

Таким образом, расход воды р. Зерафшан при половодье ниже от устья Магиян образуется на 87% за счет течения рек Матча и Фандарья и почти 10% за счет рек Киштут и Магиян. Река Зерафшан в течение года два раза становится полноводной. Первое половодье начинается в марте месяце (на западе) и продолжается до конца мая-июня, которую называют «малым половодьем». Это половодье наступает за счет таяния сезонных снегов и весенних дождей (малая доля) и после этого, 1,5-2 недели происходит перерыв, и воды в реке становится чуть меньше. Далее, с начала июля месяца начинается большое половодье и обычно продолжается 42 суток (с 13 июля до 25 августа). Второе половодье происходит за счет таяния ледников, и мутность возрастает достаточно, происходит промывание берегов рек и притоков. Уменьшение воды на р. Зерафшан начинается в конце августа и продолжается до марта. На реке в июле если расход воды составляет 25,4% годового расхода, то в марте составляет 1,84% годового расхода. В течение марта-июня ее расход воды составляет 30,3% годового расхода, в промежутке между июлем-сентябром 56% годового расхода и в октябре-феврале месяцев 13,7 годового расхода.

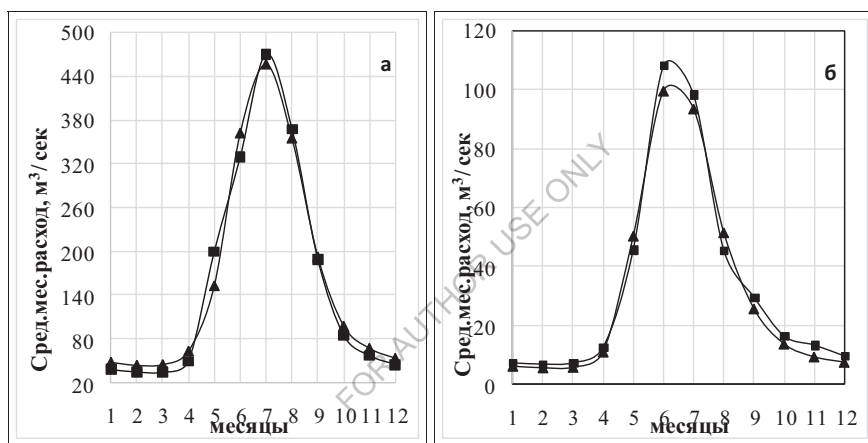
Поэтому в таблице 2.10 приводим характеристики крупнейших рек БРЗ, основанные на данных Шульца В.Л. [Шульц, 1969], Кеммериха А.О. [Кеммерих А.О., 1978], Тахирова И.Г. [Тахиров, Кунай, 1998] и Абророва Х. [Аброров, Шерматов, 2010], которые подкрепляют друг друга.

*Таблица 2.10. Некоторые характеристики крупнейших рек бассейна реки Зерафшан*

Река	Источник питания, % от среднегодового стока				Виды питания рек	Среднее показатели в годы наблюдения		
	Подземные воды	Ледниковые	Снеговые	Дождевые		Модуль стока, л/сек км <sup>2</sup>	Слой годового стока, мм	Объем годового стока, млн. м <sup>3</sup>
Матча	19	56	25	-	Ледниково-снеговые	42,2	991	1090
Зерафшан	31	32	37	-	Ледниково-снеговые	15,2	479	4870
Фандарья	-	-	-	-	Ледниково-снеговые	19,3	570	1700
Магиян	-	-	-	-	Ледниково-снеговые	7,9	249	253
Киштут	-	-	-	-	Ледниково-снеговые	9,1	287	227
Ягноб	29	13	58	-	Снегово-ледниковые	21,9	690	1002
Искандар	-	-	-	-	Ледниково-снеговые	24,2	762	596
Пасруд	56,1	25	18,9	-	Ледниково-снеговые	13,2	-	147

Для мониторинга гидрологических характеристик и качества воды водных артерий БРЗ в разных местностях долины были построены 8 гидропостов и показатели отраженные в таблицах 2.9 и 2.10 являются многолетним результатом наблюдений. Три пункта (Хушекат, Дупули и Пенджикент) на р. Зерафшан и остальные на её следующих притоках: на р. Ягноб – Такфон, на р. Фандарья – Пете, на р. Матча – Похут, на р. Киштут – Зергиссар и на р. Магиян – Суджина. Однако среди всех гидропостов данного бассейна гидропост Дупули (39°29'31"N 67°43'54"E) является единственным гидрологическим постом, который до сих пор непосредственно продолжает свои наблюдения и измерения, а другие гидропосты либо работают ограниченно, либо не работают вообще. А также, все притоки р. Зерафшан вносят определённый вклад в формировании ее стока и согласно, установившимися правилами измерение расхода воды в произвольных местах является недействительным. Поэтому можно считать, что данные Дупули являются обобщенным значением водного стока всех водных артерий долины Зерафшан.

Нами приводятся результаты мониторинга расхода воды р. Зерафшан и ее притока реки Ягноб по данным гидрологических станций Дупули и Такфон соответственно. На рис. 2.14 представлен фактический гидрограф р. Зерафшан, охватывающий периоды 1927-1949 гг. и 1950-2017 гг. Из рис. 2.14 видно, что расход паводка в июле месяце для всего периода 1927-2017 гг. наблюдений является максимальным, и оно в основном формирует гидрограф р. Зерафшан. Из рис. 2.14 видно, что в период 1950-2017 годов наблюдается увеличение стока р. Зерафшан по сравнению с периодом 1927-1949 гг. Согласно расчетам, среднемноголетний объем стока за период 1950-2017 гг. составляет 5,2 км<sup>3</sup>, а за период 1927-1949 гг. 5,05 км<sup>3</sup>. Незначительное увеличение среднемноголетнего объема стока за более 60-ти лет (1950-2017 гг.). Эта значение составляет не более 3% от среднего стока за 1927-1949 гг. т.е., находится в пределах точности измерения расходов воды.



**Рис. 2.14.** Гидрограф реки Зерафшан (а) и ее притока-реки Ягноб (б) за период 1931-1949 гг. (▲) и 1950-2017 гг. (■)

На гидрографе притока р. Зерафшан – р. Ягноб, который охватывает два периода – 1927-1950 гг. и 1950-2017 гг. как и в случае реки, Зерафшан наблюдается увеличение стока в период 1950-2017 гг. Среднемноголетний объем стока для р. Ягноб составляет 1,01 и 1,07 км<sup>3</sup> для периодов 1927-1949 гг. и 1950-2017 гг. соответственно. Увеличение среднемноголетнего стока реки Ягноб за более 60-и летний период (1950-2017 гг.) составляет не более 0,1 км<sup>3</sup>, что находится в пределах точности измерения расхода воды.

Полученные результаты дают основание утверждать, что за более 65-летний период (1950-2017 гг.) сток р. Зерафшан не претерпел существенных изменений. Для оценки влияния изменения климата на водность р. Зерафшан на рис. 2.15 представлен график изменений годового стока реки на гидропосты Дупули за период 1950-2017 гг. в виде зависимости отклонения объема годового стока от среднегодовых значений:

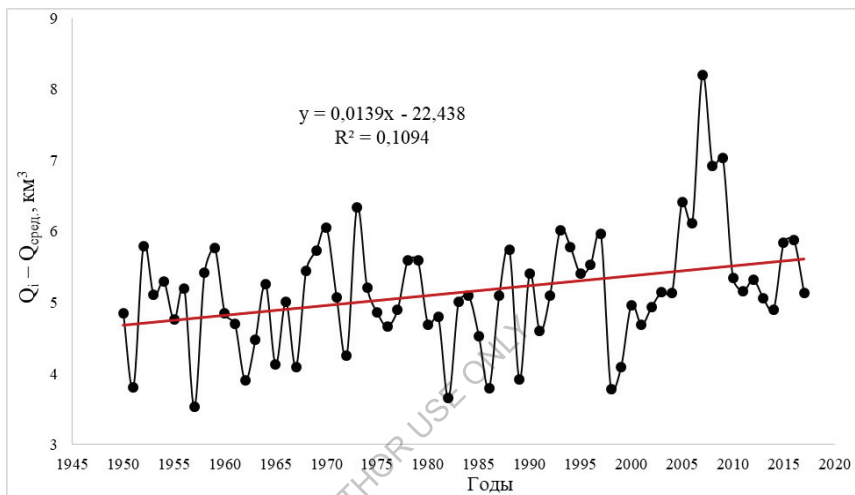
$$\Delta Q = Q_i - Q_{\text{сред.}} \quad (3)$$

где,  $Q_i$  – общий водный сток за  $i$ -й год,  $Q_{\text{сред.}}$  – среднемноголетний водный сток за период 1950-2017 гг.

Линия тренда фактической водности р. Зерафшан на рис. 2.15 описывается уравнением:

$$\Delta Q = 0,0139 Q_i - 22,438 \quad (4)$$

и коэффициентом детерминации  $R^2 = 0,1094$ .



**Рис. 2.15.** Фактическая водность реки Зерафшан

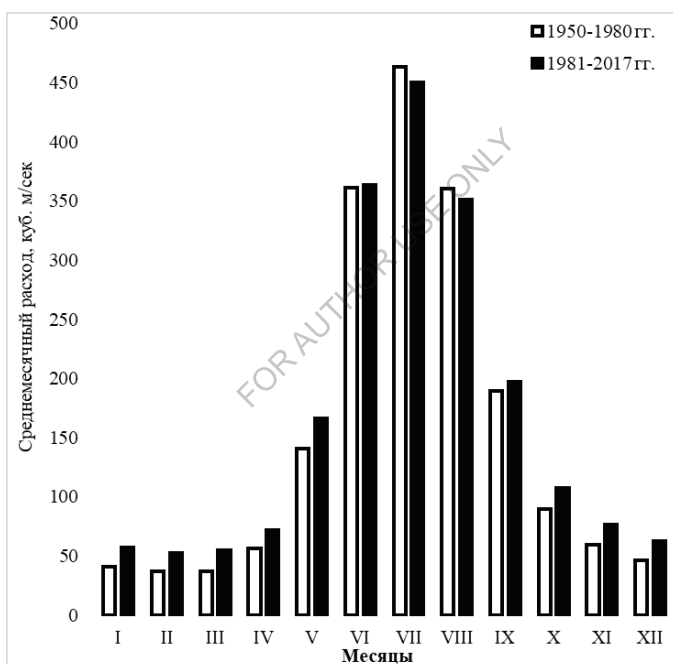
Для этого были использованы значения годового стока р. Зерафшан периода 1950-2017 гг. (таб. 2.11).

**Таблица 2.11.** Годовой сток реки Зерафшан (гидропост Дупули) за 1950-2017 годы.

Год	Сток, км <sup>3</sup>	Год	Сток, км <sup>3</sup>	Год	Сток, км <sup>3</sup>	Год	Сток, км <sup>3</sup>
1950	4,85	1967	4,09	1984	5,09	2001	4,69
1951	3,81	1968	5,45	1985	4,52	2002	4,94
1952	5,79	1969	5,73	1986	3,79	2003	5,15
1953	5,10	1970	6,04	1987	5,09	2004	5,13
1954	5,29	1971	5,07	1988	5,73	2005	6,41
1955	4,76	1972	4,25	1989	3,91	2006	6,12
1956	5,20	1973	6,33	1990	5,40	2007	8,20
1957	3,53	1974	5,21	1991	4,60	2008	6,92
1958	5,42	1975	4,85	1992	5,10	2009	7,03
1959	5,76	1976	4,66	1993	6,02	2010	5,34
1960	4,85	1977	4,90	1994	5,78	2011	5,15

1961	4,69	1978	5,59	1995	5,40	2012	5,32
1962	3,91	1979	5,59	1996	5,53	2013	5,06
1963	4,47	1980	4,68	1997	5,96	2014	4,90
1964	5,26	1981	4,79	1998	3,78	2015	5,84
1965	4,13	1982	3,65	1999	4,09	2016	5,88
1966	5,01	1983	5,01	2000	4,96	2017	5,14

Таким образом, влияние изменения климата на гидрологические характеристики рек можно оценить сравнением соответствующих среднемесячных значений водного стока в двух периодах. Это было продемонстрировано нами при оценках влияния изменения климата на фактическую водность р. Зерафшан сравнением среднемесячных расходов водного стока в 1950-1980 гг. и 1981-2017 гг. (рис. 2.16).



*Рис. 2.16. Среднемесячные значения расхода воды за периоды 1950-1980 и 1981-2017 гг.*

Построением гидрографа водного стока реки Зерафшан в 1950-2017 гг. и определением цикличности водного стока указан влияние климатических изменений на водность реки.

Таким образом, прогнозируемое потепление температуры в первой половине XXI века составляет +20°C (HadCM2) и это вызывает сокращение площади оледенения Памиро-Алая на 58%; при этом ледниковое питание рек



сократится на 45%, а суммарный сток рек Зерафшан, Кафирниган, Вахш, Пяндж уменьшится с 61,2 км<sup>3</sup>/год (норма стока в 1990 г.) до 56,9 км<sup>3</sup>/год, или на 7,03% (в 2050 г.) [Финаев, 2004; Финаев, 2005; Коновалов, Вильямс, 2005]. А также, по мнениям Финаева А.Ф. [Финаев, 2004; Финаев, 2005] незначительное повышение температуры и значительное увеличение осадков приводят к снижению высоты фирновой границы от 10 до 50 м и росту площади оледенения от 4% в бассейне р. Варзоб до 12% в бассейне р. Фандарья. При этом объем ледникового питания увеличивается на 6% и 19% соответственно.

Поэтому для изучения площади, состояния, эволюции и деградации ледников на каждый пять лет нами необходима проводит космические съемки и проводит мониторинг земной поверхности, и таким образом обновлять данные. Потому это комплексное исследование точно выявляет взаимосвязь между состоянием ледников и гидрологическим режимом рек с изменением климатических условий. И, такие данные очень необходимы и важны для водопользования и водопотребления, а также для систематизирования и устойчивого развития отрасли.

FOR AUTHOR USE ONLY

### ГЛАВА III. ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ НА ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ

В данной главе приведены результаты, полученные во время экспедиции и полевых работ в рамках международного проекта Федерального министерства образования Германии «Water quality and quantity analyses in Transboundary Zarafshon River Basin – Capacity building and research for sustainability (WAZA-CARE)» (2012-2016 гг.) и Международного проекта «Contribution to High Asia Runoff from Ice and Snow» в сотрудничестве с Университетом Колорадо в Боулдере (США) и Университетом Катманду (Непал, 2012-2016 гг.), финансируемого USAID и АГ РТ по изучению водных, гидроэнергетических ресурсов и экологического состояния БРЗ [Норматов, 2016; Норматов, Курбонов и др., 2016].

За период экспедиционных работ по мониторингу химического состава водных ресурсов БРЗ, на примере р. Зерафшан и ее притоков, ледников вышеназванного бассейна и озеро Искандеркуль и его впадающих рек в период 2012-2016 гг. накоплен большой объем данных, как полевых наблюдений и результатов лабораторных исследований. Результаты, полученные при проведении геоэкологического мониторинга в БРЗ, включает:

- гидрохимические наблюдения, выполненные при отборе проб;
- результаты химико-аналитических и лабораторных исследований проб природной среды.

За 2012-2016 гг. в БРЗ для определения химического состава и степени загрязненности водных ресурсов БРЗ (р. Зерафшан и ее притоков, ледников вышеназванного бассейна и озера Искандеркуль и в него впадающих рек) на 75 точках геоэкологического мониторинга было отобрано 485 проб воды из реки; 185 проб воды из ледников и 397 проб воды из озера; 140 образцов сточных вод из прибрежных районов озера Искандеркуль.

Индикаторы химических и аналитических определений [Водатитъевая..., 1984; Унифицированные методы..., 1971], полученные по результатам исследований в БРЗ с 2012 года по 2016 год, включают более 2916 записей о концентрациях загрязняющих веществ и физико-химических свойствах природных объектов.

Показатели химико-аналитических анализов, полученные по результатам исследований в БРЗ за период 2012-2016 гг., включает более 2916 записей значений концентраций загрязняющих веществ и физико-химических свойств объектов природной среды. В том числе: 85 записей значений Ph; 85 записей значений концентрации растворенного кислорода; 86 записей значений концентрации кальция; 80 записей значений концентрации магния; 75 записей значений концентрации железа; 80 записей значений концентрации алюминия; 72 записей значений концентрации SiO<sub>2</sub>; 88 записей значений концентрации марганца; 78 записей значений

концентрации фтора; 95 записей значений концентрации цинка; 92 записей значений концентрации меди; 86 записей значений концентрации хрома (VI); 72 записей значений концентрации  $\text{SO}_4^{2-}$ ; 80 записей значений концентрации  $\text{NO}_3^-$ ; 78 записи значений концентрации  $\text{Cl}^-$ ; 86 записей значений концентрации  $\text{PO}_3^{4-}$ ; 85 записей значений концентрации Cd; 75 записей значений концентрации As; 74 записей значений концентрации Hg; 78 записей значений концентрации олова; 85 записей значений концентрации хлоридов; 90 записей значений концентрации аммония; 72 записей значений концентрации нитритов; 84 записей значений концентрации Коли индекс; 88 записей значений концентрации сурьмы; 78 записей значений концентрации молибдена; 65 записей значений концентрации свинца; 68 записей значений концентрации висмута; 58 записей значений концентрации серебра; 92 записей значений концентрации  $\text{HCO}_3^-$ ; 90 записей значений концентрации Na+K; 87 записей значений концентрации фосфора; 92 записей значений концентрации фенолов и 78 записей значений концентрации бихроматной окисляемости.

### **3.1. Геоэкологический и гидрохимический анализ водных ресурсов для развития водопользования в бассейне**

В бассейне Аральского моря, на территории которого расположены пять государств, водные ресурсы используются в основном для ирригации и гидроэнергетики, которые требуют разных режимов регулирования речного стока. Гидроэнергетика заинтересована в использовании годового стока рек в зимний период, а для ирригации наибольший объем воды требуется в вегетационный т.е., весенне-летний период года. Согласно нашим данным [Normatov, Petrov, 2005; Курбонов, Курбонов, 2016] диаметрально противоположные интересы двух главных пользователей воды часто становятся причиной возникновения конфликтных ситуаций между странами верховья и низовья трансграничных рек ЦА.

Даже для р. Зерафшан, не являющейся трансграничной рекой (почти 100 процентов воды формируется на территории РТ), характерны проблемы аналогичные трансграничным рекам Сырдарья и Амударья, лишь с одним важным отличием – проблема качества воды в данном бассейне стоит остро и приобрела межгосударственное значение. Водные отношения между странами ЦА в период СССР регулировались согласно схеме «Комплексного использования и охраны водных ресурсов в бассейнах рек Амударья и Сырдарья». На этот момент следует отметить, что БРЗ имеет сравнительно густую гидрографическую сеть, однако условия рекреации на водоёмах в настоящее время можно оценить, как недостаточно хорошие.

Одним из важнейших и актуальных проблем охраны водных ресурсов является сохранение их качества и количества, а также борьба с неблагоприятными гидрологическими явлениями. Качество речных и подземных вод в горах, в целом выше, чем в густонаселенных и экономически развитых районах. Но такое состояние не освобождает от необходимости серьёзного внимания к вопросам охраны водных ресурсов

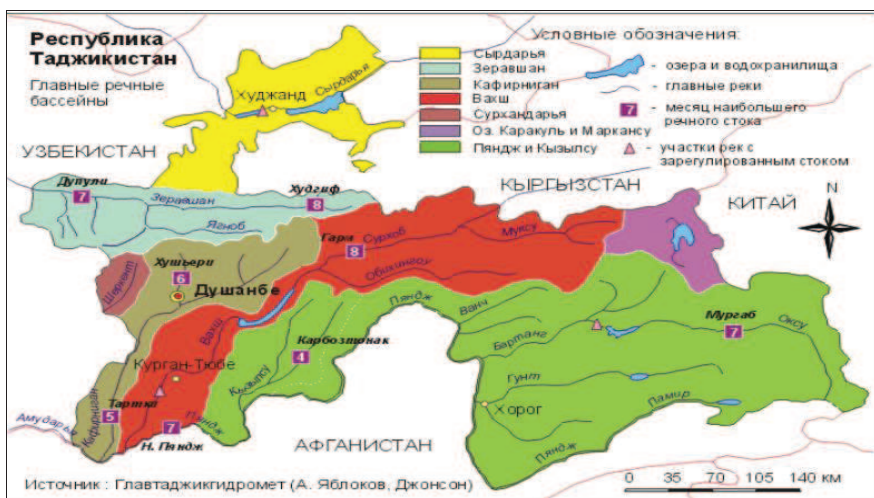
горных районов. Неблагоприятные природные явления в горах, как правило, в большей степени влияют на качество водных ресурсов. Поэтому изучение и исследование этого вопроса в БРЗ очень актуально и необходимо. Мониторинг минерализации, загрязненности и природно-антропогенной нагрузки на качества воды и их исследования имеет большое значение для всех отраслей водопользования.



*Рис. 3.1. Схема бассейна реки Зерафшан*

Из рис. 3.1 видно, что Зерафшанская долина включает в себя Согдийскую область РТ и Самаркандскую, Навоийскую и Бухарскую областей РУ. Важно отметить, что р. Зерафшан в настоящее время орошает примерно 551 000 га (13% от общей площади орошаемых земель) орошаемых земель следующих областей РУ: Самаркандской – 375 745 га, Навоинской – 95985 га, Джизакской – 49138 га и Кашкадарьинской – 29985 га [План интегрированного управления..., 2009]. Согласно [Абдураимова, 2000] сток р. Зерафшан на территории РУ распределяется в основном по следующим областям: Самаркандская – 70,2% (орошаемая площадь 67%), Навоинская – 13,1% (орошаемая площадь 16%), Джизакская – 7,4% (орошаемая площадь 8,6%) и Кашкадаринская – 9,3% (орошаемая площадь 7,8%). А также, вышеназванная долина в верхней части т.е., территория административных районов Айни и Горно-Матча, называется Матчинской долиной.

На рис. 3.2 представлена схема расположения БРЗ относительно других речных бассейнов Таджикистана.



**Рис. 3.2.** Главные речные бассейны Республики Таджикистан

Река Зерафшан характеризуется относительно чистыми водами гидрокарбонатного характера с преобладанием ионов кальция. БРЗ большей частью расположен на незасоленных почвах. Отличительными чертами гидрохимического режима являются умеренное колебание минерализации и химического состава в течение года и повышение минерализации вниз по течению. Тем не менее, в период 1984-1988 гг. минерализация ее воды изменялась в пределах 144,3-572,6 мг/л. Максимум отмечался ниже г. Пенджикента в период зимней межени.

Учитывая актуальность проблемы геоэкологического состояния воды р. Зерафшан во взаимоотношениях двух соседних государств, а также для получения полной информации о качестве воды реки в 1971 г. была организована первая экспедиция по отбору и комплексному анализу воды на гидропосте Дупули. Результаты данной экспедиции по контролю качества воды р. Зерафшан обобщены в табл. 3.1.

**Таблица 3.1.** Химический анализ воды реки Зерафшан на гидропосте Дупули в 1971 г.

№ п/п	Дата	pH	t, °C	Содержание ионов, мг/л							Сумма ионов, мг/л
				Ca	Mg	Na+K	HCO <sub>3</sub>	Cl	NO <sub>3</sub>	NO <sub>2</sub>	
1.	16.03	7,9	12	39,7	13,9	17,5	136,7	3,0	0,87	0,025	282,7
2.	31.06	7,9	10	44,3	1,9	9,8	130,0	2,2	0,43	0,022	216,1
3.	05.07	8,0	18	36,7	8,9	14,0	125,1	3,3	0,5	0,047	235,4
4.	18.08	8,1	15	36,5	9,7	2,8	121,4	2,0	0,46	0,005	205,3
5.	22.12	8,0	5	47,7	14,1	0,01	133,6	6,4	0,87	0,012	258,2

**Источник:** Салимов Т.О., 2001.

Нами проводились исследования качества воды р. Зерафшан в 2015 г., результаты которых представлены в табл. 3.2.

**Таблица 3.2.** Состав и свойства вод реки Зерафшан в 2015 г.

t, °C	pH	χ, мкСм/см	мг/л				
			O <sub>2</sub>	NO <sub>3</sub>	PO <sub>4</sub>	Zn	ppm
15,9	8,4	285	4,0	0,0	50,0	0,005	135
13,8	8,4	269	7,0	10,0	100,0	0,0	141
16,2	8,4	280	5,0	10,0	100,0	0,0	144
15,7	8,4	289	6,0	5,0	50,0	0,0	122
14,2	8,4	244	7,0	5,0	0,0	0,0	124
13,3	8,5	250	7,0	7,5	0,0	0,0	125
13,3	8,4	247	6,0	10,0	0,0	0,0	125
12,3	8,5	250	5,0	5,0	50,0	0,0	119
16,1	8,3	243	2,0	5,0	250,0	0,0	139
17,1	8,4	280	0,0	5,0	100,0	0,0	124
16,8	8,5	248	5,0	5,0	100,0	0,0	130
17,3	8,4	255	3,0	0,0	175,0	0	130
15,2	8,42	262	4,75	5,63	81,3	0,0	144
17,3	8,5	289	7,0	10,0	250,0	0,0	119
12,3	8,3	243	0,0	0,0	0,0	0,0	141

Удельная проводимость (Cond) вод напрямую зависит от концентрации растворенных в водах солей. Удельная электрическая проводимость воды зависит от температуры, характера ионов и их концентрации. Как видно из таблицы 3.2 высокая удельная проводимость выявлена в точках 1, 3, 4, 10 и 14 р. Зерафшан, где они составляют 285, 280, 289, 280 и 289 мкСм/см соответственно. Наименьшее значение удельной проводимости зафиксирован в пробах 5, 9 и 15, в р. Зерафшан 244, 243 и 243 мкСм/см, соответственно. В целом, это соотношение является одинаковым для всех 15 точек отбора проб воды и лежат в диапазоне 240-290 мкСм/см.

Данные таб. 3.2 показывают, что значения pH в опробованных водах изменяются от 8,3 до 8,5, т.е. поверхностные воды БРЗ являются слабощелочными. Наименьшее значение pH 8,3 зафиксировано в точках 9 и 15, и максимальное 8,5 в точках 6, 8, 11 и 14.

Согласно доступным данным [Шульц, 1969] большинства вод р. Зерафшан принадлежат к гидрокарбонатному классу т.е. в ее верховьях концентрация HCO<sub>3</sub> ионов составляет 50-80 мг/л. По составу катионов эта вода имеет почти исключительно преобладание кальция; гидрокарбонатные воды с преобладанием магния и натрия - крайне редкое явление. Из природных вод гидрокарбонатного класса наиболее распространены воды малой минерализации (суммарное содержание солей до 200 мг/л). Реки с водой, относящейся к сульфатному классу, сравнительно малочисленны. Они распространены преимущественно в степной полосе и частично в

полупустынях. В составе катионов природных вод сульфатного класса, так же, как и в водах гидрокарбонатного класса, преобладает кальций. Однако ряд рек сульфатного класса имеет преобладание натрия. По минерализации воды сульфатного класса значительно превосходят воды гидрокарбонатного класса. Речные сульфатные воды с малой (общее количество солей до 200 мг/л) и средней (общее количество солей с 200 до 500 мг/л) минерализацией встречаются сравнительно редко. Наиболее характерна для этих рек повышенная (общее количество солей с 500 до 1000 мг/л), а иногда и высокая (общее количество солей более 1000 мг/л) минерализация воды. Воды, которые относятся к хлоридному классу, встречаются почти так же редко, как и реки, в воде которых преобладают сульфаты. К этой территории относятся преимущественно степные районы и полупустыни. Преобладающими катионами природных вод хлоридного класса являются главным образом ионы натрия. Воды хлоридного класса отличаются высокой минерализацией - свыше 1000 мг/л, реже от 500 до 1000 мг/л.

Поскольку верховья БРЗ имеют сложный и высокогорный рельеф и ограниченная возделываемая земля, поэтому здесь сельскохозяйственный и промышленный сектор слабо развивается. Поэтому эти верховья мало подвержены антропогенному влиянию [Ахмедов, 2004; Toderich, Tsukatani, Mardonov etc., 2002; Kulmatov, Opp, Groll, Kulmatova, 2013]. Ниже по течению увеличивается количество населенных пунктов, в связи с этим плотность населения тоже увеличивается, и здесь уже наблюдается более развитый аграрный и промышленный сектор. Минерализация р. Зерафшан от верховья до г. Навои (РУ) колеблется от 0,3 до 1,0 г/л [Чембарисов, Шамсиев, 2012] т.е., загрязнение и минерализация ее воды повышается вниз по течению.

По данным гидропостов Хушекат и Дупули воды в верховьях рек слабо минерализованы (среднегодовые концентрации составили 220-230 мг/л, в том числе сульфаты – 40 мг/л, хлориды – 2 мг/л, азот нитритный – 0,014 мг/л, растворенный кислород – 8,78 мг/л и фенолы отсутствуют). По индексу загрязнённости воды (0,4-0,7) качество воды в верховьях р. Зерафшан по данным поста Дупули за 1988-1992 гг. следует отнести к чистым. На балансовом участке между постом деревне Хушекат на р. Зерафшан и постом Дупули и далее по притоку Магиян у поста Суджина имеются данные по речному стоку и минерализации.

В таблице 3.3 приведены данные с гидропостов Хушекат (39°25'11"N 68°30'18"E) и Дупули. Воды в верховьях рек слабо минерализованы (среднегодовые концентрации составили 220-230 мг/л, в т.ч. сульфаты – 40 мг/л, хлориды – 2 мг/л, азот нитритный – 0,014 мг/л, растворенный кислород – 8,78 мг/л) и фенолы отсутствуют. По индексу загрязнённости воды (0,4-0,7) качество воды в верховьях р. Зерафшан по данным поста Дупули за 1988-1992 гг. следует отнести к чистым [Салимов, 2001].

**Таблица 3.3. Минерализация и количество солей в воде реки Зерафшан**

Гидропосты	Элементы баланса	Месяцы					
		I	II	III	V	VI	VII
Хушекат	Сток, млн. м <sup>3</sup>	92,7	79,1	84	232,7	370,4	1061
	Минерал, г/л	0,21	0,22	0,24	0,22	0,23	0,19
	Кол. соль, тыс. т.	19,5	17,4	20,2	51,2	85,2	201,6
Дупули	Сток, млн. м <sup>3</sup>	119,5	99	110,3	150,4	395,8	941,5
	Минерал, г/л	0,27	0,27	0,27	0,28	0,24	0,24
	Кол. соль, тыс. т.	32,3	26,7	29,8	42,1	95,0	226,0
Гидропосты	Элементы баланса	Месяцы					
		VII	VIII	IX	X	XI	XII
Хушекат	Сток, млн. м <sup>3</sup>	1291,3	992,1	486,2	200,9	136,2	112,8
	Минерал, г/л	0,16	0,21	0,19	0,18	0,19	0,2
	Кол. соль, тыс. т.	206,6	208,3	92,4	36,2	25,9	22,6
Дупули	Сток, млн. м <sup>3</sup>	1190,4	908,7	473,1	342,9	280,8	220
	Минерал, г/л	0,2	0,21	0,17	0,24	0,26	0,26
	Кол. соль, тыс. т.	238,1	190,8	80,4	82,3	73,0	57,2

В период 1965-1979 гг. общий годовой сток р. Зерафшан с максимумом в июне-августе месяцы регистрируется в селе Хушеката, в это время её значение достигает 5139,2 млн. м<sup>3</sup>. Расчеты водного баланса с отрицательной разницей в 130,3 млн. м<sup>3</sup> обусловлен неучтенным боковым притоком т.е., по р. Киштут отсутствуют гидрологические данные. В то же время 268844 тонны солей были переправлены вниз по течению.

Резкое увеличение степени минерализации воды в г. Бухары до 2,5-4,0 г/л происходит за счет сточных и коллекторно-дренажных вод. Согласно результатам атомно-абсорбционного анализа, изменение химического состава р. Зерафшан варьируется в широких пределах (мг.экв/‰): HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>: 15,0-28,0; Cl<sup>-</sup>: 11,74-27,0; SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>: 55,0-69,72; Ca<sup>2+</sup>: 27,0-36,79; Mg<sup>2+</sup>: 24,0-45,00; Na+K: 28,0-36,82. Согласно [Аналитический отчет..., 2011; Чембарисов, Шамсиев, 2012] на входе в РУ превышение нормы загрязняющих веществ наблюдается в отдельные месяцы: по нитриту 1,3-1,6 ПДК, фенолу – 2-4 ПДК и меди в пределах 1,2-4,1 ПДК. Также, в Бухарской области РУ в отдельные месяцы в реке установлено загрязнение нитратами до 3-7,6 ПДК, фенолами – 2,4, медью и хромом до 1,3-1,5 и органическими веществами до 4,5 ПДК.

В таблице 3.4 приводится комплексная оценка качества поверхностных вод территории РУ, на примере р. Зерафшан за 1999-2003 гг., а также автор [Ахмедов, 2004] этих данных утверждает, что поверхностные водные объекты территории Узбекистана делятся на 7 классов и воды вышеназванной реке лежать на II-III класса.



**Таблица 3.4. Комплексная оценка качества воды реки Зерафшан на узбекской части ее бассейна за 1999-2003 гг.**

Наименование пункта контроля	Индекс загрязненности вод				
	1999 г. класс	2000 г. класс	2001 г. класс	2002 г. класс	2003 г. класс
Нижний бьеф Первомай. плот.	0,64 II кл.	0,44 II кл.	0,73 II кл.	0,61 II кл.	1,05 III кл.
Ниже Талигулян. сбр.	0,79 II кл.	0,85 II кл.	1,00 II кл.	1,12 III кл.	1,42 III кл.
Ниже сбросов ПО «Навоизот»	1,44 III кл.	2,34 IV кл.	1,79 III кл.	1,45 III кл.	1,13 III кл.

Приведённые данные (таб. 3.3 и 3.4) показывают, что воды р. Зерафшан в нижнем течении загрязнены больше, чем в верхнем т.е., река на территории Узбекистана грязнее, чем на территории Таджикистана.

На ряду с этим, необходимо отметить, что в континентальном климате, неравномерном распределении поверхностных вод и загрязнении некоторых рек, таких как Сырдарья, Исфара, Вахш, Варзоб и др., использование подземных вод имеет большое социально-экономическое значение. Это означает, что подземные воды используются не только для питьевого и бытового использования, но и для производства на различные отрасли промышленности. БРЗ, как и другие горные районы РТ, является регионом, в котором поглощаются атмосферные осадки, и эти осадки в свою очередь являются источником питания подземных вод т.е., этот регион очень богат подземными водами. Подземные воды БРЗ сладки из-за своего минерального богатства и особенно сладки в некоторых местах, и эти воды могут быть разделены на чистые источники и минеральные воды. Однако в пределах Зерафшанской долины очень мало используются подземные воды, и для подтверждения этих слов в таблице 3.5 с целью сравнения, приводим водные ресурсы, обеспечение водой и ее водоиспользования по республике, Согдийской области и Зерафшанской долины.

**Таблица 3.5. Ресурсы подземных вод, км<sup>3</sup>/год**

	Прогнозные запасы	Утвержденные запасы	Степень разведки, %
Таджикистан	6,97	2,37	32
Согдийская область	3,8	1,25	45
Зерафшан	0,34	0,031	5

**Источник:** Султанов З., 1994.

Поэтому одним из важнейших и современных вопросов гидрогеоэкологии является изучение и исследование геоэкологического и гидрохимического состава подземных вод не только в Зерафшанском гидрологическом бассейне, но и во всех гидрогеографических районах.

Выход минеральных источников (их общее число 9) известен в пределах БРЗ, в т.ч. северного склона Гиссарского хр., где они приурочены к крупным глубоким трещинам – разломам широтного простирания. К ним относятся холодные, углекислые, минеральные источники Анзоб, Тикамар, Новобедак, Обишир, Сангхок, Табушн и др. В таблице 3.6 показаны химический состав минеральных источников БРЗ.

**Таблица 3.6.** Химический состав минеральных источников Зерафшанской долины

Источник	Минерализация, г/л	t, °C	Анионы мг/л			Катионы мг/л			Терапевтический активные компоненты, мг/л	
			Cl	SO <sub>4</sub>	HCO <sub>3</sub>	Na+K	Ca	Mg	H <sub>4</sub> SiO <sub>4</sub>	CO <sub>2</sub>
Обишир	3,5	12,0	43	423	2142	259	259	131	46	673
Новобедак	0,9	5,0	1	10	696	34	121	53	24	378
Анзоб	0,6	9,6	0,3	37	390	20	27	72	37	761
Каратобон	1,8	7,5	151	38	830	385	9	78	28	1430
Сангхок	1,9	9,5	44	30	1338	108	321	52	12	1300

*Источник: Крат В.Н., 1985.*

Дебиты источников низкие и лишь в отдельных случаях достигают 1,2 л/с (Сангхок). Температура вод колеблется с 5,0°C (Новобедак) по 12,0°C (Обишир). Для источников Сангхок и Каратобон минерализация вод находится в пределах 1,8-1,9 г/л. Воды источника Обишир более минерализованные (3,5 г/л) и состав его вод однообразный. Среди анионов преобладает гидрокарбонат, среди катионов кальций, натрий и магний. По полученным данным [Крат, 1985; Чурицина, 1999] содержание в минеральных лечебных водах углекислого газа колеблется от 378 мг/л (Новобедак) до 1430 мг/л (Каратобон).

Согласно [Баратов, 1977; Чурицина, 1999; Абборов, 2005] на северном склоне хр. Гиссар (перевал Анзоб), находится минеральный источник Анзоб, и он вытекает из крутого оползневого склона несколькими струями. Вода холодная, слегка соленоватая, насыщена углекислотой, содержит железо. Вода используется проезжими в летнее время как холодный, приятно освежающий, слегка газированный углекислым газом, напиток. Еще на северном склоне этого хр., в долине ручья Обишир (левый приток р. Джикурут) имеется минеральный источник Обишир (2570 м. н.у.м.). Вода холодная (9-11°C), соленоватая, углекислая, содержит железо, кремнекислоту и сероводород. Цвет воды беловато-молочный, поэтому называют Обиширом («Вода молочная»). В растворённом газе преобладает углекислота, в свободном - сероводород. Дебит воды в источник Обишир составляет 0,2-0,3 л/с. Вода источника используется местными жителями в лечебных целях.

Таким образом, в сельскохозяйственном водопотреблении основные проблемы связаны с низким техническим уровнем оросительных систем. В

промышленном водопотреблении основная задача заключается в переходе на замкнутые системы водоснабжения и в прекращении сбросов в реку неочищенных сточных вод. В коммунально-бытовом водоснабжении необходимо ускоренное строительство централизованных водопроводных систем и соответствующих мощностей очистных сооружений в городских и сельских населённых пунктах. Так как, рациональное использование водных ресурсов, кроме мероприятий по реконструкции оросительных систем, совершенствования техники и технологии полива, потребует разработки комплекса вопросов, связанных с эколого-экономической оценки воды.

### **3.2. Оценка влияния антропогенных нагрузок промышленных объектов на загрязненность водных ресурсов**

Во время существования, бывшего СССР, проблемы распределения водных ресурсов, загрязнения рек и другие аспекты водопользования имели внутригосударственный характер, и основным критерием была максимизация общих выгод на всем пространстве. Возникающая при этом несбалансированность отдельных регионов не имела в то время какого-либо значения, так как компенсировалась взаимными поставками энергоносителей, сельскохозяйственной и промышленной продукции. Сюда же относится и решение экологических проблем. При обретении республиками региона независимости, их национальные интересы сразу вышли на первый план, что привело к появлению ряда противоречий.

Из общего объёма сбрасываемых загрязнённых стоков, на долю промышленности приходится 2-2,5%. Загрязнение водных ресурсов происходит преимущественно в местах размещения объектов лёгкой, химической и горнорудной промышленности.

К потенциальным промышленным источникам загрязнения подземных вод относятся также хвостохранилища и различного рода накопители технологических отходов, отвалы горных пород, неорганизованные свалки бытовых отходов. Основными причинами загрязнения является необеспеченность противодиффузионными экранами, водоотводящими каналами, водосборниками и отсутствие мониторинга за состоянием и влиянием на окружающую среду. Сохраняется тенденция отрицательного влияния на водные объекты по мере экономического роста, вследствие недостаточности мощностей очистных сооружений и капложений.

В настоящее время на формирование гидрологического и гидрохимического режимов в среднем и нижнем течении р. Зерафшан наибольшее влияние оказывает орошаемое земледелие, которое характеризуется выносом значительного объёма коллекторно-дренажного стока. Химический состав воды р. Зерафшан в последние годы определялся на 8 створах [Чембарисов, Шодиев, 2010]. На створе у гидропоста Раватходжа (нижний бьеф плотина Первомай) минерализация воды в течение года изменялась от 0,21 до 0,36 г/л, состав воды сульфатно-гидрокарбонатный-натриево-кальциевый, она загрязнена шестивалентным хромом, цинком, медью. На створе у г. Навои, ниже по течению реки после

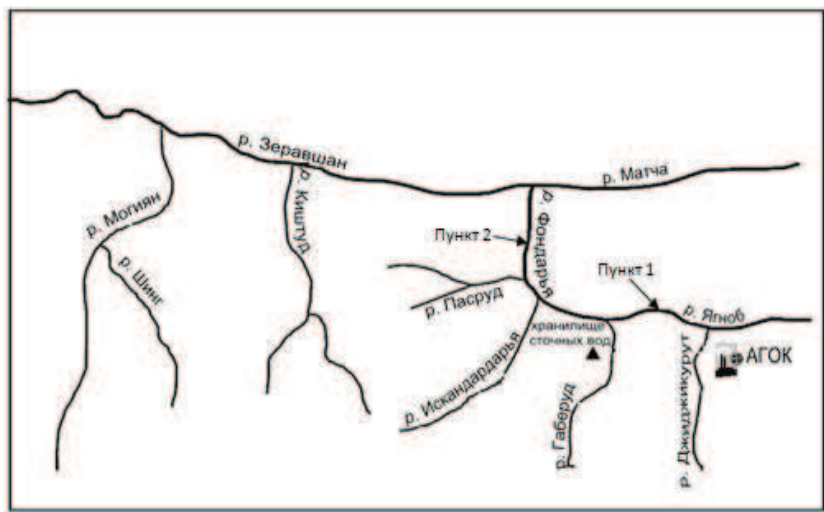
сбросов сточных вод ПО «Навоязот» минерализация воды изменяется в течение года от 0,98 до 1,62 г/л, что вызвано повышенным содержанием магния, натрия и сульфатного иона. Состав воды гидрокарбонатно-сульфатный-кальциево-магниевый-натриевый, она загрязнена теми же ингредиентами, что и в верхнем течении. Установлено, что наибольший уровень загрязнения был отмечен в 1984-1995 гг., в последующие годы он заметно понизился. Согласно [Аналитический обзор... 2012; Аналитический отчет..., 2011; Чембарисов, Шамсиев, 2012] проведенным расчётам, с орошаемой зоны в реки Зерафшан, Кашкадарья и Сурхандарья сбрасывается до 2,0-2,5 км<sup>3</sup>/год коллекторно-дренажных вод, что приводит к увеличению минерализации речных вод и ухудшению их химического состава.

Технология переработки включает процесс кучного выщелачивания с применением цианида натрия и дальнейшего электрохимического извлечения сплава Доре [Унифицированные методы..., 1971]. Поэтому основным направлением в охране подземных и поверхностных вод был избран контроль над содержанием цианида натрия в подземных водах вокруг комбината (его хвостохранилище) и в реках Магиян и Зерафшан. Мониторинг содержания цианида натрия по трем наблюдательным скважинам, находящимся ниже хвостохранилища, а также в пробах подземных вод (родника, скважины) и поверхностных вод (р. Магиян и Зерафшан) показал полное отсутствие его содержания. Выбросы в атмосферный воздух составили 381,17 т за 2004 год, из которых основной объем приходится на неорганическую пыль – 342,603 т. Учитывая расстояние от границы РУ, эти выбросы не могут оказывать какое-либо влияние на окружающую среду приграничного района РУ. АГОК занимается добычей руды и получением ртутно-сурьмяного концентрата по своему производственному назначению. Одной из главных экологических проблем комбината является выход из строя в 1996 г. пульпопровода, отводящего хвосты обогатительной фабрики на хвостохранилище. Хвосты обогатительной фабрики содержат в своем составе 0,56% сурьмы и 0,004% ртути. В июне 2003 г. был задействован временный шламоотстойник, куда до настоящего времени поступают жидкие отходы фабрики.

В период с 1996-2002 гг. комбинат производил прямой сброс отходов в р. Фан-Ягноб и естественно в нее и далее в р. Зерафшан поступило большое количество ртути и сурьмы с фабрики. Для определения степени загрязнения р. Зерафшан Магиянской геологической партией был проведен мониторинг и взяты пробы воды, почв и донных отложений вдоль реки. Вышеуказанные анализы были проведены вблизи г. Пенджикент и в 500 метрах от границы с РУ. Анализ воды были проведены на содержание в нем 14 химических элементов (кальций, магний, медь, свинец, сурьма, ртуть, кадмий, цинк и др.). Результаты анализов показывают, что содержание всех компонентов за исключением цинка, меди и никеля ниже ПДК. Превышение содержания цинка, никеля и меди связано с распространением рудных полей с высоким содержанием этих компонентов.

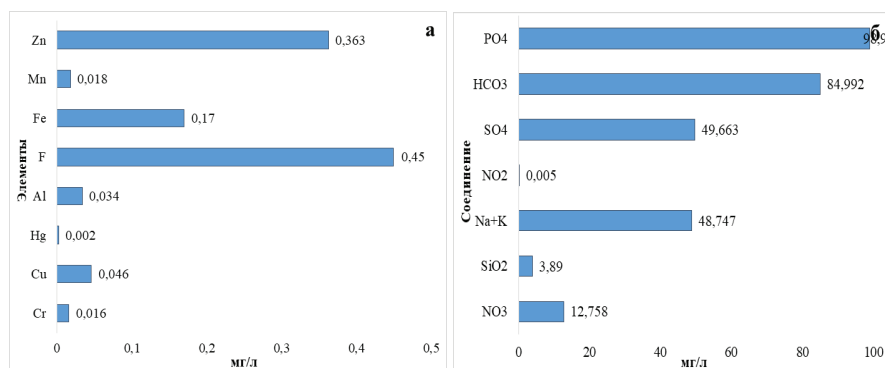
Поэтому р. Зерафшан считается одной из наиболее «загрязненных рек» ЦА. Проблема качества воды в бассейнах межгосударственных рек, в частности в БРЗ, усугубляется тем, что до настоящего времени отсутствует сеть обмена информацией о качестве водных артерий между сопредельными государствами ЦА, не разработан единый стандарт по оценке ПДК химических загрязняющих веществ [Toderich, Tsukatani, Mardonov et al., 2002; Чембарисов, Шамсиев, 2012; Норматов, 2016]. Проблема качества воды в БРЗ может быть связан со сточными водами АГОК и Зерафшанским золоторудным комбинатом (СП «Зерафшан»). Здесь, необходимо отметить, что СП «Зерафшан» по своему производственному назначению занимается добычей и переработкой золотосодержащих руд. Он расположен в отрогах Зерафшанского хр. вблизи р. Магиян в 30 км от границы РУ.

АГОК «Анзоб» (ныне совместное Таджикско-американское общество с ограниченной ответственностью) построен в 1944 г. на базе ртутно-сурьмяные месторождение Джикурут, специализируется на подземной добыче и переработке руд с выпуском ртутно-сурьмяного концентрата. В 1966 году, согласно решению, Правительство бывшего СССР, строительство нового комбината Джиджикурут началось недалеко от устье одноимённой реки, а в начале 1970-х годов комбинат назван АГОК. С целью предотвращения попадания выбросных отходов от АГОК в р. Джикурут в 1966-1970 годы был реконструирован горнопромышленный комплекс с сооружением хостохранилища в деревне Работ, в 8-10 км от места расположения АГОК на левом берегу р. Ягноб. В этих условиях, исследования, направленные на установление степени влияния промышленных объектов, коммунально-бытовых и возвратных вод из сельскохозяйственных земель на качество воды р. Зерафшан и изучение процессов поступления химических элементов ледниковыми стоками в реку, несомненно, представляются актуальными. Схема расположения АГОК и пунктах отборов проб воды представлен на рис. 3.3.

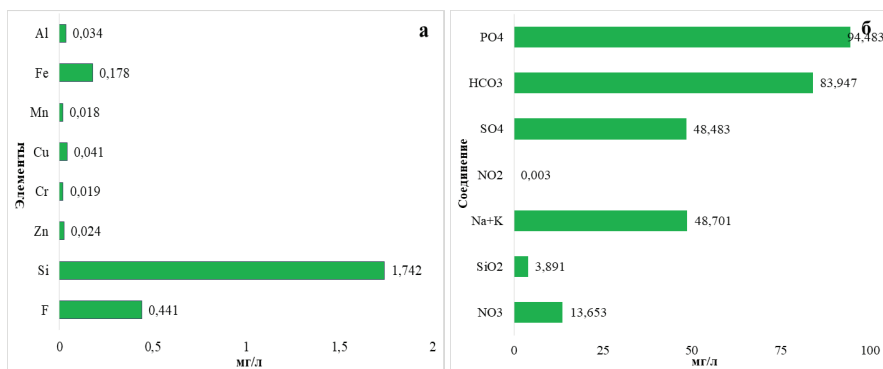


**Рис. 3.3.** Схема расположения Анзобского горно-обогатительного комбината и пунктах отборов проб воды

Для оценки влияния АГОК на изменение химического состава воды р. Зеравшан в течение 2012-2016 годов проводился отбор проб воды в пунктах 1 и 2 (рис. 3.3), расположенных, соответственно, выше хвостохранилищ (р. Ягноб) и ниже хвостохранилищ (р. Фандарья) сточных вод комбината, с периодичностью три раза в месяц на весеннем-летнем времени. Пробы воды брали с поверхности. Результаты химического анализа отбора проб воды из точек 1 (до хранилища) и 2 (после хранилища) представлены на рисунках 3.4 и 3.5 соответственно.



**Рис. 3.4.** Результаты химических анализов проб воды реки Зеравшан, отобранных до хранилища сточных вод АГОКа



**Рис. 3.5.** Результаты химических анализов проб воды реки Зерафшан, отобранных после хранилище сточных вод АГОКА

На рис. 3.4 и 3.5 показан химический состав вод, отобранных, в пунктах 1 и 2 (рис. 3.3) выше и ниже хранилища АГОК соответственно. Результаты химического анализа на рис. 3.4 и 3.5 ясно показывают, что промышленные отходы АГОК-а не имеют отрицательные влияние на химический состав воды р. Зерафшан. В значениях результатов химических анализов р. Фандарьи до и после хранилища не наблюдается большая разница. Сравнение значений результатов на рис. 3.4 и 3.5 показывает, что химический состав воды в пределах наблюдаемого участка реки существенно не изменился.

Необходимо отметить, что содержание оксида азота, фтора, алюминия, железа, марганец, меда, хрома, цинка и других химических элементов в воде р. Зерафшан гораздо ниже установленной для них ПДК. Полученные результаты, в ходе полевых исследований и изучения научной литературы, подтверждают, что водные ресурсы вышеуказанного бассейна соответствуют установленным стандартам для чистой питьевой воды. Нами проведение анализы подтверждают, что даже самая крупная промышленная предприятия Зерафшанской долины – АГОК не влияет на качества и состав воды р. Зерафшан. По данным табл. 3.4 и согласно и другим данным [Шодиев, Чембарисов, 2007], загрязнение рек в основном происходит в низовьях т.е., на территории РУ коллекторно-дренажными, промышленными и коммунально-бытовыми сбросами Самаркандской области и г. Навои.

Отмечено содержание сурьмы в подземных водах (в створе плотины Первомай) 0,001-0,11 мг/л, водозаборе Чупанатинский 0,001-0,008 мг/л (ПДК – 0,05 мг/л) и других водозаборах. Содержание сурьмы в воде уменьшается в направлении вниз по течению реки. Мониторинг за специфическими ингредиентами (сурьма, ртуть, кадмий, стронций и др.) осуществляется с 2002 г. И в результате природоохранных мероприятий и ужесточения контроля за сбросами сточных вод в реку качество воды улучшилось и индекс загрязненности воды в 2004 г. в створах на границе с РТ и практически на всем протяжении (за исключением створа после г.

Самарканд) соответствовала индексу загрязненности воды II класса – чистые воды [Шодиев, Чембарисов, 2007; Абдушукуров, Кобулиев и др., 2015].

Необходимо отметить, что более чем 90% загрязнения поверхностных вод вызвано сбросом коллекторно-дренажных вод, отводимых с орошаемых земель. Из-за традиционной технологии бороздового полива, доминирующего в РТ и отсутствия природных водоприёмников для аккумуляции сбросных ирригационных и коллекторно-дренажных вод, происходит загрязнение поверхностных и подземных вод соединениями азота, фосфора, пестицидами и продуктами эрозии. Проблемы загрязнения водных объектов сельскохозяйственными стоками существует практически во всех регионах республики, но особенно остро они ощущаются в Согдийской области РТ [Аминов, Рахимов, 2014]. Минерализация воды при норме 1000 мг/л в реке Сырдарья превышена в 1,2-1,4 раза, по остальным основным бассейнам она сохраняется в пределах 150-700 мг/л.

Таким образом, р. Зарафшан является горной рекой, и изменения химического состава ее водных артерий, минерализация ее притоков и самой реки тесно связано с горными породами и почвой. Известно [Абдушукуров, Кобулиев и др., 2015; Абдушукуров, Кобулиев, Салибаева, 2016], что выщелачивание химических составляющих горных пород и почв происходит в следующем порядке. Сначала вымываются легкорастворимые соли – хлориды магния и натрия, затем трудные растворимые сульфаты магния и натрия и, наконец, карбонаты кальция и магния; оксиды кремния и железа и алюминия вымываются последними из состава почвы. Для этого нужно регулярно проводить отборы проб и анализы стабильных изотопов в течение года или нескольких лет. Чтобы получить более детальную картину состояния водных ресурсов в этом регионе, необходимо развивать данное направление исследований.

### **3.3. Изучение гидрохимии реки Зерафшан и ее притоков, и перспективы водной охраны**

Наряду с геоэкологическими и химическими свойствами, другой показатель качества т.е., физическая характеристика воды является мутность, и она имеет важное значение для горной реки. Мутность воды в р. Зерафшан равен 0,88 кг/м<sup>3</sup>, ее взвешенные наносы близко к гидропоста Дупули достигает 137 кг/с т.е., ежегодно вышеназванная река приносит 4 310 000 т различных горных пород. Здесь можно делать вывод, что ежегодно от каждого квадратного километра ее бассейна в размере 421 т обмываются различные материалы и горные породы. По имеющим данным [Шульц, 1969], после слияния р. Магиян среднее взвешенные наносы р. Зерафшан равняется 141 кг/с т.е., такое значение в течение года достигает 4 440 000 т. Поскольку р. Зерафшан и все ее притоки являются горными реками, и они протекают с большим уклоном, она имеет большое количество взвешенных наносов. Чтобы подтвердить эти слова, в таблице 3.7 приведены средние, максимальные и минимальные месячные данные мутности воды в р. Зерафшан в период 1971-1984 гг. (по данным гидропостам Дупули).



*Таблица 3.7. Среднемесячные данные мутности воды р. Зерафшан, г/м<sup>3</sup>*

Годы	Значение	Месяцы											
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1971	Сред.	-	-	-	140	280	610	830	800	260	-	-	-
	max	-	-	-	330	610	1500	1500	1600	820	-	-	-
	min	-	-	-	37	65	320	370	93	40	-	-	-
1972	Сред.	-	-	-	130	260	480	410	330	300	-	-	-
	max	-	-	-	490	1600	1100	880	760	840	-	-	-
	min	-	-	-	28	54	150	86	110	82	-	-	-
1973	Сред.	-	-	-	130	260	850	1300	1200	390	-	-	-
	max	-	-	-	430	840	1400	2500	1800	1000	-	-	-
	min	-	-	-	17	74	290	840	610	160	-	-	-
1974	Сред.	-	-	-	150	330	430	860	590	290	-	-	-
	max	-	-	-	630	1300	890	1600	1000	1100	-	-	-
	min	-	-	-	45	150	150	400	190	43	-	-	-
1975	Сред.	-	-	-	140	275	1210	810	720	310	-	-	-
	max	-	-	-	400	736	3700	2300	2410	1650	-	-	-
	min	-	-	-	30	142	360	390	530	95	-	-	-
1976	Сред.	-	-	-	120	190	910	1100	970	290	-	-	-
	max	-	-	-	310	320	1750	2700	3100	1430	-	-	-
	min	-	-	-	27	47	165	430	490	120	-	-	-
1977	Сред.	-	-	-	135	210	1300	2600	1600	390	-	-	-
	max	-	-	-	290	900	4200	4300	3300	1100	-	-	-
	min	-	-	-	21	38	350	1000	640	100	-	-	-
1978	Сред.	-	-	-	140	240	650	1080	1060	290	-	-	-
	max	-	-	-	260	460	1440	2750	3410	1050	-	-	-
	min	-	-	-	30	75	120	920	940	110	-	-	-
1979	Сред.	-	-	-	110	220	850	1300	940	190	-	-	-
	max	-	-	-	290	480	1800	2200	2100	490	-	-	-
	min	-	-	-	30	80	110	550	330	15	-	-	-
1980	Сред.	-	-	-	130	261	670	960	730	380	-	-	-
	max	-	-	-	260	483	1130	2570	2600	1100	-	-	-
	min	-	-	-	40	85	97	130	270	90	-	-	-
1981	Сред.	-	-	-	170	380	420	1400	660	230	-	-	-
	max	-	-	-	600	1400	1300	2700	1900	590	-	-	-
	min	-	-	-	45	100	100	390	160	65	-	-	-
1982	Сред.	-	-	-	130	290	680	850	1600	180	-	-	-
	max	-	-	-	410	880	3100	2500	6100	460	-	-	-
	min	-	-	-	15	17	100	290	67	22	-	-	-
1983	Сред.	-	-	-	120	280	660	1100	1000	230	-	-	-
	max	-	-	-	510	760	2700	2650	2600	570	-	-	-
	min	-	-	-	23	40	110	260	98	55	-	-	-

1984	Сред.	-	-	-	140	310	720	830	900	330	-	-	-
	max	-	-	-	630	820	3200	2400	2500	790	-	-	-
	min	-	-	-	35	50	120	260	270	48	-	-	-

По данным табл. 3.7 ясно, что содержание воды в р. Зерафшан чистое в течение шести месяцев (январь-март и октябрь-декабрь) и мутные в течение следующих шести месяцев (с апреля по сентябрь). Мутность воды в вышеназванной реке начинается в апреле месяце, достигает максимального значения в июне и июле месяцы, и снова снижаясь в сентябре месяце. Поэтому явно, что мутность воды в р. Зерафшан тесно связана с повышением температуры воздуха и таянием ледников. Минимальное значение мутности для периода 1971-1984 гг. в апреле равен  $15 \text{ г/м}^3$ , в мае –  $17 \text{ г/м}^3$ , в июне –  $97 \text{ г/м}^3$ , в июле –  $86 \text{ г/м}^3$ , в августе –  $67 \text{ г/м}^3$  и в сентябре –  $15 \text{ г/м}^3$ . В течение того же периода максимальные значения мутности для всех мутных месяцев наблюдались следующие цифры:  $630 \text{ г/м}^3$ ,  $1600 \text{ г/м}^3$ ,  $4200 \text{ г/м}^3$ ,  $4300 \text{ г/м}^3$ ,  $6100 \text{ г/м}^3$  и  $1650 \text{ г/м}^3$ , соответственно. С 1971 по 1984 год средний показатель мутности воды р. Зерафшан равен таким значениям в месяц:  $194 \text{ г/м}^3$  (апрель),  $390 \text{ г/м}^3$  (май),  $1004 \text{ г/м}^3$  (июнь),  $1316 \text{ г/м}^3$  (июль),  $1263 \text{ г/м}^3$  (август) и  $430 \text{ г/м}^3$  (сентябрь). По расчётным данным табл. 3.7 минимальная многолетняя значения достигает  $49,5 \text{ г/м}^3$ , максимальная многолетняя значения –  $3080 \text{ г/м}^3$  и средняя многолетняя значения –  $766,7 \text{ г/м}^3$ , а также средняя сумма многолетняя значения равен на  $32200,2 \text{ г/м}^3$ .

Данные табл. 3.7 еще раз утверждают, что в процесс формирования стока температура воздуха в апреле-сентябре месяцы являются наиболее значимой, а также продолжительность сезонных осадков и интенсивность таяния «вечных» снегов играют особую роль в этом процессе. Согласно климатическим мониторингам, температура воздуха данного периода, за последние десятилетия, имеет тенденцию к повышению, что способствует более интенсивному таянию ледников, вызывая их деградацию и увеличение ледниковой составляющей стока, особенно на ледниково-снежного питания горных рек.

Река Зерафшан становится полноводной два раза в год. Первый паводок начинается в марте (после пробуждения) и длится до конца мая-июня, что называется «небольшим затоплением». Это наводнение происходит из-за таяния сезонных снегов и сильных дождей (небольшая доля), и после этого паводка перерыв занимает 1,5-2 недели, а воды в реке становится немного меньше. Далее, с начала июля начинается большое наводнение, которое обычно длится 42 дня (с 13 июля по 25 августа). Второй паводок происходит из-за таяния ледников, и мутность в достаточной мере возрастает, реки и притоки омываются. Снижение воды на реке Зерафшан начинается в конце августа и длится до марта. Если сток воды по реке в июле составляет 25,4% от годового потребления, то в марте он составляет всего 1,84% от годового потребления. Поток воды р. Зерафшан в марте-июне составляет 30,3%

годового, в период с июля по сентябрь 56% годового потребления и в октябре-феврале 13,7 годового потребления.

Из этого стало ясно, что наряду с антропогенной и промышленной влиянием, изменение климата тоже влияет на геоэкологическое состояние и физико-химический состав водных ресурсов. Загрязнение окружающей среды сегодня носит глобальный характер, поскольку не имеет государственных, национальных или религиозных границ. Увеличение загрязнения увеличивает риски и опасности стабильного процесса биосферной системы, в т.ч. человечества. По оценкам экспертов во всем мире одним из основных источников загрязнения окружающей среды является использование интегрированных топливно-энергетических систем, на которых в настоящее время приходится около 48% выбросов в атмосферу, 36% загрязнения воды и 30% других токсичных отходов. Этот процесс, в свою очередь, явно влияет на физико-химический состав водных ресурсов т.е., организуется гидрохимический метеорологический и гидрологический цикл.

Естественно, химические элементы и соединения могут транспортироваться водой на большие расстояния. Например, установлено, что соединения урана в гидрокарбонатной воде можно транспортировать на 30-80 км. Поэтому, хотя АГОК находится в зона верховная по течению т.е., место формирования р. Зерафшан, ее влияния может уносить поток воды. Поэтому изучение, исследование и наблюдение за промышленными отходами АГОК и их влияния на изменения химического состава воды р. Зерафшан очень актуальны.

Для установления механизмов транспортировки, депонированных в сезонных снегах загрязняющих веществ в притоках и далее в основном течение р. Зерафшан, проводились комплексные физико-химические исследования состава вод основных её притоков. Отбор проб воды и соответствующие анализы проводились на основании руководящего документа ГОСТ 2874-82 [Аналитический отчет..., 2011; Вода питьевая..., 1984; Унифицированные методы..., 1971].

Для мониторинга и оценки характеристики загрязненности воды различных водных объектов БРЗ, проводился несколько отборов проб воды. Далее их будем сравнивать с химическим показателям воды с других водных объектов вышеназванного бассейна, такие как Фандарья, Ягноб, Киштут, Сангистан, Шаватки боло, Гузари бод, Томин, Оби Токман, Вашан и Джума.

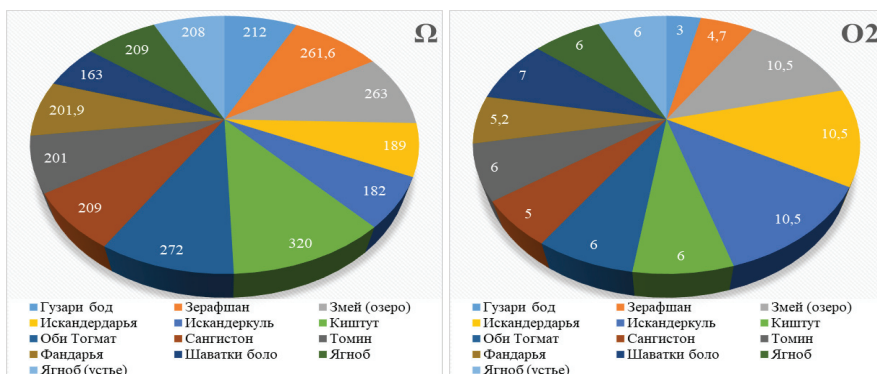
На рис. 3.6 показано расположение сопоставимых водных объектов в бассейне озера Искандеркул и БРЗ.

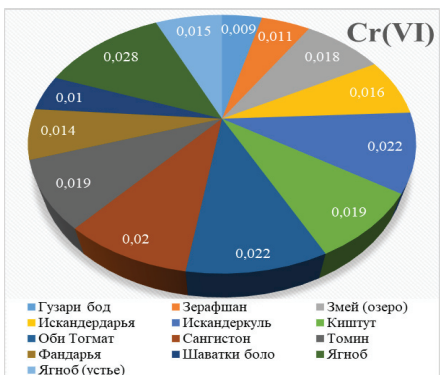
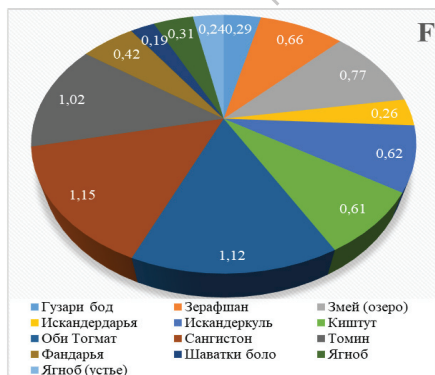
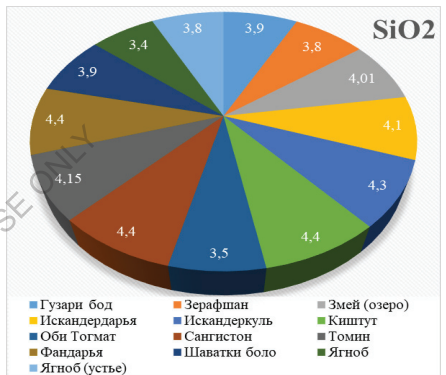
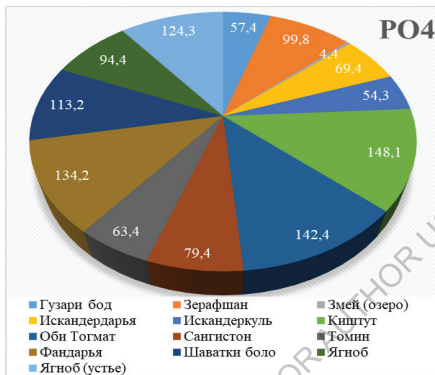
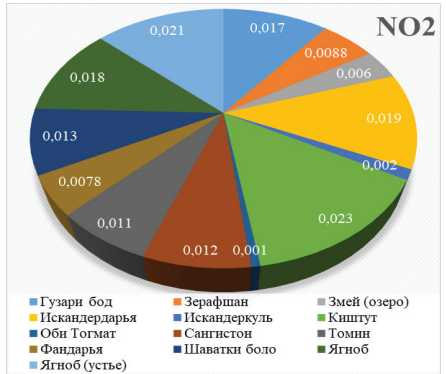
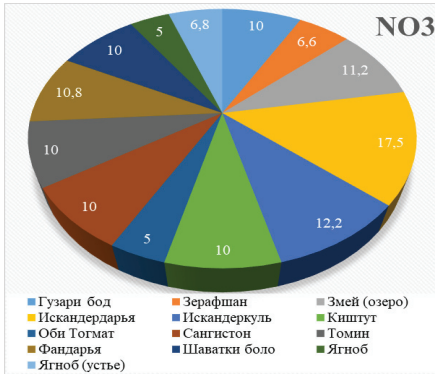


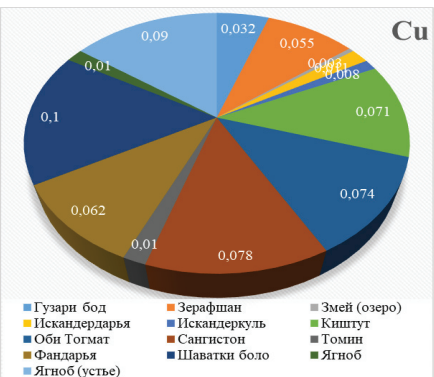
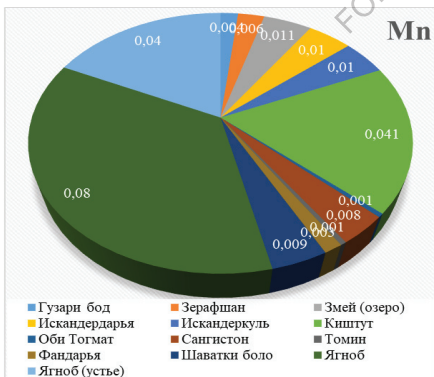
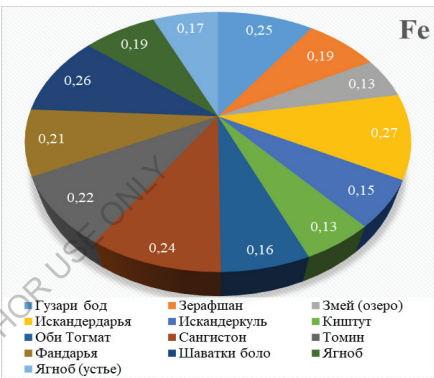
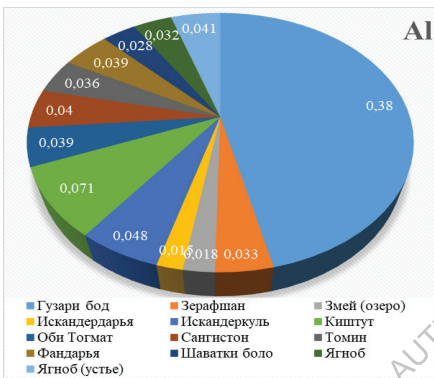
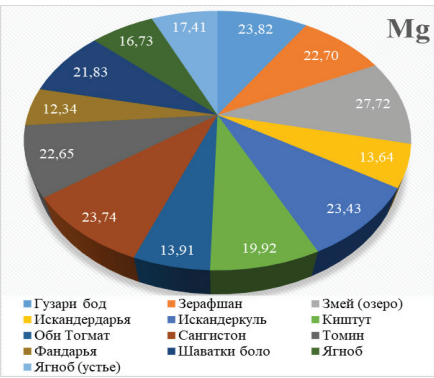
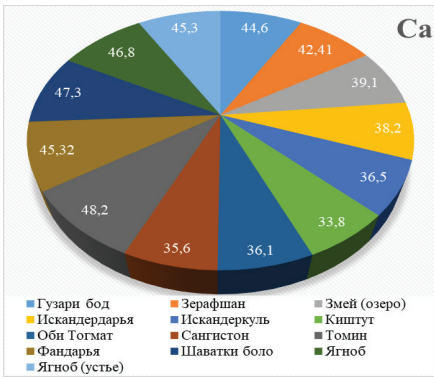
Рис. 3.6. Схема расположения водных объектов в бассейнах озера Искандеркуль и реки Зерафшан

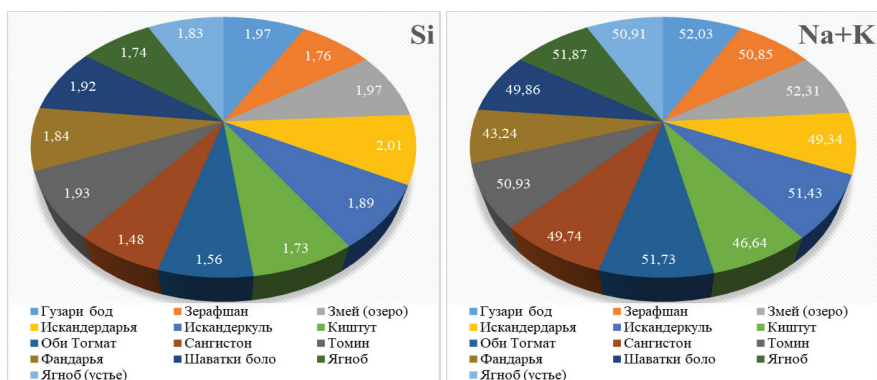
Мониторинг качества поверхностных вод (рек, озер, водохранилищ) проводится на гидрохимической сети по правилам, устанавливающим единые требования к организации и проведению наблюдений и обработки получаемых данных [Унифицированные методы..., 1971].

Поскольку верховья БРЗ, особенно Фанских гор, где находится бассейн озера Искандеркуль имеет сложный, горно-ущельный и высокогорный рельеф и ограниченная возделываемая земля, поэтому сельскохозяйственный сектор слабо развит. Поэтому гидрохимия водных ресурсов вышеназванного бассейна тесно связана с минералогии горных пород водозаборной площади. Поэтому химический состав водных объектов вышеуказанного бассейна различаются друг от друга. Следовательно, можно ожидать, что поступление стока коллекторно-дренажных вод с высокой степенью минерализации в реку является незначительным. На рис. 3.7 представлены результаты химических анализов водных объектов верхнего и среднего течения р. Зерафшан.









**Рис. 3.7.** Показатели состава и свойства вод водных объектов верхнего и среднего течения реки Зерафшан

Анализ, представленный на гистограммах данных по составу вод, демонстрирует, что притоки р. Зерафшан на верховье реки не испытывают антропогенную нагрузку, и их минерализация в основном обусловлена смыванием водой прибрежных минеральных отложений.

Естественно, что в формирование гидрохимии и водного баланса р. Зерафшан определенный вклад вносят ее притоки. В настоящем разделе представлены результаты физико-химических анализов основных притоков р. Зерафшан, протекающих из самого верхнего водосбора реки т.е., близкие к самому леднику Зерафшан. В табл. 3.8 обобщены результаты химических анализов расположения притоков на самом верховье р. Зерафшан близкие к леднику Зерафшан, которые были водными объектами.

**Таблица 3.8.** Содержание химических анионов и катионов в верхних притоках реки Зерафшан

№	Река	мг/л						
		Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Cl <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>
1.	Рама	21,704	3,696	0,618	0,190	0,10	0,825	6,643
2.	Россиндж	14,587	1,111	0,406	0,187	0,066	0,441	1,975
3.	Дихаданг	20,166	2,584	1,443	0,827	0,225	1,703	35,036
4.	Дехавз	12,308	3,602	1,157	1,143	0,220	1,836	29,941
5.	Тро	17,301	4,261	1,176	1,392	0,217	1,919	42,485
6.	Самджон	11,052	2,495	1,055	1,411	0,181	1,552	31,449
7.	Ярм	13,347	3,195	0,980	0,224	0,152	1,357	26,650
8.	Сабаг	27,013	7,087	1,662	0,401	0,232	1,788	42,296
9.	Дашти-обурдон	45,725	19,404	4,910	0,929	0,851	2,422	70,125

Общеизвестно, что ионы Na<sup>+</sup> по распространенности среди катионов стоят на первом месте и Na в своих соединениях проявляет степень

окисления +1. Na как одновалентный ион, вытесняется из поглощенного комплекса пород и почв двухвалентными ионами Ca и Mg, что способствует его накоплению в природных водах. Максимальное содержание Na<sup>+</sup> содержится в притоке Даштиобурдон, где концентрация выявлена 4,910 мг/л и минимальное содержание выявлено в притоке Россиндж 0,406 мг/л (табл. 3.8).

Относительная концентрация ионов K<sup>+</sup> в атмосферных осадках значительно выше, чем в других видах природных вод. Это объясняется иными условиями формирования химического состава вод в атмосфере. Как видно, из табл. 3.8, что максимальное содержание K<sup>+</sup> содержится в притоке Самджон (1,411 мг/л), а самое низкое содержание K<sup>+</sup> в притоке Россиндж (0,187 мг/л).

Как известно, повышенные содержания хлоридов ухудшают вкусовые качества воды, делают ее малоприспособленной для питьевого водоснабжения и ограничивают применение для многих технических и хозяйственных целей, а также для орошения сельскохозяйственных угодий. Если в питьевой воде есть ионы Na<sup>+</sup>, то концентрация Cl<sup>-</sup> выше 250 мг/л придает воде соленый вкус. В исследуемых пробах хлориды соответствуют норме по ГОСТ 2874-82 «Вода питьевая» [Унифицированные методы..., 1971; Вода питьевая..., 1984]. Максимальная концентрация Cl<sup>-</sup> содержится в притоке Даштиобурдон 0,851 мг/л, остальные пробы содержат низкое количество хлоридов в своем составе (табл. 3.8).

Гидрокарбонатные ионы являются важнейшей частью химического состава природных вод. Гидрокарбонатные ионы встречаются во всех природных водах, кроме кислых. Накопление в водах ионов HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> лимитируется присутствием кальция, образующего с HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> слабо растворимую соль. В природных водах при преобладании Ca<sup>2+</sup> не наблюдается большое содержание ионов HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>. Обычно в реках и озерах оно не превышает 250 мг/л. Данные таб. 3.8 показывают, что максимальное содержание HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> содержится в притоке Даштиобурдон (2,422 мг/л), а минимальное содержание выявлено в притоке Россиндж 0,441 мг/л.

Содержание сульфатов в природных водах лимитируется присутствием в воде ионов кальция (Ca<sup>2+</sup>), т.к. образуемое ими соединение CaSO<sub>4</sub> малорастворимое. Поскольку ПДК сульфатов в воде для бытового водопользования и питьевого водоснабжения составляет 500 мг/дм<sup>3</sup>, поэтому вода во всех рассмотренных пробах соответствует санитарной норме по содержанию сульфат-ионов.

Жесткость воды обуславливается содержанием в ней растворимых солей (Ca<sup>2+</sup>) и магния (Mg<sup>2+</sup>). Различают воду мягкую (до 2 мг·экв/л), средней жесткости (2-10 мг·экв/л) и жесткую (более 10 мг·экв/л). Жесткость воды может служить в качестве санитарного показателя: увеличение жесткости может зависеть от загрязнения воды, т.к. одной из причин повышения жесткости является распад органических веществ, в результате которого образуется углекислота, способствующая выщелачиванию из почв солей жесткости – кальция и магния.



Показатели стабильных изотопов и химических элементов использовались для оценки качества поверхностных вод верховных притоков р. Зерафшан. Результаты физико-химических анализов показали, что загрязнение воды ионами химических веществ не превышает ПДК. К сожалению, единичные пробы, отобранные в рамках экспедиции, не дают основания для оценки влияния распределения осадков, речного стока и подземных вод на системы водопользования. Для этого нужно проводить регулярно отборы проб и анализы стабильных изотопов в течение года или нескольких лет. Чтобы получить более детальную картину состояния водных ресурсов в этом регионе, необходимо развивать данное направление исследований.

### 3.4. Исследование гидрохимии озера Искандеркуль и рек, впадающих в него как фактор экологического развития долины

По количеству озер Зерафшан занимает второе место после Бадахшана (Памира) [Насыров, Хасанов и др., 1970; Никитин, 1987; Аброров, 2003]. По данным вышеназванных авторов в бассейне р. Магиян находятся 16 озер, в бассейне р. Киштут – 28, в бассейне р. Пасруд – 4 и в р. Искандердарьи – 12 озер. Озера БРЗ в основном расположены на ложбине юго-западной части хр. Зерафшан и северных склонах хр. Гиссар. Общее количество озер Зерафшана достигает 60, и их общая площадь занимает 9,18 км<sup>2</sup> и, во всех озерах хранится 299,0 млн. м<sup>3</sup> воды.

На табл. 3.9 показаны основные морфологические показатели самых больших озёр БРЗ.

**Таблица 3.9.** Основные морфометрические показатели крупнейших озер бассейна реки Зерафшан

Название озера	Бассейн	Высота, м	Площадь поверхности, км <sup>2</sup>	Объём воды, млн. км <sup>3</sup>	Длина, км	Средняя ширина, км	Глубина, м	
							Среднее	Наибольшее
Куликалонское	Ки ут	2832	0,60	2,05	1,500	0,40	2,4	11,8
Зиярат	– / –	2820	0,0	0,008	0	0,031	1,0	2,4
Чукурак	– / –	2455	0	0,08	0,290	0,103		6,0
Буюнкуль	– / –	2500	0	0,09	0,173	0,116		9,5
Хиракуль	Пасруд	3540	0	0,09	0,632	0,079		5,6
Алоудинское	– / –	2780	0	0,42	0,520	0,154		0
Айваз	– / –	2780	0	0,06	0,320	0,062	,0	11 0
Хазорчашма	Шинг	2400	0,	25,1	2,050	0,454	0	5,0
Маргузар	– / –	2139	1	25,3	2,650	0,423	22,6	46,7
Хурдак	– / –	2080	0	0,09	0,197	0,102		9,6

Нофин	– // –	1779	0,50	4,76	2,750	0,182	9,5	41,3
Хушьёр	– // –	1701	0,10	0,73	0,770	0,130	7,3	15,0
Соя	– // –	1598	0,07	1,17	0,620	0,113	16,7	37,2
Мижган	– // –	1598	0,05	0,38	0,750	0,670	7,6	20,8
Искандеркуль	Искандердаря	2191	3,4	172	3,26	2,9	50,8	71,7

Как показано в таб. 3.9, самая популярная и большая озера северной части Таджикистана является Искандеркуль (39°04'28"N 68°22'06"E). Здесь, важно отметить, что правильное и основное название этого озера не Искандеркуль, а Искандекуль, потому что оно происходит от согдийского слова «исканда», что означает высокое, т.е. озеро, которой расположено на высотные местности (на таджикском языке называется «Баландкуль»). Цвет воды ни в одном из озер не повторяется, меняясь от нежно-зелёного до бирюзового и от голубого до темно-лилового. Если с научной точки зрения посмотреть на Искандеркуль, то это озеро завального типа, которое образовалось после обвала горной породы. Водоем образовался в древней ледниковой долине в результате отложения морены и горного обвала. Берега озера большей частью крутые, местами обрывистые; четыре террасы (располагающихся на высотах 17, 35, 90 и 117 м н.у. озера) свидетельствует о более высоком его уровне в прошлом.

Геохронологические исследования утверждают, что озеро Искандеркуль на самом деле образовалось в древней ледниковой долине, перекрытой моренными отложениями ледника и горным обвалом. Но окрестным жителям, как и побывавшим на озере туристам, больше по душе старинная легенда, чем сухие строчки научных трактатов. Тем более что завораживающая прелесть Искандеркуля как-то сама собой настраивает путешественника на поэтический лад.

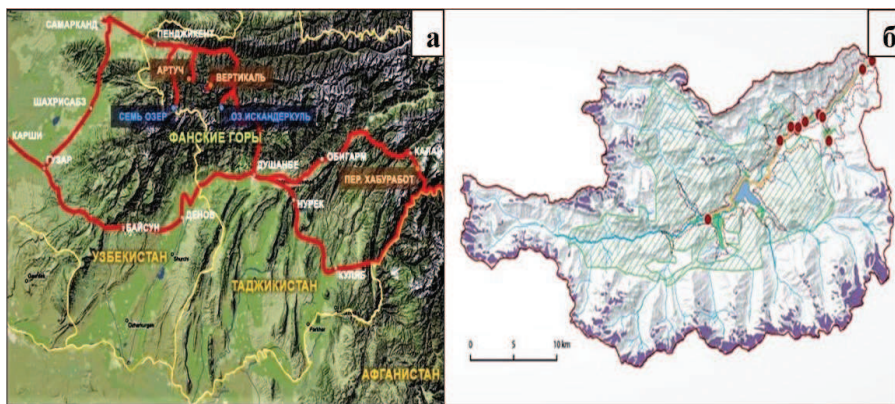
Мониторинг качества вод водно-рекреационных объектов, выявление и своевременное их устранение представляют огромное значение для предотвращения факторов, способствующих нарушению естественной динамики развития геоэкологических систем. Ныне наряду с природоохранными проблемами актуальной задачей по сохранению озера в натуральном виде является предотвращение загрязнения озера химическими элементами и соединениями.

Было отмечено, что к настоящему моменту отсутствуют достоверные данные по гидрохимии вод не только озера Искандеркуль, но всех водной артерии БРЗ [Норматов, Курбонов и др., 2016; Курбонов, Норматов, 2018; Курбонов, Митусов и др., 2020]. Необходимо отметить, что озера БРЗ до сих пор недостаточно изучены. При комплексном изучении озер БРЗ можно решать многие проблемы. Если эти озера полностью изучены, то необходимо развивать различные виды туризма (горный, водный, экологический). Поэтому всестороннее изучение озер БРЗ имеет значительное социально-экономическое значение.

В естественных условиях химический состав вод регулируется природными процессами. Поддерживается равновесие между поступлением химических элементов в воду и выведением их из нее. Промышленные, бытовые, сельскохозяйственные сточные воды, сбрасываемые в водные объекты, вносят большие изменения в их гидрохимический и биологический режим, изменяя качество воды [Фрумин, 1998; Дмитриев, Фрумин, 2004]. Потому в настоящее время одной из важнейших проблем, связанных с рациональным ведением водного хозяйства, является сохранение требуемого качества воды во всех водоисточниках.

Вынос химических веществ в озеро с водой рек можно рассматривать как интегральный показатель природных условий и хозяйственной деятельности на водосборе. Химический состав речных вод бассейна озера Исханкеркуль определяется: с одной стороны, общностью основных климатических условий региона; с другой стороны - различием в геоморфологическом строении, состава слагающих пород, объема и состава подземного составляющего стока, озерностью и заболоченностью отдельных частей бассейна, интенсивностью биохимических процессов выветривания пород и минерализации органического вещества.

Мониторинг качества поверхностных вод (рек, озер, водохранилищ) проводится на гидрохимической сети по правилам, устанавливающим единые требования к организации и проведению наблюдений и обработки получаемых данных [Фрумин, 1998; Дмитриев, Фрумин, 2004]. Система наблюдений за загрязнением поверхностных вод осуществляется в местах, подверженных влиянию хозяйственной деятельности человека и в районах минимального загрязнения - фоновые наблюдения (территории заповедников, парков, национальных парков). Хотя озеро Исханкеркуль считается одним из важнейших рекреационных и туристических объектов в РТ, но здесь нет не одной точки наблюдения качества воды.



**Рис. 3.8.** Схема расположения озера Исханкеркуль (а) и карта Исханкеркульской долины (б)

Согласно [Курбонов, Норматов, 2018] классификации природных вод по выделению гидрохимических фаций Г.А. Максимовича, Исханкеркуль входит в зону горных территорий гидрокарбонатной гидрохимической формации с преобладанием гидрокарбонатно-кальциевых вод. Необходимо отметить, что на озеро Исханкеркуль последние наблюдения сотрудниками АГ РТ проводились в 2003 году. По индексу загрязненности воды вода в озере относится ко II классу чистых вод. Качество воды по сравнению с 2002 г. значительно улучшилось, перейдя из IV класса загрязненных вод во II класс чистых вод.

Вода озера Исханкеркуль мало минерализована, и кислородный режим удовлетворительный, процент насыщения изменяется в пределах 51-83%. Содержание органического вещества менее 2,4 мг/л. Содержание биогенных и других компонентов не значительно.

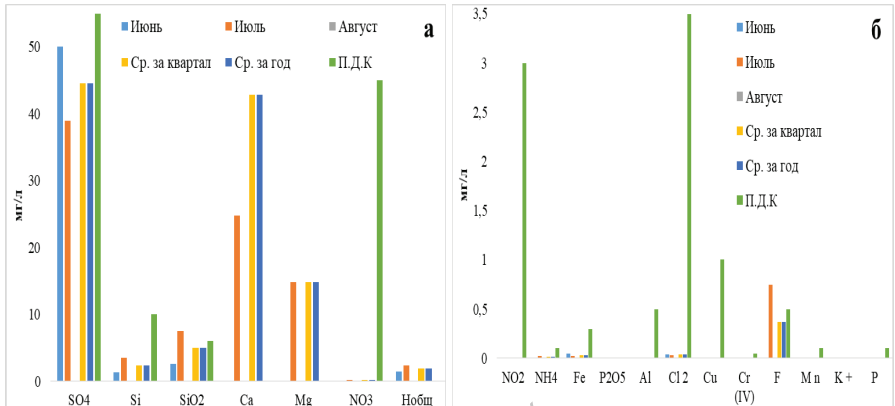
Для мониторинга и оценки характеристики загрязненности воды химического состава озера Исханкеркуля, в этой работе [Курбонов, Митусов и др., 2020] мы проводили несколько отборов проб воды до озера т.е., устье реки Саратаг и самой воды озера или истока реки Исханкердаря в июне, июле и августе месяцы 2017 года. На рис. 3.9 показаны места отбора проб воды озера Исханкеркуля. Следует отметить, что устье реки Саратаг – это южная часть озера и исток реки Исханкердаря – это северная сторона озера Исханкеркуль. Значит, р. Саратаг впадает в Исханкеркуль, а река Исханкердаря начинается от озера.



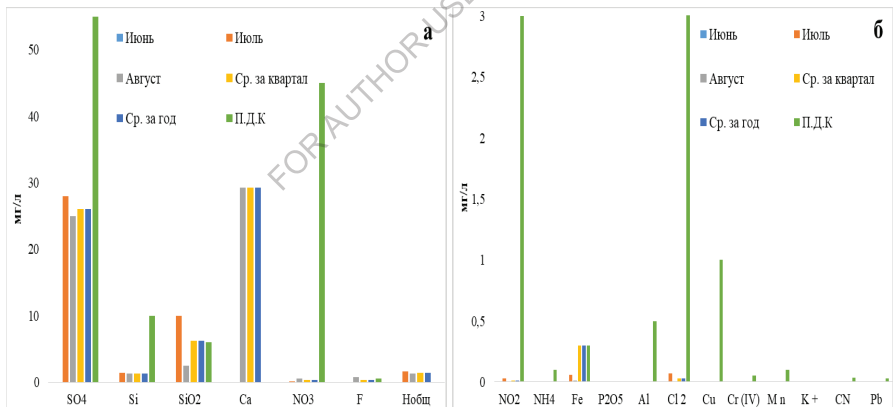
*Рис. 3.9. Гидрохимическое опробование вод озера Исханкеркуль*

В ходе летней экспедиции 2017 г. отбор проб воды оз. Исханкеркуль осуществлялся в двух точках. С помощью мобильной мини-лаборатории проводили экспресс-анализы, в том числе определяли рН и минерализацию.

После этого пробы были соответствующим образом подготовлены и отправлены в Душанбе для проведения более детальных анализов в лаборатории Агентство по гидрометеорологии РТ. Результаты наблюдений и анализ отбора проб воды, показан в рис. 3.10 и рис. 3.11.



**Рис. 3.10.** Характеристика загрязненности воды в устье р. Саратаг за период 2017 г. ПДК для питьевой воды.



**Рис. 3.11.** Характеристика загрязненности воды озера Искандеркуль за период 2017 г. ПДК для питьевой воды.

Приведённые результаты на рис. 3.10 и 3.11, показывают, что определенные компоненты как на устье р. Саратаг (рис. 3.10), так в озере Искандеркуль (рис. 3.11), незаметно отличаются друг от друга на обоих местах т.е., очень мало изменилось. Согласно результатам анализа, приведенные на рис. 3.10 и 3.11, можно сказать, что вода до озера т.е., устье р. Саратаг по сравнению с водой с озера является более мутным. Причинами

этого может быть наличие в ней песка, глины или неорганических соединений.

Также из приведенных результатов на рис. 3.10 и 3.11 видно, что у них в незначительных количествах отличается показатель количества содержащихся в воде растворенных веществ т.е., общая минерализация (на устье р. Саратаг, сред. за год 204,5 мг/л и для воды озера Искандеркуль – 161 мг/л соответственно). Наибольший вклад в общую минерализацию воды вносят распространенные неорганические соли (хлориды, сульфаты кальция, магния, калия и натрия), а также небольшое количество органических веществ.

Изучение экологических проблем бассейна озера Искандеркуля с точки зрения рекреации и туризма, а также гидрохимических параметров вод самого озера и смежных водотоков продолжалась в 2017 г. Результаты анализов, полученные летом 2017 г., будут использованы для уточнения мест отбора проб в рамках перспективных исследований и для разработки комплекса мероприятий по организации систем мониторинга экологического состояния водоема и управления природопользованием в бассейне озера Искандеркуль.

Количество и состав веществ, поступающих с водосбора, является одним из главных факторов, влияющих на формирование химического состава воды озера Искандеркуль. Основная роль в этом поступлении принадлежит рекам. В озеро впадают реки Саратаг, Хазормеш, Кончоч, Арг, Парешон, Дукдон и Соминг. Кроме того, в озеро впадают мелкие горные речки. Из озера вытекает река – Искандердарья, которая через 30 км впадает в р. Фандарья, в одну из главных притоков р. Зерафшан [Курбонов, Митусов и др., 2020]. Также, недалеко от озера, на р. Искандердарья, расположен крупный водопад, называемый «Фанская Ниагара». Водопад располагается в узком ущелье, высота падения воды составляет 43 метра. Подойти к водопаду можно лишь по верху, прямо над ним установлена металлическая смотровая площадка.

Среди озер бассейна озеро Искандеркуля известны как сама Искандеркуль и Морон, Каракуль, Париян, Сасикуль, Мутный, Анкантад, Фирузкуль и др. Эти озера расположены в бассейне р. Саратаг, Хазорим и Сарима, которые относятся к бассейну р. Искандердарья. Необходимо отметить, что, кроме озер Искандеркуль и Морон, другие озера бассейна р. Искандердарья были недостаточно исследованы.

*Озеро Морон* (39°5'15"N 68°22'18"E). Он расположен на устье р. Сарима, к северу от озера Искандеркуль. Озеро Морон упоминается в географической и туристической литературе с названиями Вереккуль, Земля Мулла и Внутренняя Сарима. Из исследований и наблюдений обнаружено, что озеро Морон существовало 2400-2500 лет назад, прежде чем оно было большим заливом на севере Искандеркуль. С северо-восточной стороны к югу озеро имеет длину около 250 м, а ширина на северо-востоке достигает 70-80 м и на юго-западном направлении составляет 15-20 м.

*Озеро Куликалон* (39°15'10"N 68°10'16"E). Это озеро расположено на северо-западном склоне Фанских гор и истоки р. Артуч, который называется р. Уреч. Озеро Куликалон расположено н.у.м. на высоте 2832 м, ее ширина 400-600 м, площадь водозабора 10,4 км<sup>2</sup>, площадь поверхности 0,75 км<sup>2</sup>, длина 1,5 км, глубина 2,4 м (самое большое 11,8 м) и объем воды 1,8 млн. м<sup>3</sup>. В северо-восточной стороне озера Куликалон расположены много озер, таких как Джангали, Сиёх, Молшуй, Душоха ва Ойкуль, которые в настоящее время изучены не полностью. Кроме того, у бассейна р. Артуч на высоте 2820 м находится озеро Зиярат. Его длина составляет 260 м, ширина - 0,057 км, глубина - 2,4 м и объем воды - 0,008 млн. м<sup>3</sup>.

*Алоудинское озеро* (39°14'16"N 68°15'21"E). Эти озера расположены в бассейне р. Пасруд, является левый приток р. Фандарья. Пасрудская долина находится к востоку от восточных циклонов Фанских гор. Рельеф Пасрудской долины очень сложная, она разделится на разные долины и длины их составляют 3-4, а иногда достигают 4-5 км. Из середины этой долины текут реки Турзуль, Имнат, Бодхона, Сурхоб, Ходжакиб, Реват, Агба, Чапдара и др., и они составляют р. Пасруд.

Как уже упоминалось выше, бассейн озера Искандеркуль имеет много озер и рек. Поэтому ниже хотим дать гидролого-географические характеристики некоторых рек, впадающих в озеро.

*Река Саратаг* (39°3'8"N 68°20'2"E) впадает с юго-западной стороны на озеро Искандеркуль, ее длина достигает 35 км и площадь водозаборного бассейна составляет 562 км<sup>2</sup>. Наибольшее значение расхода воды приходится в июне-августе месяцы, а в июле месяце максимальное значение и соответственно, маловодье наблюдается в феврале месяце. Среднегодовой расход р. Саратаг составляет 13,5 м<sup>3</sup>/с, и она ежегодно приносит в вышеназванное озеро 3760 т наносов. Самые крупные притоки р. Саратаг являются Карокуль, Замбар, Кончоч, Арг и др.

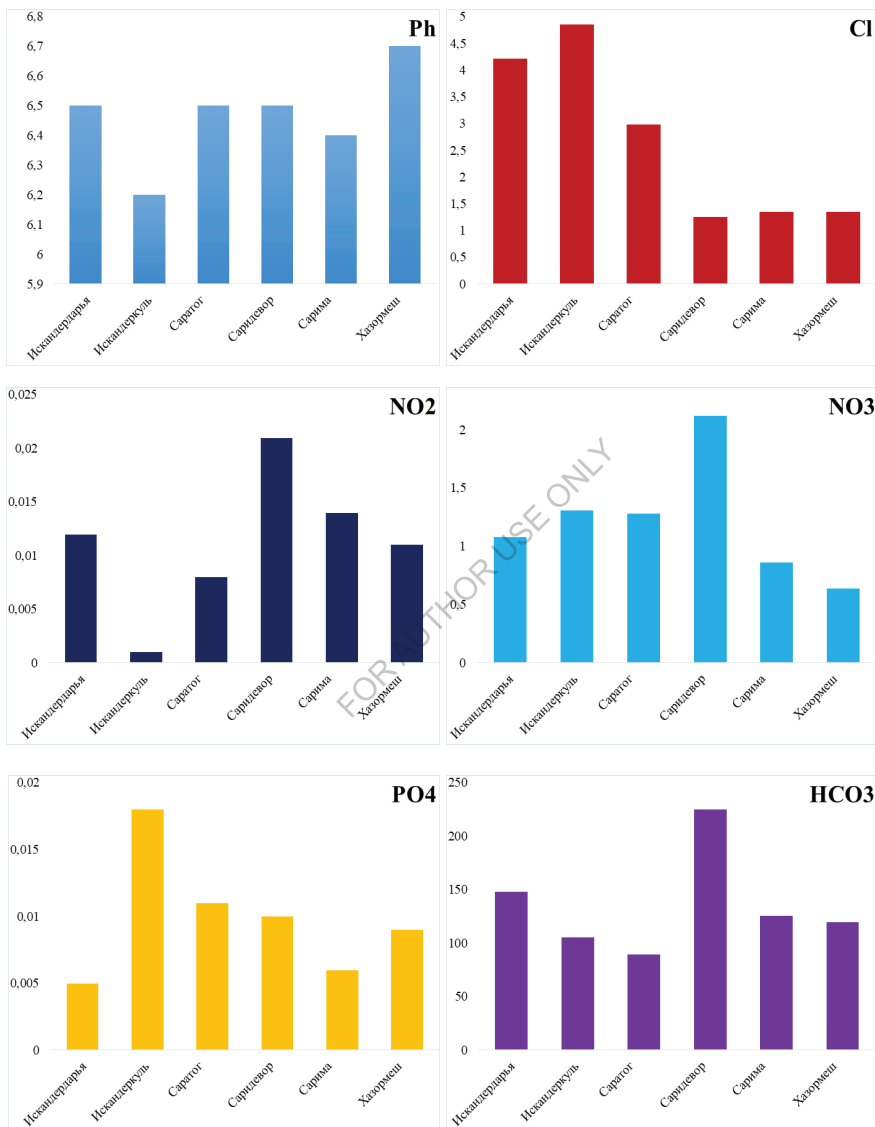
*Река Хазормеш* (39°3'29"N 68°23'39"E) впадает с юга на озеро Искандеркуль, и ее длина достигает 15 км и площадь водозаборного бассейна составляет 125 км<sup>2</sup>. Полноводье р. Хазормеш приходит в июле месяце, среднегодовой расход реки достигает 4,64 м<sup>3</sup>/с. Ежегодно она приносит в вышеназванное озеро 1375 т различных пород.

*Река Саридевор* (39°3'24"N 68°23'26"E) является самым крупным притоком р. Хазормеш. Ее длина продвигается на 10 км и площадь водосборного бассейна занимает 52,3 км<sup>2</sup>. Среднегодовой расход р. Саридевор достигает 1,77 м<sup>3</sup>/с.

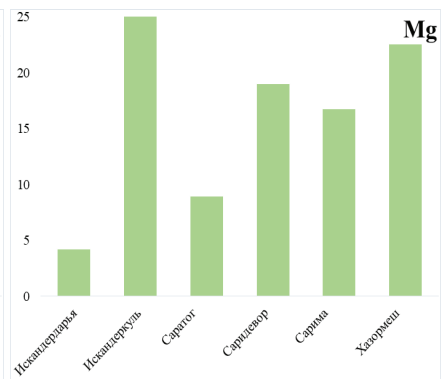
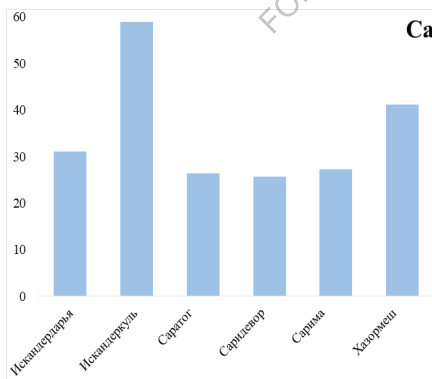
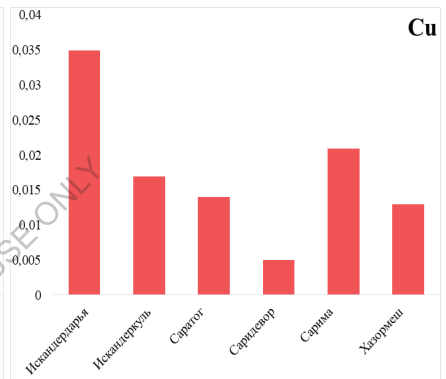
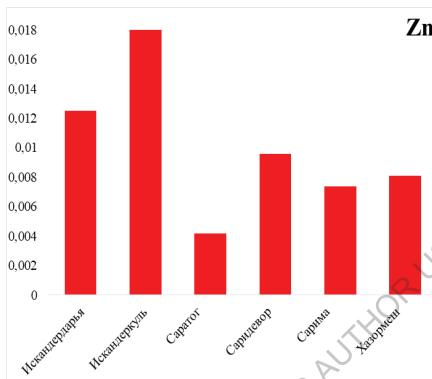
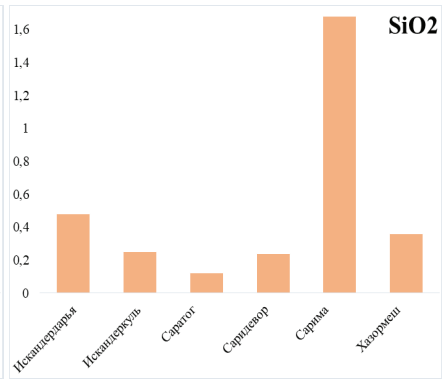
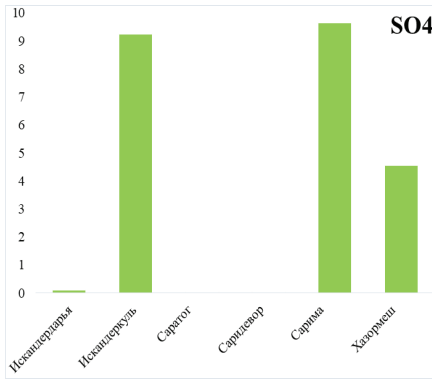
*Река Сарима* (39°5'43"N 68°21'44"E) имеет около 7 км длину и 26 км<sup>2</sup> площадь водозаборного бассейна, впадает с севера на озера Искандеркуль. Среднегодовое значение расход воды достигает 0,28 м<sup>3</sup>/с. Полноводие р. Сарима происходит в июне месяце и в этот период вытыкается 30,4% годовой стоки.

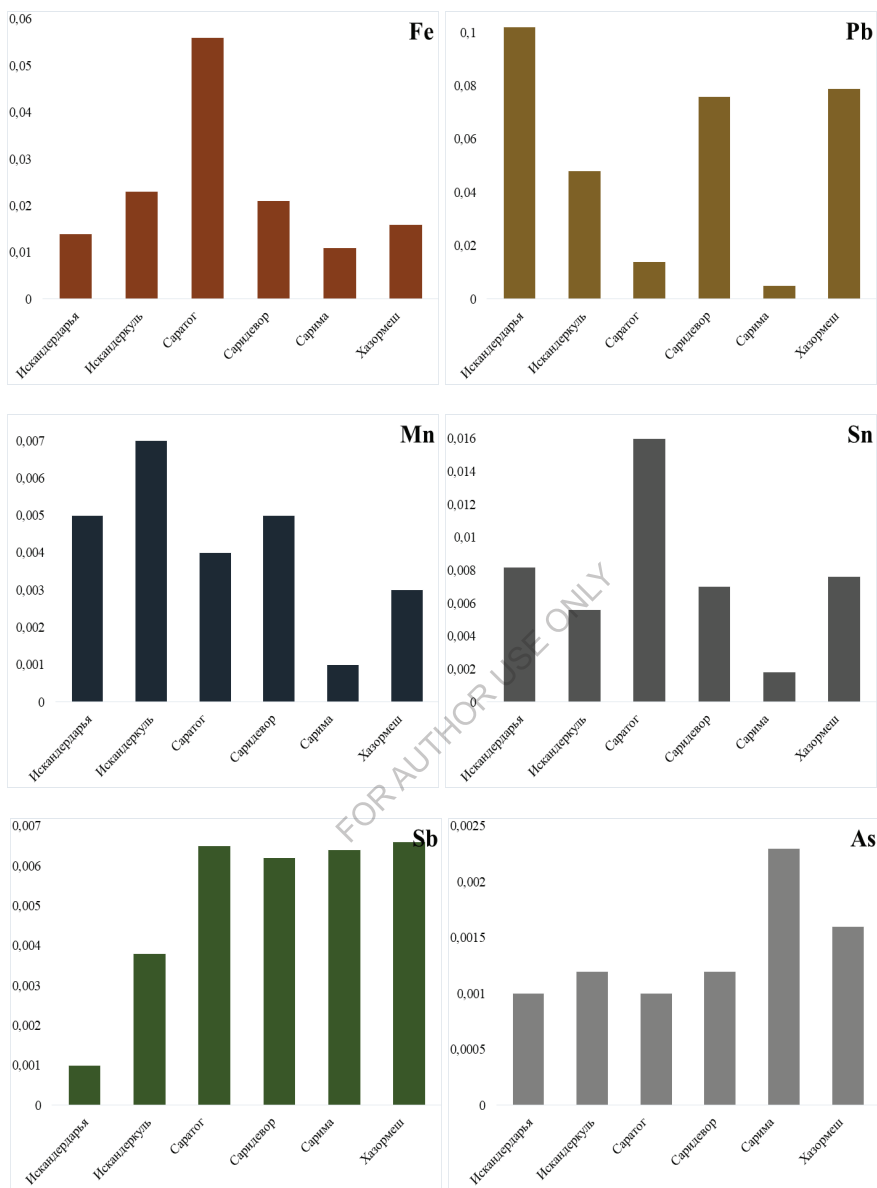
Для мониторинга гидрохимии озеро Искандеркуль и его питающих рек проводились отборы проб воды в реках Хазормеш, Сарима, Саридевор, Саратаг и Искандердарья и из северо - восточного берега озера в течение

2012–2016 годов с периодичностью три раза в месяц. Результаты химических анализов озера Искадеркуль и притоков, впадающих и истекающих из озера показано на рис. 3.12.









**Рис. 3.12.** Результаты химических анализов озера Искандеркуль и притоков, впадающих и истекающих из озера

Из представленных на рис. 3.12 гистограмм и показателей рис. 3.10 и 3.11 следует, что качество воды озера Искандеркуль и притоков, впадающих в озеро, соответствует требованиям государственного стандарта (ГОСТ 2674-

82 «Питьевая вода»). Оценка качества водных объектов является важнейшим этапом по развитию рекреационных возможностей территории Зерафшана. Точное знание о состоянии вод позволяет эффективно планировать обеспечение отдыхающих качественной питьевой водой. В результате работы [Курбонов, Митусов и др., 2020] установлены следующие факты:

1. По качествам и химическим составом вода озера Искандеркуль и его впадающих рек по показателям нитратов, кальция, сульфатов, не соответствуют требованиям государственного стандарта (ГОСТ 2674-82 «Питьевая вода»).

2. Вода озера Искандеркуль по показателям растворенного кислорода, меди, цинка, свинца и железа не удовлетворяет требованиям, предъявляемым к воде для рыбоводства.

3. Наименьшая мутность воды на озере наблюдается зимой, наибольшая - весной в период паводков и летом, в период дождей и развития мельчайших живых организмов и водорослей, плавающих в воде.

4. Основными причинами загрязнения воды в регионе являются такие природные явления как наводнения, сходы лавин и селей, растворение горных пород.

FOR AUTHOR USE ONLY

## ГЛАВА IV. ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА УЩЕРБА ОТ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ, СВЯЗАННЫХ С КЛИМАТИЧЕСКИМИ УСЛОВИЯМИ

### 4.1. Анализ чрезвычайных ситуаций природно-климатического характера и их влияния на социально-экономическую ситуацию Таджикистана

Территория РТ является предгорной и горной, и всегда существует опасность ЧС. Доказано, что 80% этих территорий находятся в наиболее уязвимых районах. Поэтому исследование природных ситуаций, являющихся одной из важнейших проблем безопасности жизнеобеспечения и жизнедеятельности человека, общества и государства в целом в настоящее время заслуживают большого внимания.

Особенности возникновения ЧС в населенных пунктах горных территорий определяются климатическими условиями, которые могут провоцировать опасные для человека чрезвычайные происшествия. В своём выступлении в г. Хороге Президент Республики Таджикистан, Председатель государственной комиссии по чрезвычайным ситуациям Эмомали Рахмон отметил, что «за последние пять лет в стране зафиксировано 603 ЧС, в результате которых погибли 127 человек и экономике страны нанесен ущерб на 600 млн. американских долларов» [*Выступление Президента РТ...*, 2016].

Одним из главных приоритетных направлений государственной политики в области защиты населения и территорий от ЧС природного и техногенного характера, предупреждения и ликвидации этих происшествий является создание и развитие соответствующей нормативно-правовой и методической базы.

В числе наиболее важных законов для рассматриваемой нами области следует отметить нижеследующие Законы Республики Таджикистан: «О правовом режиме чрезвычайного положения» (Конституционный Закон от 3 ноября 1995 г., в редакции 2008 г.); «О гражданской обороне» от 13 ноября 1998 г.; «О радиационной безопасности» от 1 августа 2003 г.; «О защите населения и территории от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» от 5 июля 2004 г.; «О статусе военнослужащих» от 3 марта 2006 г.; «Об аварийно-спасательных службах, аварийно-спасательных формированиях и статусе спасателя» от 5 марта 2007 г.; «О безопасности гидротехнических сооружений» от 29 декабря 2010 г. и «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» (в редакции от 28 декабря 2013 г.) [*Курбонов, 2019*].

Прогнозирование и оценка социально-экономических последствий ЧС являются одной из важных задач КЧСиГО. Данное положение закреплено в Законе «О защите населения и территории от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера», в постановлениях Правительства Республики Таджикистан «О структуре и порядке функционирования Единой государственной системы Республики Таджикистан по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций», «О порядке планирования, учета и

использования средств фонда ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций в Республики Таджикистан» и ряда других нормативно-правовых актах.

Порядок выполнения обязательств, вытекающих из международных соглашений по вопросам предупреждения ЧС природного и техногенного характера и ликвидации их последствий, а также оказания помощи, определен в ряде указов Президента Республики Таджикистан и постановлений Правительства, а также нормативных актов КЧСиГО РТ. На наш взгляд, действующая нормативно-правовая база в РТ, обеспечивающая регулирование правовых, экономических и социальных основ защиты населения и территорий от ЧС содействует принятию своевременных решений, связанных с ЧС природного характера в стране.

Регистрация ЧС природно-климатического характера дает основание провести количественный анализ ЧС и их последствий на территории РТ.

В таблице 4.1 представлены данные по количеству ЧС природно-климатического характера и числу погибших на всей территории республики за исследуемый период (2012-2017 гг.).

*Таблица 4.1. Количество чрезвычайных ситуаций и число погибших на территории страны в 2012-2017 гг.*

Количество чрезвычайных ситуаций							
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Всего за шесть лет
Землетрясение	31	25	11	15	2	33	117
Наводнение	6	6	2	9	-	32	55
Сели	91	20	18	42	34	41	246
Лавины	114	14	15	6	2	720	871
Камнепады	28	8	8	5	7	21	77
Засуха	-	-	-	-	-	-	-
Сильный ветер	6	4	9	3	8	13	43
Снегопад и морозы	23	2	-	2	-	17	44
Дожди	-	2	3	7	3	2	18
<b>Всего ЧС:</b>	<b>308</b>	<b>83</b>	<b>67</b>	<b>90</b>	<b>55</b>	<b>879</b>	<b>1482</b>
Число погибших							
Землетрясение	1	-	-	3	-	-	4
Наводнение	-	-	-	-	-	-	-
Сели	7	-	22	9	7	1	46
Лавины	15	5	2	6	-	21	49
Камнепады	2	5	3	11	12	3	36
Засуха	-	-	-	-	-	-	-
Сильный ветер	1	-	-	-	-	1	2
Снегопад и морозы	-	2	-	-	-	2	4
Дожди	-	-	3	9	1	-	13
<b>Всего:</b>	<b>26</b>	<b>12</b>	<b>31</b>	<b>38</b>	<b>20</b>	<b>28</b>	<b>155</b>

*Источник: КЧСиГО, 2018.*

Как показано из табл. 4.1, количества ЧС в 2017 г. резко повышается и, из общего числа зарегистрированных ЧС, 89 нанесли значительный материальный ущерб народному хозяйству и жителям республики.

Необходимо отметить, что на территории РТ в 2018 году произошли такие опасные природно-климатические явления и, по данным КЧСиГО РТ на территории республики было зарегистрировано 165 случаев ЧС, 21 из которых нанес материальный ущерб народному хозяйству, но эти цифры меньше, чем показатели 2017 года.

В результате стихийных бедствий произошедшие в 2018 году, по всей республики погибло 17 человек (в 2017 году – 31), что на 54,8% меньше аналогичного периода прошлого года. Если в 2017 году большинство смерти людей при ЧС природно-климатического характера произошло в результате лавины, то в 2018 году основными факторами гибели людей являются камнепады, селевые потоки и удары молнией.

В результате ЧС природно-климатического характера в 2017 году пострадали 157 жилых домов, из которых 49 домов были разрушены полностью, также пострадали 604,4 га посевных площадей, 16 мостов и 1197 км асфальтовых и грунтовых покрытий автомобильных дорог. Так как, в результате стихийных бедствий в 2018 году, пострадали 1485 жилых домов, из которых 1437 домов получили легкие разрушения, 20 домов повреждены частично, 28 домов разрушены полностью, также пострадали 78 школ и дошкольных учреждений, 21 оздоровительных учреждений, 5 культурных и общественных объектов, 46,2 км дорог, 17 мостов, 47,2 км линий электропередач, 89,5 км оросительных каналов и 15,5 км селесбросов. На таблице 4.2 показано сравнительный анализ разрушенных жилых домов при ЧС природно-климатического характера за 2017-2018 годов на разных территориях РТ.

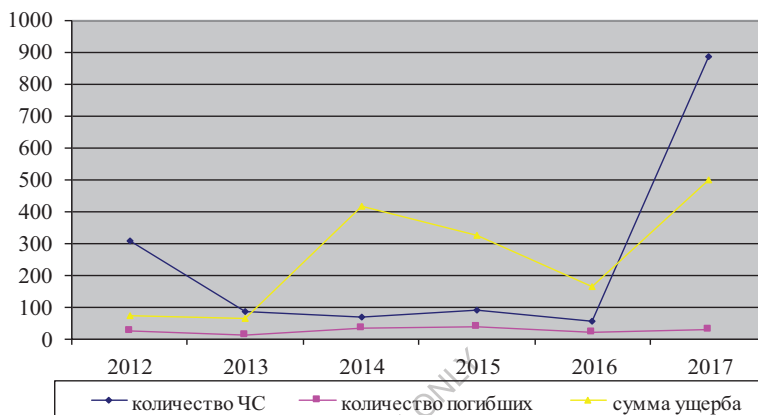
**Таблица 4.2.** Сравнительный анализ разрушенных жилых домов при ЧС за 2017-2018 гг. на разных регионах республики.

Территории	Количество частично разрушенных домов от ЧС в 2017 г.	Количество частично разрушенных домов от ЧС в 2018 г.	Количество полностью разрушенных домов от ЧС в 2017 г.	Количество полностью разрушенных домов от ЧС в 2018 г.
ГБАО	135	-	20	-
Согд	52	1	8	2
Хатлон	-	19	-	26
Раштская зона районов	107	-	18	-
Всего	294	20	46	28

*Источник: КЧСиГО, 2018.*

Таким образом, ежегодно в РТ регистрируется в среднем 75 ЧС, приносящих порядка 140 млн. сомони материального ущерба. В них в среднем ежегодно погибают от 20 до 40 человек.

По данным КЧСиГО РТ за 2016 год в стране зафиксировано 55 ЧС природного характера, что на 6,1% меньше уровня предыдущего года.



**Рис. 4.1.** Динамика чрезвычайных ситуаций за 2012-2017 гг.

Из рисунка 4.1 видно, что за исследуемый период наблюдается тенденция снижения количества ЧС с 308 случаев в 2012 году до 55 в 2016 году. В 2015 году зафиксирован короткий всплеск до 90 случаев. Тем не менее, в 2017 году их число резко возросло, по причине воздействия изменения климата на процесс возникновения ЧС.

Число погибших сократилось на 52,6% в 2016 году и составила 20 человек. В Таджикистане люди погибают в основном от селей и камнепадов. Так, ежегодно от селей и камнепадов гибнет в среднем 16 человек или 62,4 % от всех смертельных происшествий. Однако в 2017 году, в указанных ЧС погибли 31 граждан, причем большинство их них – 21 погибли в результате схода снежных лавин. Кроме того, из-за несоблюдения правил техники безопасности во время купания в реках и водоемах страны погибли 170 человек.

Согласно утвержденному Правительством Среднесрочному плану организованного переселения хозяйств экологических мигрантов на 2010-2013 годы и Среднесрочному плану организованного переселения экологических мигрантов на 2014-2017 годы, всего было запланировано переселить 1 650 хозяйств (табл. 4.3).

**Таблица 4.3. Переселение хозяйств экологических мигрантов в стране за 2012-2017 гг.**

№	Переселение хозяйств экологических мигрантов из:	План	Факт	Выполнение (в %)
1	ГБАО	217	198	91,2
2	Согдийская область	278	253	91,0
3	Хатлонская область	705	626	88,8
4	РПП	450	369	82,0
5	Всего	1 650	1446	87,6

По данным таблицы 4.3 видно, что за исследуемый период переселение хозяйств экологических мигрантов выполнено всего по республике на 87,6% (1 446 хозяйств). Такая же картина наблюдается в разрезе областей и районов – в ГБАО 91,2%, Согдийская область 91,0%, Хатлонская область 88,8% и РПП 82,0%.

В течении 2017 года 327 домохозяйств экологических мигрантов, в том числе в ГБАО – 44 домохозяйств, в Согдийской области – 37 домохозяйств, в Хатлонской области – 154 домохозяйств, в РПП – 88 домохозяйств и в городе Душанбе – 4 домохозяйств были обеспечены земельными участками в безопасных местах и им был выплачен льготный кредит с единовременной материальной помощью.

Причинами несвоевременного переселения хозяйств экологических мигрантов являются: 1) не обеспечение мигрантов земельными участками под строительство жилья и 2) несвоевременное поступление средств на лицевые счета филиалов Государственного банка «Амонатбанк» в городах и районах страны.

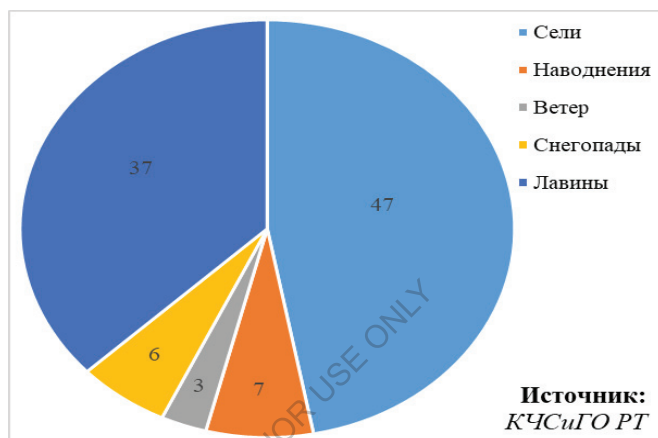
В результате проведенного анализа КЧСиГО РТ [Обзор о чрезвычайных ситуациях..., 2017] установлено, что в республике находятся 381 опасных зон первой степени, из которых 186 находятся под угрозой схода сели, 47 – оползня, 90 – наводнения, 25 – эрозии почвы, 14 – схода лавин, 11 повышения уровня грунтовых вод и 8 – под угрозой камнепадов. Также установлено, что из-за несистематической деятельности частных предприятий по переработке песка и щебня нарушаются русла рек, смываются защитные ограждения берегов, в результате чего прибрежному населению и экономическим объектам наносится значительный ущерб.

Только за период 2005-2008 гг. по всей республике были зафиксированы более 700 ЧС природного характера, около 80% которых связаны с природно-климатическими факторами. Из них более 45% составляют формирование селевых потоков в предгорных районах страны. ЧС климатического характера в РТ за период 2005-2008 гг. показаны в таблице 4.4 по количеству и на рисунке 4.2 по проценту.



**Таблица 4.4. Количество и виды ЧС в РТ**

Чрезвычайные ситуации	Количество
Природные	713
Гидрометеорологические	555
- Наводнение	40
- Сели	258
- Лавины	207
- Снегопады	33



**Рис. 4.2. Количество ЧС природно-климатического характера в РТ**

Правительство РТ ежегодно направляет бюджетные и внебюджетные средства на предотвращение и ликвидацию последствий стихийных бедствий. Значительная часть этих средств направляется на переселение пострадавшего населения, оказание им гуманитарной помощи, а также на проведение берегоукрепительных работ.

Эти явления приводят к уничтожению значительных материальных ценностей, в том числе к гибели людей. Оценка социально-экономических последствий воздействия метеорологических рисков (в совокупности и по видам СГЯ и ОГЯ) осуществлялась на основе природного интегрирования ущербов, которое предполагает обобщение потерь в экономике, вызванных конкретным состоянием природной среды по климатическим условиям (селями и паводками, сильным ветром, заморозками, засухой и т.д.).

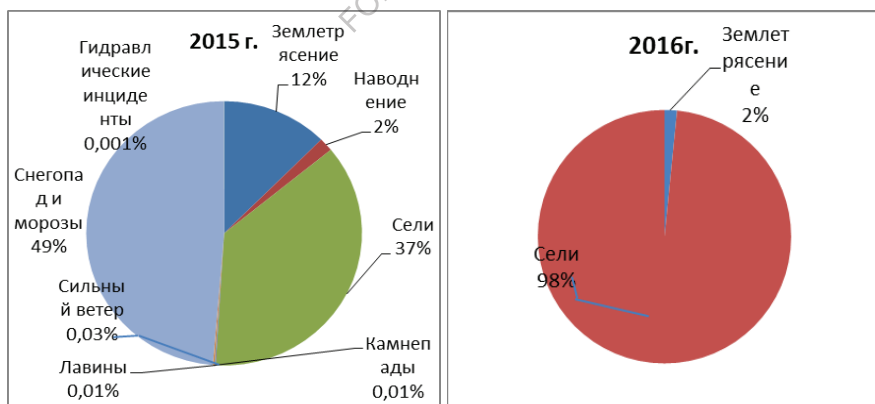
Суммарные среднегодовые потери, которые несет экономика страны в результате опасных погодных явлений, были рассчитаны на основе использования доступной информации о среднегодовой повторяемости явлений и оценки ущербов в расчете на 1 случай явления.

**Таблица 4.5. Размеры экономического ущерба за пять лет (2012-2016 гг.)**  
(тыс. сомони)

Показатели	2012	2013	2014	2015	2016	Всего за пять лет
Ущерб от одной ЧС	236,0	770,5	6186,6	3618,2	2933,4	1102,9
Землетрясение	9965,4	1142,3	-	40522,4	2572	54202,1
Наводнение	287,7	2452,2	87,3	5408,5	-	8235,7
Сели	49388,4	52897	41014,6	120066,1	158764,2	422130,3
Лавины	1347,3	-	21,4	268,9	-	1637,6
Камнепады	1350,8	-	266,7	213,1	-	1830,6
Сильный ветер	-	-	114,6	578,8	-	693,4
Снегопад и морозы	10328,8	1193,4	-	158523,1	-	170045,3
Дожди	-	6265,9	-	-	-	6265,9
Гидравлические инциденты	-	-	-	58,3	-	58,3
Всего ЧС:	72668,4	63950,8	414504,6	325639,2	161336,2	665099,2

**Источник:** АС ПРТ, 2017.

Как показывает анализ, экономические потери от воздействия ЧС природно-климатического характера очень существенны: среднегодовые экономические потери были оценены в объеме, достигающем 665 млн. сомони (или 75,5 млн. долларов США), что составляет около 1,3% среднегодового уровня ВВП республики (за период 2012-2017 годов)



**Рис. 4.3. Структура чрезвычайных ситуаций за 2015-2016 гг.**

Структура ущерба от ЧС в РТ за 2016 год существенно отличается от 2015 года. В связи с сокращением числа ЧС, экономический ущерб сократился на половину по сравнению с 2015 годом (49,5%) и в 2016 году

составил 161,4 млн сомони. Годом ранее ущерб составил 325,6 млн сомони, из которых 91% приходилось на сели, камнепады и снегопады. За 2016 год материальный ущерб от землетрясения составил 2,5 млн сомони, от селей 158,7 млн сомони. Доля ущерба от селей в 2016 году составила 98,3% (рис. 4.3).

Следует отметить, что в течение 2012-2016 годов в стране при финансовой поддержке Всемирного банка, Азиатского банка развития, Глобального экологического фонда в сфере ЧС реализованы 7 государственных инвестиционных проектов. На реализацию проектов выделено около 600 млн. сомони. «В настоящее время из общих средств указанных инвестиционных проектов освоено более 370 млн. сомони и завершены два проекта» [Выступление Президента РТ..., 2016], согласно сведениям Государственного комитета по инвестициям и управлению государственным имуществом. Также, следует отметить, что в течение 2012-2017 годов за счет Резервного фонда Президента и Расходного фонда Правительства Таджикистана, предусмотренного для устранения ЧС природно-климатического характера, было выделено более 51 млн. сомони.

На основе проведенного нами анализа следует, что ликвидация последствий ЧС, особенно природно-климатического характера требует огромных материальных затрат. Финансовые средства из государственного бюджета направляются в основном на:

- единовременную материальную помощь пострадавшему от стихийных бедствий населению и семьям погибших;
- закупку ГСМ и дорожной техники;
- организацию берегоукрепительных и восстановительных работ.

Так как многие явления природно-климатического характера невозможно предотвратить, считаем, что в основу борьбы за уменьшение экономического ущерба и потерь (особенно гибель людей) необходимо положить прогнозирование ЧС, обучение населения и своевременное их предупреждение.

Исследования как отечественных [Якутилов, 1966; Усманов, 2007; Курбонов, 2014; Норматов, Курбонов, 2014; Камалов, 2014; Обзор о чрезвычайных ситуациях..., 2017; Наимов, Муртазаев, 2017; Курбонов, 2019 (2)], так и зарубежных [Hammer, Clausen, Dansgaard, 1980; Kulmatov, Hoshimhodjaev, 1992; Smith, 2001; Chub, 2007; Olsson, Gassmann, Wegerich, Bauer, 2010; Kulmatov, Opp, Groll, Kulmatova, 2013] ученых показывают, что для реализации профилактических мер и своевременного реагирования на ЧС природно-климатического характера требуется в несколько раз меньше средств, чем для ликвидации их последствий.

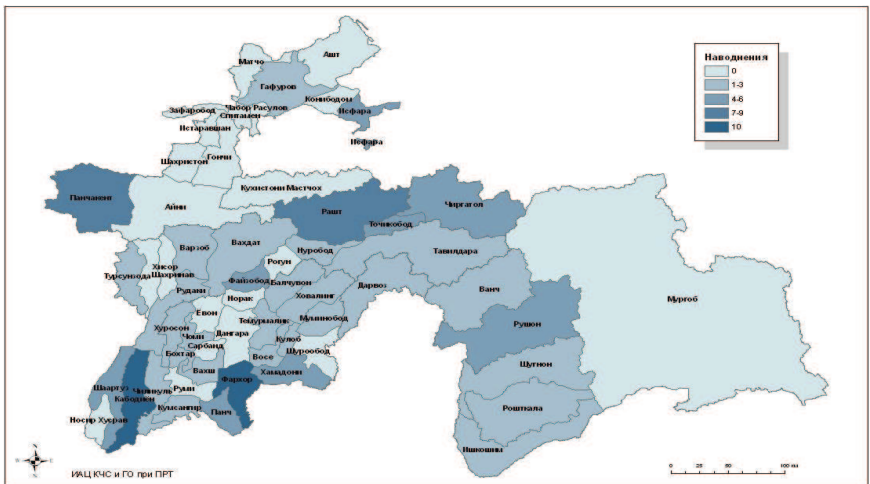
#### **4.2. Территория мониторинга и исследования чрезвычайных ситуаций, связанных с климатическими условиями**

Наблюдения показывают, что за последнее несколько лет проблема уязвимости человечества от стихийных бедствий и ЧС приобретает все более

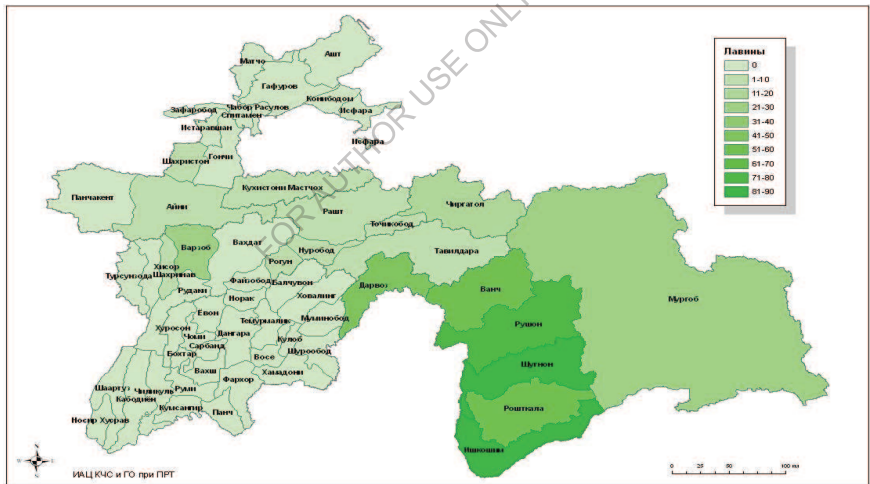
нарастающий характер, что привлекло внимание мирового сообщества. Для определения потенциала противодействия государств и сообществ к таким явлениям, а также для выработки стратегического и системного подхода к ЧС и их рисков по решению Генеральной Ассамблеи ООН была создана Всемирная конференция по уменьшению опасности бедствий, которая проходила 18-22 января 2005 года в Кобе (Япония). На конференции была принята Хиогская Рамочная Программа действий на 2005-2015 годы [*Хиогская рамочная программа...*, 2005], в которой отмечено, что риск бедствия возникает в том случае, когда климатические, геологические и другие опасности вступают во взаимодействие с факторами уязвимости физического, социального, экономического и экологического характера. Причиной подавляющего большинства ЧС являются природно-климатические явления. Вышеназванная Программа особенно актуальна для горных стран, где более тонко и чувствительно ощущается влияние метеорологических и гидрологических катаклизмов на различные аспекты человеческой жизни и обитания человека.

Статистические данные ООН [*Публ. ВМО №970, 2004; Публ. ВМО №974, 2004*] указывают на то, что большинство людей умирают от последствий ЧС природно-климатического характера, и в этом процессе природные и техногенные стихийные бедствия занимают вторую и третью место, соответственно. А также 80% потерь во всем мире является следствием бедствий, связанных с погодой, климатом и водой: штормов, наводнений, засух. Эти данные показывают, что число техногенных катастроф в мире, особенно стихийных бедствий, резко возросло с конца 70-х годов прошлого века. Общее количество стихийных бедствий техногенного характера достигло 225 млрд долларов США (по курсу доллара в 2006 году). В этот период возникли много ЧС техногенного характера в Азии (651 случай), Европе (199) и Америке (177). Вызывает тревогу нарастания частоты интенсивных ливней, сильных ветров, увеличение количества очень жарких дней, самых высоких и самых низких объемов стока и как утверждает Межправительственная группа экспертов по изменению климата Всемирной метеорологической организации, данная тенденция сохранится и в будущем.

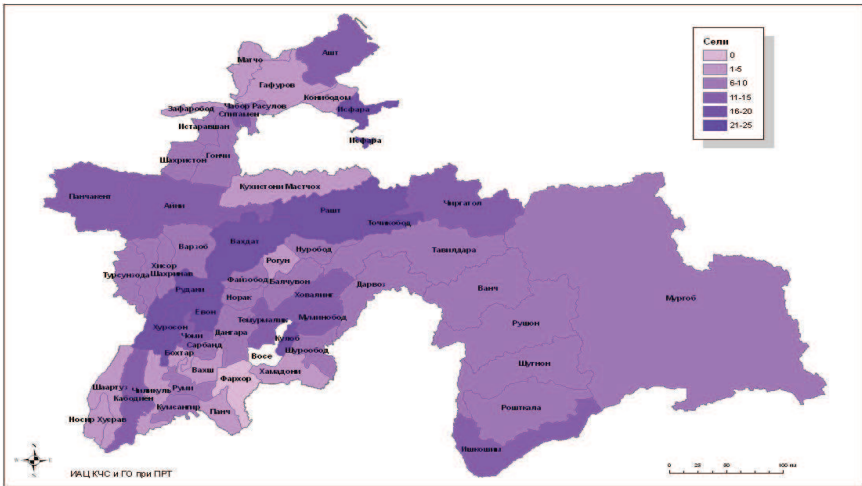
Поскольку неблагоприятные последствия изменения климата отчетливо наблюдаются в РТ, данная проблема занимает значительное место в настоящих геоэкологических, экономических, сельскохозяйственных и инженерных исследованиях, и управлениях рисками в связи с климатическими колебаниями горных районов (рис. 4.4- 4.9).



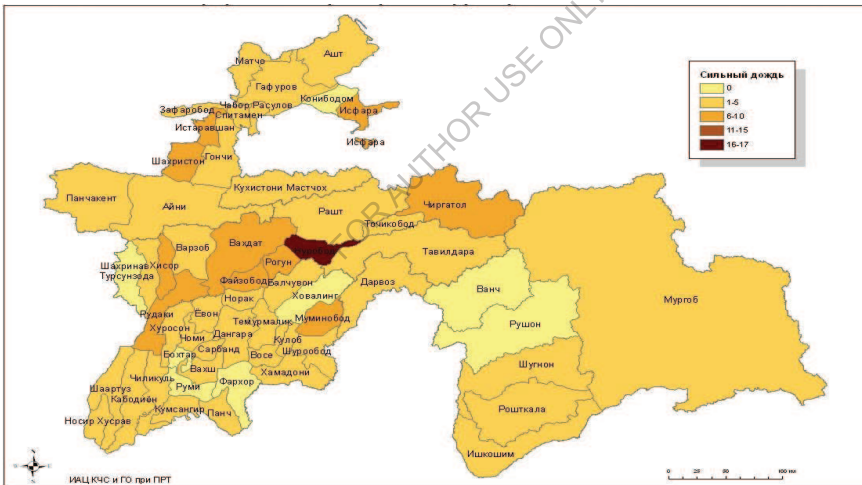
*Рис. 4.4. Количество наводнений на территории Республики Таджикистан в 1997-2017 гг.*



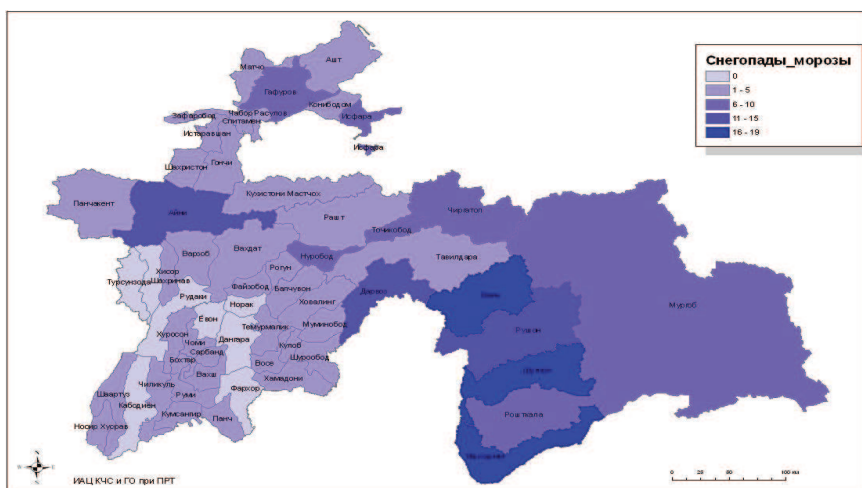
*Рис. 4.5. Количество лавин на территории Республики Таджикистан в 1997-2017 гг.*



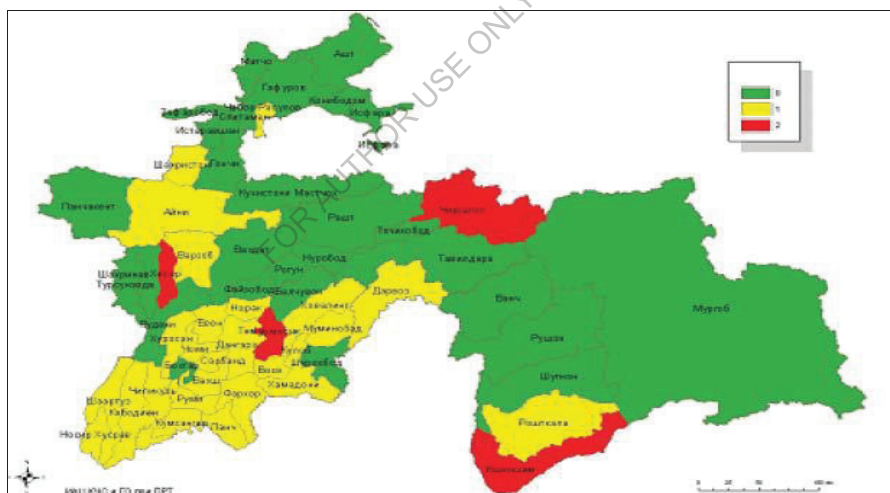
*Рис. 4.6. Количество селей на территории Республики Таджикистан в 1997-2017 гг.*



*Рис. 4.7. Количество сильных дождей на территории Республики Таджикистан в 1997-2017 гг.*



*Рис. 4.8. Количество снегопадов и морозов на территории Республики Таджикистан в 1997-2017 гг.*



*Рис. 4.9. Засухи на территории Республики Таджикистан в 1997-2017 гг. **зеленый цвет** - сильные засухи не наблюдались, **желтый цвет** - наблюдалось одно явление, **красный цвет** - наблюдались два явления)*

Необходимо отметить, что на территории Таджикистана, обладающей большим разнообразием геологических, климатических и ландшафтных условий, наблюдается более 20 видов опасных природных явлений. Наиболее тяжелые последствия несут землетрясения, наводнения, лавины, засухи, обвалы, сильные дожди, сильные морозы и другие. Стихийные бедствия ежегодно охватывают территории почти всех субъектов страны.

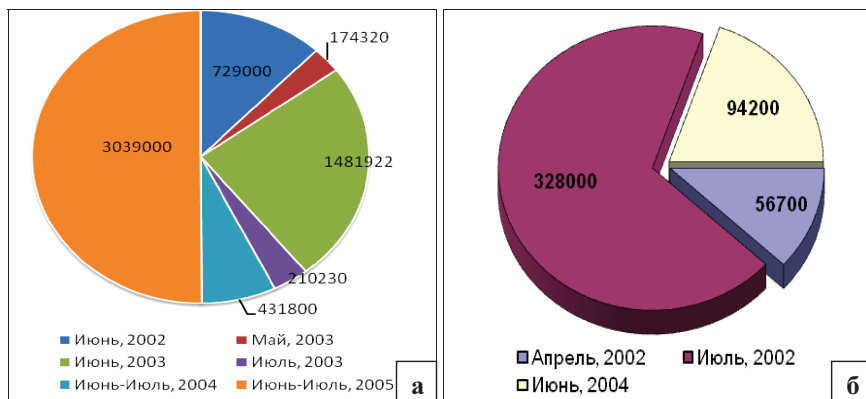
Центральные горные районы РТ, включая БРЗ, являются наиболее уязвимыми во всей территории страны. Это связано не только с существующими и ожидаемыми последствиями изменения климата, но и с низкой адаптационной способностью на местном уровне, включая качество жизни, образование и диверсификацию. Районы и горные долины юга республики (Хатлонская область), а также население, проживающее на склонах Зерафшанского и Туркестанского хребтов (Согдийская область), находятся на втором уровне уязвимости. Данная оценка Всемирного банка (2011 г.) соответствует оценкам местных экспертов.

В отличие от других регионов РТ, в БРЗ наблюдается наиболее ЧС природно-климатического характера, таких как наводнения, селевые потоки и схождения лавин. В вышеуказанном бассейне ЧС в среднем составляют более 150 случаев в году или около 7% от общего количества по всей территории страны. При этом большинство населенных пунктов БРЗ, а именно население г. Пенджикента и Айнинского района, ежегодно несут большие социально-экономические ущербы.

Согласно данным многолетних наблюдений Главной управления геологии РТ о опасных геологических процессах на территории города Пенджикента и Айнинского района зафиксировано 121 экзогенных геологических процессов - оползни, сели, подтопление паводками водами [Обзор о чрезвычайных ситуациях..., 2017].

По сравнению с остальными регионами РТ в БРЗ чаще наблюдаются ЧС, связанные с климатическими факторами, а именно наводнениями, селевыми потоками и схождениями лавин. При этом большинство населения бассейна, а именно население города Пенджикента и Айнинского района, ежегодно несут большие экономические, а иногда и человеческие потери.

На рис. 4.10 приведены результаты обобщения размеров экономического ущерба в двух административных центрах бассейна за период 2002-2005 гг., соответственно.



**Рис. 4.10.** Размеры экономического ущерба (в долл. США) от наводнений в районах Пенджикент (а) и Айни (б) Зерафшанской долины



Из рис. 4.10 видно, что размер экономического ущерба от ЧС в 2002-2005 годов, только в городе Пенджикент и Айнинском районе является весомым и составляет более семи миллионов долларов США. Здесь входит ущерб от разрушение жилых домов (на сумму 2491448 долларов США), автомобильных дорог (на сумму 1218997 долларов США), оросительных каналов (на сумму 792996 долларов США), мостов и переправок (на сумму 467381 долларов США) и разрушенные, и смытые берегоукрепительных сооружений (на сумму 31554 долларов США).

Таким образом, считаем [Курбонов, Норматов, 2013; Курбонов, 2014; Норматов, Курбонов, 2014; Курбонов, 2019 (2)], что основными причинами хранения и продления стихийных бедствий являются изменение климата и поступательное антропогенное влияния на окружающую среду; злоупотребление размещением экономических объектов; распределение земельных участков в опасных природных зонах; недостаточная эффективность и развитие систем экологического мониторинга; неудовлетворительное или плохое состояние гидротехнических, противоселевых и против-оползней и инженерно-защитных сооружений; несоблюдение условий сейсмостойкого строительства, стойкости зданий и сооружений в сейсмически опасных зонах, а также отсутствие кадастра потенциально опасных природных территорий (регулярные наводнения, сейсмические опасности, сели, лавины и оползни).

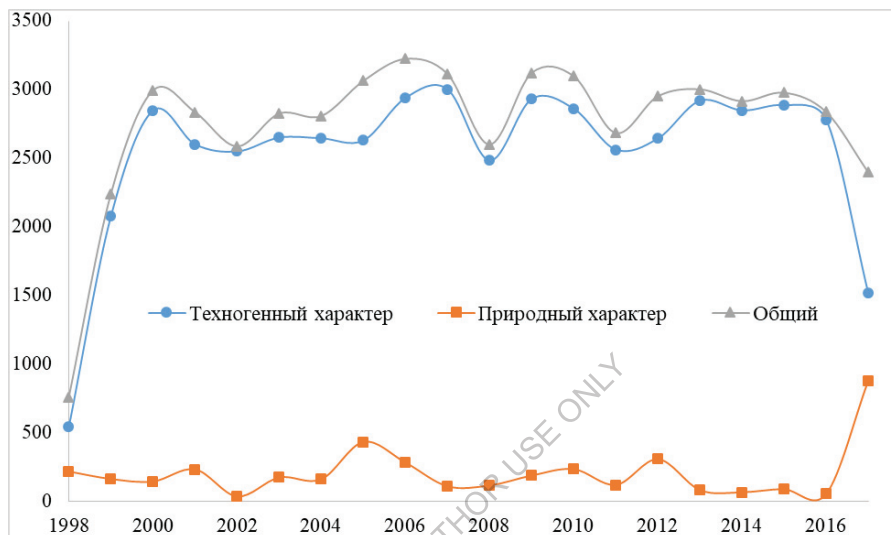
### **4.3. Риски, связанные с чрезвычайными климатическими факторами в бассейне**

В конце прошлого века и начале нового века в ЦА, включая РТ, было зарегистрировано много стихийных бедствий, наиболее известные из них засухи в 2000-2001 гг. и лютый мороз в 2007-2008 гг. Поскольку РТ имеет сложные географические условия и высокогорные рельефы, её территория очень уязвима к изменению климата. Например, из-за неблагоприятных погодных условий в период 2007-2008 гг. более 40 районов РТ пострадали от стихийных бедствий, и ущерб от таких явлений составил более 100 млн долларов США. Все эти ущербы, в свою очередь, вызвали серьезные неблагоприятные последствия и повлияли на уровень жизни населения и снизили потенциал страны для устойчивого развития. В РТ больше всего происходят стихийные бедствия, такие как землетрясения, наводнения, засухи, селевые потоки, оползни и другие бедствия, связанные с изменениями климата.

По исследованиям Института окружающей среды и безопасности человека ООН об уязвимости стран мира к изменению климата, который проводится ежегодно, среди 173 стран РТ занимает 97 место. Следует отметить, что в данном списке среди государств бывшего СССР первое место занимают Литва (24) и Украина (26), и последнее место занимают Киргизская Республика (117) и Узбекистан (127), соответственно. Согласно последнему отчету, степень нестабильности климата в РТ снизилась, от 7,47% в 2011

году до 6,72% в 2016 году. По мнению экспертов вышеуказанного научно-исследовательского института, в мировом масштабе за последнее десятилетие возросли аварии, землетрясения, засухи, ураганы, лавины, наводнения, вулканы, оползни и обвали.

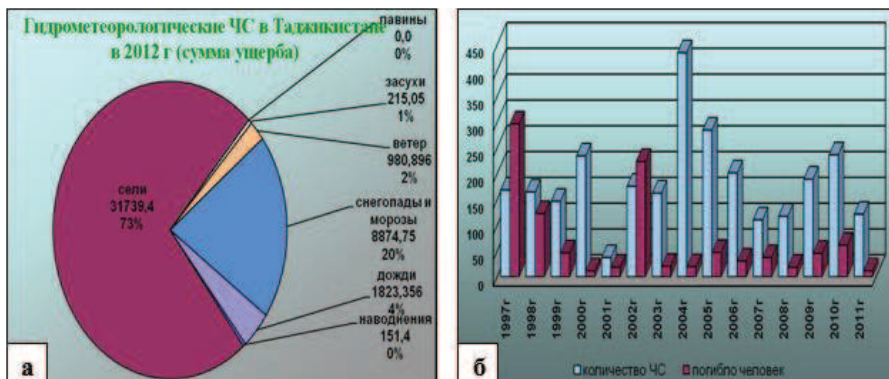
На рисунке 4.11 показана динамика ЧС природного и техногенного характера за период 1998-2017 гг. на всей территории РТ.



**Рис. 4.11.** Динамика ЧС на территории РТ в период 1998-2017 гг.

Известно, что каждый год в результате ЧС природно-климатического и техногенного характера происходят огромные социально-экономические ущербы, и для того, чтобы уменьшить эти риски и в то же время сохранить жизнь людей требуется большие усилия. Таджикистан как горная страна, чувствителен к стихийным бедствиям, и Правительство республики ежегодно направляет миллионы сомони на ликвидацию их последствий и еще миллионы на предотвращении этих катастроф. Потому что, на ее территории, обладающей большим разнообразием геологических, климатических и ландшафтных условий, наблюдается более 20 видов опасных природных явлений. Наиболее тяжелые последствия несут землетрясения, наводнения, лавины, засухи, обвалы, сильные дожди, сильные морозы и другие. В данном случае надо сказать, что ЧС природно-климатического характера ежегодно охватывают территории почти всех субъектов республики.

На рис. 4.12 (а) показан ущерб государственного бюджета от ЧС, вызванные климатическими условиями. Иногда ЧС природно-климатического характера в этом регионе вызывают трагедии, в том числе гибель людей. На рис. 4.12 (б) приведено количество ЧС и число погибших людей по всей стране.



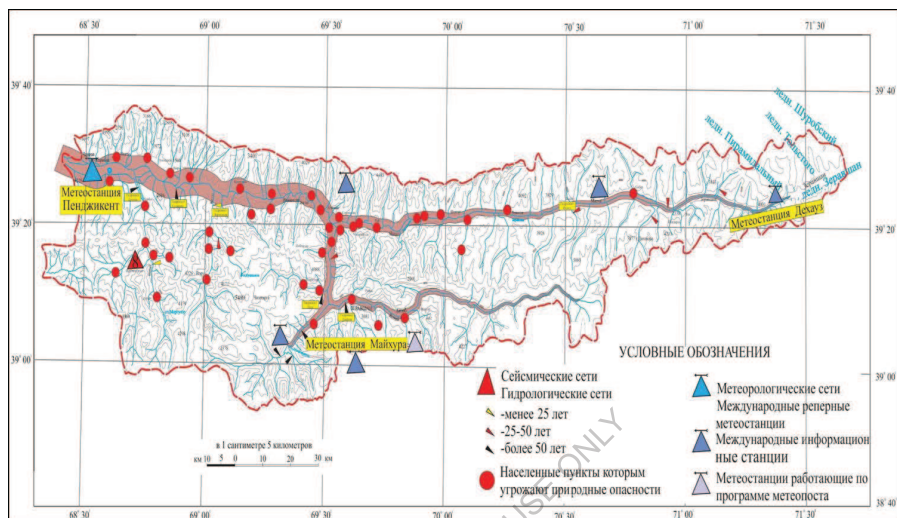
**Рис. 4.12.** Ущерб гидрометеорологических чрезвычайных ситуаций в РТ в 2012 г (а), человеческие жертвы от гидрометеорологических чрезвычайных ситуаций природного характера в стране за период 1997-2011 гг. (б)

Число жертв только в результате селевых паводков с начала текущего года составило 46 человек, десятки людей пропали без вести. Более 20 городов и районов страны были охвачены стихийными бедствиями, в результате которых были разрушены более 4000 домов, тысячи людей остались без крова, пострадали десятки школ, больниц, социальных объектов, а также дороги, мосты, линии электропередач и другая жизненно-важная инфраструктура. Нанесенный стихиями ущерб экономике страны с начала этого года по предварительным оценкам составил 600 млн долл. США.

Поскольку, БРЗ в климатическом отношении является чрезвычайно опасным регионом, для него характерно регулярное проявление разнообразных опасных природных процессов, постоянно создающих угрозу безопасности жизнедеятельности населения. Горная часть бассейна покрыта многолетними снегами и ледниками, динамика которых приводит к образованию лавин, сходу ледников, селей и т.п. В горных территориях также формируются условия возникновения опасных гидрологических процессов в нижней части бассейнов, где сосредоточено основное население и хозяйственная деятельность.

По гидрологическим наблюдениям за режимом рек установлено, что годовой сток рек изменяется незначительно, внутригодовое распределение имеет резкие колебания. При типизации и оценке опасности развития селевых процессов мониторинг селей проводится на основе определения сильного выпадания снега в мм/сут, таяния снега в селеопасных участках хребтов, измерений положительной температуры воздуха. К прогнозируемым параметрам относятся сильные осадки (дождь, (мм/сут.) и температура воздуха.

Из карты мониторинга георисков БРЗ (рис. 4.13) видно, что исследуемая территория характеризуется развитием множества опасных процессов и явлений, свидетельствующих об активном преобразовании и изменении геологической среды.



**Рис. 4.13.** Карта сети мониторинга георисков бассейна реки Зерафшан

Особое положение в ряду многолетних данных занимает метеобстановка, сложившаяся зимой 2017 г. и весной 2018 г., что привело к значительной активизации оползней и селевых потоков. Преобладающими ветрами в районе являются западные, которые особенно сильны в весеннее время.

Автор прогнозирует грандиозные изменения ЧС потому, что они могут реализоваться путем образования селеопасных и лавиноопасных мест. Сели в БРЗ имеют дождевой, снеговой, ледниковый, смешанный, иногда градовой, запрудные генезисы. Каждый из них связан с конкретными условиями местности (табл. 4.6).

**Таблица 4.6.** Чрезвычайные ситуации, связанные с водным фактором в горных областях долины Зерафшана (1998-2016 гг.)

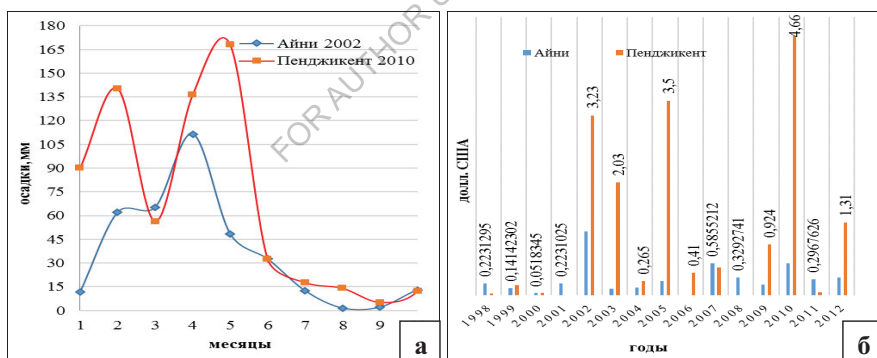
Чрезвычайные ситуации	Горный Магача		Айни		Пенджикент	
	Общий	Общий эконом. ущерб, тыс. дол.	Общий	Общий эконом. ущерб, тыс. дол.	Общий	Общий эконом. ущерб, тыс. дол.
Наводнение	1	-	1	-	9	3850,99
Сель	3	8,38	11	1784,28	11	3290,86
Лавина	2	18,03	5	6,74	-	-

Сильный грозовой дождь	3	8,51	3	43,77	2	500,60
Обвал	3	32,07	18	498,11	-	-
Засуха	-	-	2	530,27	2	2634,28
Итого:	-	67,00	-	2863,17	-	10276,74

*Источник: КЧСиГО, 2017.*

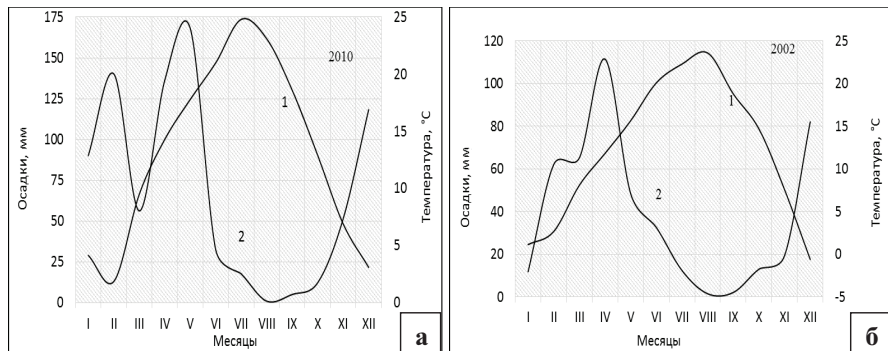
Ежегодно за период наблюдений и регистрации ЧС природно-климатического характера с 1998 по 2016 год в горных административных центрах Пенджикент и Айни фиксировались наводнения и селевые потоки. Согласно данным КЧСиГО РТ, в городе Пенджикент наводнение более ощутимого масштаба было зафиксировано в 2010 году с общим экономическим ущербом 4,66 млн. долл. США. В Айнинском районе подобная картина наблюдалась в 2002 году с экономическим ущербом более 3 млн. долл. США (рис. 4.14 (б)).

Метеорологическими станциями, установленными в названных горных районах, было зафиксировано выпадение обильных осадков в виде дождя, о чем свидетельствует представленное на рис. 4.14 (а) сезонное распределение количества осадков в 2002 и 2010 годах в г. Пенджикент и Айнинском районе.



**Рис. 4.14.** Среднемесячное значение атмосферных осадков в Айнинском и Пенджикентском районах (а) и общий экономический ущерб от наводнений в этих районах (б)

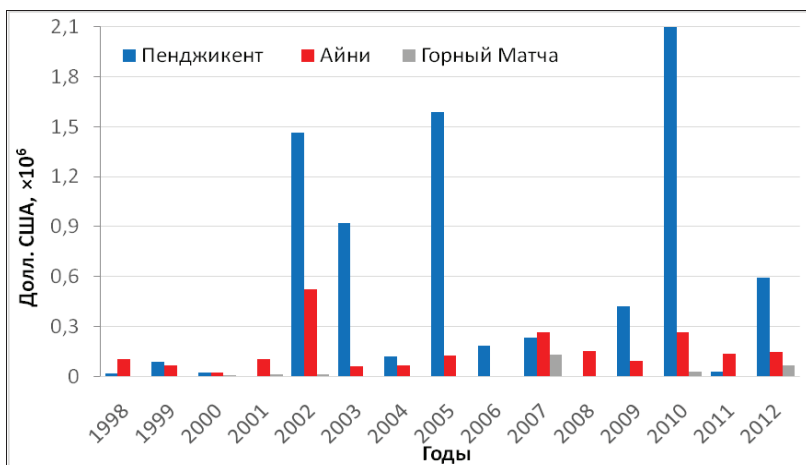
Хотя экстремальные изменения атмосферных осадков в городе Пенджикент и Айнинском районе БРЗ в 2002 и в 2010 годах были зафиксированы, однако сглажены в многолетнем разрезе. Следовательно, если при определении долгосрочного прогноза метеоусловий бассейна важно усредненное значение метеопараметров многолетнего периода, то для оценки и возможности предсказаний ЧС необходим анализ и обобщение их значений за более короткие периоды (декадные и суточные).



**Рис. 4.15.** Среднемесячное количество атмосферных осадков (2), температуры (1) в Пенджикентском районе в 2010 году (а) и в Айнинском районе в 2002 году (б)

Выработка оптимальных механизмов и алгоритмов предсказания ЧС в горных местностях на базе обобщения и систематизации климатических параметров и их сопоставление с периодами возникновения ЧС составляет задачу наших будущих исследований.

На рис. 4.16 представлены результаты ущерба всех трех крупных административных центров. Из рис. 4.16 видно, что по сравнению с городом Пенджикент и районом Айни размер ущерба в Горно-Матчинском районе сравнительно меньше. Это, прежде всего, обусловлено тем, что в районе Горно-Матчи атмосферные осадки в основном происходят в твердом виде и, во-вторых, большой уклон местности позволяет собирать осадки и образовавшийся поток течет по каньонам и ущельям. В зоне рассеяния реки (Пенджикент) и в Айни атмосферные осадки выпадают в виде проливных дождей.



*Рис. 4.16. Размеры экономического ущерба в трех основных административных районах бассейна реки Зерафшан в 1998-2012 гг.*

Как мы видим на рис. 4.16 в городе Пенджикент экономический ущерб в июне 2003 г составил: 1481921,9 долларов США. В июне-июле месяце 2005 г составил: 3039000 долларов США. В Айнинском районе ущерб от наводнения в апреле месяце 2002 г составил: 567000 долларов США. В июле 2002 г составил: 328000 долларов США.

Таким образом, в результате изменения климатических условий часто возникают ЧС и наносится ущерб бюджету страны. Поэтому, для локализации таких явлений, в первую очередь необходимо улучшить метеорологические обслуживание. Ибо многолетние климатические наблюдения показывают, что на территории города Пенджикент и Айнинского района атмосферные осадки мало выпадают. Поэтому, неожиданное большое количество выпавших осадков приведет к ЧС. Например, все ущербы, связанные с ЧС в г. Пенджикент в 2010 году, произошли в течение двух дней (с 28 апреля 2010 года по 29 апреля 2010 года) (см. рис. 4.14). Или 80% таких ущербов, вызванные ЧС, народного хозяйства Айнинского района в 2002 году, приходилось с 21 апреля по 24 апреля 2002 года, что превышает 2 млн сомони (см. рис. 4.13). В целом наблюдения за период с 1998 по 2016 год показывают, что ЧС нанесли ущерб, бюджету Айнинского района, равной более тринадцать млн (13669492) сомони и ущерб бюджету г. Пенджикент от таких явлений достигает более сорока восьми млн (48979379) сомони (см. рис. 4.14). Поэтому при изучении и анализе причин возникновения ЧС, необходимо полностью проанализировать изменения климатических условий того же региона, а также надо показать взаимосвязь между ними.

#### 4.4. Социально-экономические и экологические аспекты чрезвычайных ситуаций в долине

Как известно, ЧС – это обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей природной среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей. Различают ЧС природного, техногенного и военного характера. Могут быть неблагоприятные природные явления, стихийные бедствия и природные катастрофы источниками ЧС природно-климатического характера. Под неблагоприятным природным явлением понимается стихийное событие природного происхождения, вызывающее сравнительно небольшие негативные последствия для жизнедеятельности людей и экономики.

За период 1998-2016 гг. на территории РТ зарегистрировано более 2250 природно-климатических бедствий. Всего за этот период от природных бедствий погибли около 600 человек. Экономике страны был нанесен огромный экономический ущерб. Правительство РТ ежегодно направляет бюджетные и внебюджетные средства на предотвращение и ликвидацию последствий стихийных бедствий. Значительная часть этих средств направлена на переселение пострадавшего населения, оказание им материальной помощи, а также на проведение берегоукрепительных работ.

Наиболее острым фактором стихийных бедствий в мире (начиная с наводнений) является проблема глобального изменения климата. К сожалению, человек является одним из факторов, способствующих изменению климата, потому что с развитием науки и техники человек в настоящее время оказывает огромное влияние на окружающую среду. И тревожная ситуация также побуждает человека принимать во внимание законы природы и тем самым предотвращать последствия антропогенного воздействия.

Естественно, глобальное изменение климата [Будыко, 1980] оказывает непосредственное влияние на природные процессы в всех странах мира. Согласно данным экспертов [Первое Национальное сообщение..., 2003; Национальный план действий..., 2003], на территории РТ наблюдается общее повышение температуры, участились засухи и проявление стихийных бедствий. Сокращение ледниковой площади, которые происходят в нашей стране и во всей ЦА, может поставить под угрозу всю энергетическому и аграрному сектору этих государств. В связи с этим Правительством республик ЦА вырабатываются меры по адаптации к изменению климата. Например, в 2011 году АГ РТ провел климатические исследования в рамках созданной ООН Рамочной Конвенции по изменению глобального климата. В связи с тем, что наша планета начала претерпевать наибольшие изменения климата с начала 60-х годов прошлого столетия, рассматривалось изменение климата за период 1961-2011 гг.

Представлены результаты оценки влияния ЧС на общеобразовательные учреждения, системы коммуникации и другие социально-общественные



объекты вышеназванного бассейна. В БРЗ образована эффективная система управления мероприятиями по предупреждению и ликвидации последствий стихийных бедствий. Ущерб, причиняемый населению в результате различных опасных явлений, может проявляться в потере жизни, заболеваниях с потерей трудоспособности, ухудшении качества жизни. Нанесенный ущерб природной среде, выражается в ухудшении ее состояния, потерях народнохозяйственной ценной площади, затратах на ее реабилитацию и т.д.

Прямые потери объектов инфраструктуры включают в себя потерю недвижимости и запасов готовой продукции, полуфабрикатов или других материалов. Ущерб, связанные с полным или частичным разрушением инфраструктуры, зданий, транспортных средств, потерей сельскохозяйственных угодий, ирригационных и гидротехнических сооружений. Компоненты прямого ущерба также включают потери урожая, если ЧС произошли во время периода сбора. Расходы на восстановление инфраструктуры зависят от типа ЧС и масштаба последствий. В табл. 4.7 показан обобщенный ущерб от ЧС в двух административных центрах БРЗ.

**Таблица 4.7.** Ущерб от чрезвычайной ситуации для систем коммуникации, ирригации, земледелия и других социальных объектов бассейна реки Зерафшана в 1998-2016 гг.

Название объекты	Айни	Пенджикент
Школы	6	26
Магазины	6	1
Жилой дом	719	1746
Возделываемая земля (га)	41	1462
Сад (га)	8,65	134,6
Лес (га)	260	-
Крестьянское хозяйство	697	915
Ферма	16	27
Дороги (км)	407	416,15
Мосты	51	84
Животные (штук)	873	243
Система ирригации (км)	228,2	232,6
Водопроводы (км)	3,9	11,4
Система коммуникации (км)	1,2	-
Газопровод (км)	-	1,8
Насосная водокачка	-	26
Трансформаторы	13	-

*Источник: КЧСиГО, 2017.*

Как показано в табл. 4.7 и на рис. 4.13 с 1998 по 2016 год, в Айнинском районе и городе Пенджикент ЧС ежегодно регистрируются, и причины их возникновения изучаются специалистами. Из-за изменения климата часто

возникают ЧС и, следовательно, их связь с ними является одним из способов решения этой проблемы. Например, территория Айнинского района, которая является полностью горной, считается самой большой территорией долины, каждый год в этом районе много жертв. Как видно из рис. 4.13, в этом районе острые потери произошли в 2002 году с большим ущербом, чем в другие годы. Ущерб, нанесенный районному бюджету за этот период, достиг 3204300 сомони (см. рис. 4.15).

Следует отметить, что один из наиболее ущербноносящих чрезвычайных ситуаций, которые связаны с изменением климатических условий и наносит значительный ущерб экономике Республики Таджикистан, являются сели и большинство из них имеют дождевой генезис. В РТ сели наблюдаются почти повсеместно, в т.ч. на Бадахшане, и на Раште. Чаще всего селевые потоки проходят (иногда по несколько раз в год по одному и тому же пути) в северных районах страны (особенно в БРЗ). В Центральном Таджикистане, в бассейнах рек южного склона Гиссарского хр. почти ежегодно в марте-апреле месяцы проходят паводки селевого характера. В западной части долины Зерафшана сели начинаются в марте-апреле, далее - в мае-июне, переходя на земли Айни, Горно-Матча и бассейна р. Фандарьи (Фан-Ягнобские ущелье). На верховье Зерафшана сели снегового генезиса возникают в результате повышения температуры воздуха и стремительного таяния снегов на южных склонах Туркестанских и Зерафшанских хр. в местностях Мадрушка, Обурдон, Водиф, Туро, Дарг, Вешаб, Шавкати Поён и др. Однако, наиболее мощные и разрушительные сели являются августовские, таких селей наблюдающиеся примерно один раз в 15 лет. Среди них наиболее известные являются Диамаликский (2 августа 1946 г.) и Обичагонский (2 августа 1961 г.) в бассейне р. Варзоб.

В условиях БРЗ годовой сток находится в тесной связи со средней высотой водосбора. Годовой модуль стока при средней высоте 3400-3460 м равен 24 л/с (исток Искандердарьи и устье Саратага); при 3250-3400 м - 17-23 л/сек (Зерафшан у впадения Фандарьи, Ягноб у Такфона); при 2600-3200 м - 8-15 л/с (Магиян у Суджина). Время прохождения пика паводка зависит от типа питания реки и местоположения пункта наблюдений.

Необходимо отметить, что зоны возникновения селевых потоков в БРЗ сокращённо можно разделить на четыре: 1) Высокогорная зона: твердая пища - морены; жидкая пища - таяния ледников и снежный слой. Силы селевых потоков очень значительны, но их повторяемость очень редко. Для них период происхождения является вторая половина лета; 2) Средний горный массив: в этом регионе грязекаменные селевые потоки имеют преимущество. Твердая пища - материалы оползни и лавины, жидкая пища - весенняя таяния снегов с сильными осадками; 3) Средний и низкий горный массив: твердая пища - оползни и обвалы, жидкая пища - интенсивные осадки вместе со весенними таяниями снегов. Для таких селевых потоков период происхождения считается апрель-май; 4) Низкогорная зона: твердая пища - лессы и малолёссы; Селевые потоки происходят во время интенсивных

осадков весной и летом. В этом регионе грязные и грязекаменные селевые потоки имеют преимущество.

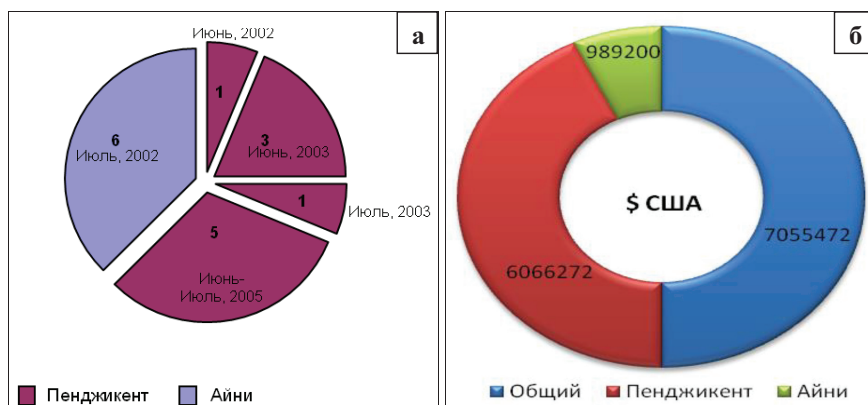
Сели гляциального генезиса возникали в июле месяце 1978 г. в ущелье Пастиф (Фатмовут, Айни) и в июне месяце 1982 г. в ущелье Рог (Горный Матча). В обоих случаях висячие ледники срывались с гор и падали в расположенные ниже озера. В результате возникающие селевые потоки уничтожали на своем пути посевы, смывали и уносили скот, приводили к гибели людей. 27.05.1967 г. в бассейне р. Джиджикурут (Айни), в результате прошедших осадков в виде крупного града и быстрого его таяния возник сели.

Грязекаменный сели возникшей в 14.04.1963 г. в бассейне р. Малый Уртасай (Пенджикент) смыл камни диаметром 0,3-0,5 м и максимальный расход потока составлял 166 м<sup>3</sup>/с. В 13.05.1969 г. сильные дожди и связанные с ними сели охватили все земли Фалгара. И в 1964, 1966 и 1981 гг. в бассейне р. Хушекат сели нанес огромный ущерб посевным полям, грязекаменный сели принес огромные камни диаметром 0,5-1,2 м и грязекаменные потоки устилали дороги слоем грязи толщиной до 0,2-0,8 м. Отмечен, сели 20-21.06.2009 г. в 3 км ниже села Вешаб (Айни). Причиной его явился дождь, интенсивное таяние оставшегося снега и обрушение со склонов рыхлых горных пород на автодороге Душанбе-Матча.

Сели и наводнения запрудного генезиса возникают при оползнях и сходах лавин. Например, в 24.04.1964 г. в Варзи Минор (Айни) сошел оползень и перекрыл р. Зерафшан плотиной высотой 200 м. В результате этого образовалось водохранилище объемом воды 90 млн м<sup>3</sup>. Если бы не были проведены срочные инженерные мероприятия, то в среднем и нижнем течении реки возникли бы страшные наводнения.

Сели и наводнения наносят большой ущерб всем отраслям народного хозяйства и экологии, приводят к человеческим жертвам. Ночью 24.06.1987 г. в селе Дарг и Каздон (Айни) таким стихийным бедствием был нанесен серьезный экономический и человеческий урон. В 9.06.1990 г. стихийное бедствие произошло в бассейне р. Магиян (Пенджикент) и унесло жизнь 2 человек. В 1991 г. и в 2005 г. в селе Ревад (Айни) сели нанес ущерб 110 хозяйствам, и его жители эвакуировали в Дашти Кози (Пенджикент).

На рис. 4.17 показано количество человеческих жертв (а) и общий экономический ущерб (б) в городе Пенджикент и Айнинском районе при наводнениях 2002-2005 годов.



**Рис. 4.17.** Количество человеческих жертв (а) и общий экономический ущерб (б) районов Айни, и Пенджикент при наводнениях 2002-2005 гг.

Таким образом, снижение до определенного уровня русла реки, очищение его от всякого рода твердых частей, служащих питанием для селей, постройка искусственных препятствий для снижения скорости потока воды, организация лесопосадок и травяных покрытий бассейна реки позволят предотвратить сели или хотя бы уменьшить наносимый ими ущерб. Претворение в жизнь каждого из этих направлений имеет свои трудности, требует определенных материальных средств и затрат и все это связано со степенью развития нашей экономики, науки, техники, интеллектуальных ресурсов, а также зависит от уровня развития культуры и просветительства.

Возно отметить, что на протяжении многих веков жители гор для предотвращения селей придумывали и применяли различные средства. Например, для отражения селей и наводнений на берегах саев и рек люди строили каменные стены, сажали деревья ивы, тополя, ореха и других пород. Свое жилье строили подальше от берегов рек, сады и виноградники размещали на приличных расстояниях от селесходных мест. По берегам оврагов и на селесходных местах с большим трудом, выращивали ступенчатые сады. Для безопасного спуска воды с высот на низлежащие клочки земли, и чтобы не образовывались селесходы строили так называемые «новы» (лотки) из бревен или «оштонакчуйбор» (каменные кладки с трех сторон – снизу и с боков) из больших плоских камней. Все это жители гор делают и сегодня.

До настоящего времени большое внимание уделяли ликвидации последствий селей и наводнений, а их предотвращением занимались совсем мало, поэтому необходимо как можно быстрее перейти к организации восстановления леса в бассейнах рек, привлечь как можно больше внутренних и внешних инвесторов к решению этой проблемы.

Для снижения природных стихийных явлений, связанных с водой, необходимо не только вести научные исследования, но и проводить

всестороннюю агитацию среди населения, издавать как можно больше научно-популярной литературы на таджикском языке, материально и морально поддерживать авторов.

#### **4.5. Меры по снижению влияния чрезвычайных ситуаций на экологическое равновесие бассейна**

Ежегодно в глобальном масштабе регистрируются огромные количества ЧС, которые негативно влияют на здоровье и благополучие населения, улучшают социально-экономическое развитие населения и наносят ущерб состоянию экологических систем. Согласно существующим данным [Публ. ВМО №970, 2004; Публ. ВМО №974, 2004] каждый год, 200 млн человек страдают от стихийных бедствий, и эти анализы показывают, что мировой научно-технический и человеческий прогресс все еще недостаточно развивались, чтобы полностью предотвратить ЧС. Данные подтверждают, что ежегодно в мировом масштабе ущерб от ЧС возрастает примерно на 4,3%, число жертв увеличивается на 8,6%, а экономический ущерб увеличивается на 6%. В то же время очевидно, что стихийные бедствия являются глобальной проблемой, уменьшение ЧС и тем самым сохранения жизни людей и объектов экономической деятельности о одним из ключевых факторов, определяющие устойчивый экономический рост.

В РТ образована эффективная система управления мероприятиями по предупреждению и ликвидации последствий стихийных бедствий. Действует Государственная Комиссия при Правительстве Республики Таджикистан по ЧС, которая объединяет все службы по предупреждению и реагированию на ЧС, основанные в основных министерствах и ведомствах республики, эвакуационные комиссии и комиссии по обеспечению устойчивости экономических объектов. Ущерб, причиняемый населению в результате различных опасных явлений, может проявляться в потере жизни, заболеваниях, потере трудоспособности, ухудшению качества жизни. Ущерб, нанесенный природной среде, выражается в ухудшении ее состояния, потерях народнохозяйственной ценной территории, затратах на ее реабилитацию и т.д.

Независимо от методологии оценки ущерба можно выделить три основных типа задач, возникающих при оценке экономических последствий природных ЧС:

- прогноз ущерба для гипотетической природной ЧС;
- экспресс-оценка прямого ущерба непосредственно после ЧС;
- оценка всех составляющих ущерба на основе реальных данных после окончания фазы ликвидации последствий ЧС.

Первая задача направлена на оценку всех составляющих ущерба, включая долговременные последствия. Ее решение осуществляется в рамках имитационного моделирования для заданного набора сценариев развития природно-климатической ЧС. Экспресс-оценка необходима для определения объема финансовых средств для ликвидации последствий ЧС, а последняя

задача решается для оценки макроэкономических последствий, в том числе региональных. Результаты оценки в рамках третьей задачи представляют интерес для анализа и прогнозирования ущерба в аналогичных ситуациях в будущем.

Проведены мероприятия по оценке опасности и риска стихийных бедствий на территории РТ. Определены наиболее уязвимые зоны территории, где проводятся профилактические меры по предупреждению возможных ЧС и подготовке к ним.

В целях повышения уровня знания и осведомленности населения о природе бедствий, и их надлежащего поведения при них, согласно разработанным планам, проводятся учебно-методические сборы, тренинги, тренировки и учения. Разработаны специальные программы подготовки и обучения учащихся средних школ, студентов высших учебных заведений, начальствующего состава, а также рабочих, служащих, объектов экономики РТ по основам готовности к ЧС и гражданской обороне.

Правительством усиливается сотрудничество с региональными и международными организациями в области снижения стихийных бедствий. Существуют многосторонние и двусторонние международные соглашения в вопросах сотрудничества при стихийных бедствиях. В настоящее время в г. Алматы функционирует рабочая группа представителей МЧС Казахстана, Киргизской Республики и КЧСиГО РТ по созданию Центрально-азиатского центра по снижению риска стихийных бедствий. Создание этого центра будет способствовать координации усилий в этом направлении.

Как уже было отмечено [Курбонов, 2015; Курбонов, Курбонов, 2016], РТ и Киргизская Республика являются зоной формирования стока рек всей ЦА и, в этой связи, большинство стихийных бедствий относятся именно к категории стихийных бедствий, связанных с водой. В связи со сложностью рельефа и влияния климатических изменений порой становится очень трудно прогнозировать эти стихийные явления.

Система ЧС и гражданской обороны осуществляет функции по предупреждению и ликвидации последствия ЧС, защите населения и территорий от таких явлений, организации обучения населения действиям в ЧС, обеспечения постоянной готовности сил и средств по ликвидации их последствий, контроля и координации работ по доставке населению, пострадавшему от ЧС гуманитарной помощи и осуществлению контроля за целевым использованием, распределением и расходованием помощи.

Хотя лесомелиоративные мероприятия являются эффективным средством борьбы против селей, их внедрение в сложный рельеф и с малыми осадками БРЗ в настоящий момент затруднительно. Поэтому необходимо использовать террасирование, а также капельное орошение и мульчирование. Кроме того, рекомендуется посадка саженцев мало потребляющих воду деревьев, таких как вяз, боярышник, миндаль, клен, лох, тутовник, алыча и др. Если для мульчирования вокруг саженцев не найдется подходящего материала, то можно использовать плоские камни.

Использование наклонных земель, рытвин, селесходных мест, оврагов под террасирование широко внедрено в селениях Фалгара (основная часть Айнинского района, за исключением бассейна реки Фан и Ягноб). Восстановить уничтоженные леса можно только при поддержке государства и конкретной программы для определенного бассейна реки или территории. На 40-50 лет нужно запретить вырубку арчовников на западе предгорий Шавкати Боло, западной части Дараи Варз и ряде других мест. Это будет способствовать увеличению численности арчовых деревьев, так как естественное увеличение численности этих деревьев из-за недостаточного увлажнения происходит очень медленно.

Мелиоративно-технические мероприятия позволяют уменьшить разрушительную деятельность селей и наводнений. В последние годы по инициативе жителей Шавкати Боло, Шамтич, Вешаб и ряда других деревнях Айнинского района и при поддержке зарубежных организаций были укреплены берега саев при помощи каменно-цементных стен. Необходимо, чтобы и в других селениях поддержали эту инициативу.

Одним из значительных мероприятий можно назвать создание акведуков, селедуков, дюкеров, запруд, глубинных наносоулавливателей, наносодерживающих дамб, селепусков, селеотводящих сооружений, руслоукрепительных и селезащитных сооружений, селехранилищ и др., например, для охраны от селя Пенджикентского завода по производству золота в бассейне один из притоков р. Магиян (р. Бедаксай), построены наносодерживающая дамба, водоотводящий канал и селехранилище. Для защиты магистрального канала Маргедара от селя построены местами селедуки и дюкеры.

Руслоукрепительные мероприятия широко применяются на практике как в западной части Зерафшанской долины, так и в восточной её части. В западной части поймы р. Зерафшан (Пенджикент) для защиты посевов риса на обоих берегах созданы берегоукрепительные стены и полузапруды. Такие же мероприятия проведены для защиты автомобильных дорог в урочищах Зероби Парз, Осиёи Чашма (Айни) и в ряде мест Фан-Ягноба.

Надо признать, что в настоящее время такие мероприятия по масштабам охвата и качеству не соответствуют требованиям времени. С целью предотвращения селей, наводнений и для лучшего обеспечения бассейнов реки Киштут, Магиян и ряда саев Фалгара, страдающих от нехватки воды, необходимо построить водохранилище - селехранилище, но сначала надо изучить инженерно-экологическое состояние каждой местности. Для решения задачи воздействия на атмосферные осадки, таяние снегов и ледников, на лавины путем расстрела ливневых облаков, а также с использованием дымовых шашек, необходимы специальные знания и применение новых сложных технологий.

Необходимо отметить тот факт, что снижение риска ЧС должно рассматриваться в качестве комплексного, межсекторного аспекта, затрагивающего все области инфраструктуры, поскольку в случае удара стихии, страдают все секторы. В этой связи, основной целью является

интеграция мер по снижению опасностей стихийных бедствий в планы развития района, посредством реализации планов по готовности и реагирования на стихийные бедствия и ЧС, и выделение конкретных средств из всех бюджетов развития.

Необходимо всесторонне изучить неблагоприятные метеорологические и гидрологические явления для обеспечения безопасности инфраструктур, дополнительных сооружений, защиты сельскохозяйственных угодий. Сели, оползни, наводнения, селевые дожди, град, снежные лавины и другие явления климатического характера, часто возникают в этих местах. Нужно выявить конкретные причины их возникновения и определить меры и способы предотвращения или снижения их отрицательного влияния особенно на сельские предгорные районы.

Один из основных способов предотвращения стихийных бедствий, связанных с водной на территории РТ, является создание водохранилищ. Потому что, строительство водохранилищ в горных условиях обходится недорого и в сочетании с выработкой электроэнергии в низинах является единственным способом предотвращения энергетического кризиса и засухи. А также, строительство водохранилищ в РТ позволит орошать сотни тысяч жаждающих земель в низовьях. Водоохранилища в горных условиях также препятствуют селевым потокам, лавинам, оползням и спасают людей от постоянной угрозы таких стихийных бедствий. С этой целью необходимо проводить регулярные научные исследования водохранилищ и рек и их мониторинг. Поэтому в связи с развитием гидроэнергетических и водных ресурсов и дальнейшим предотвращением, и предупреждением стихийных бедствий, связанных с водой и климатом, необходимо увеличить количество метеостанций и гидропостов и обеспечить их новейшими технологиями.



## ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ

В результате выполнения исследования по изменению климата на территории БРЗ, с точки зрения экономико-географической оценки, получены следующие основные результаты:

1. С использованием данных многолетнего наблюдения метеостанций дана оценка динамики регионального климата в БРЗ. Показано, что в период 1931-2017 гг. температура воздуха в западной части долины увеличилась на 1,1°C, посреди долины выросла на 1,4°C, в восточной ее территории увеличилась на 0,8°C и в Фан-Ягнобское ущелье выросла на 0,5°C.

2. Выявлено, влияние орографии горно-ущельной местности на температуру воздуха, атмосферных осадков и других климатических условий на территориях БРЗ, которые расположены на различных высотах над уровнем моря. Воздействие орографии местности на климатических изменениях привело к изменению ландшафта по всей долине, и создало множество различных климатических зон.

3. Определены перспективы будущего развития водно-энергетического сектора БРЗ в зависимости от изменения климата. Здесь следует отметить, что одно из эффективных средств экономико-эффективного использования вод названного бассейна – это применение новых методов орошения земель и создание каскада водохранилищ в горном Зерафшане. Путем строительства водохранилищ с ГЭС, и запаса лишних весенних стоков реки Зерафшан и ее притоков, их можно летом рационально использовать. Строительство водохранилищ в узких горных долинах, по сравнению с водохранилищами на равнине, имеют ряд эколого-экономических преимуществ.

4. Проведена оценка влияния климатических изменений на деградацию и химический состав ледников, а также гидрологические характеристики водных артерий БРЗ. Всестороннее изучение сезонных снежных осадков, фирны и ледников, являющихся источниками пополнения рек, озер и подземных вод, является важной задачей. Таким образом, можно и нужно разработать перспективную научную программу по изучению ледников страны, в т.ч. ледника Зерафшан, что в итоге положительно скажется на состоянии водного баланса, который играет решающую роль в развитии сельского хозяйства и экономики республики.

5. Установлено, что по химическому составу и по качествам вода водно-рекреационного ресурса Зерафшанской долины (р.Зерафшан и ее притоков, ледников бассейна, озера Искандеркуль и рек, впадающих в его) соответствуют требованиям государственного стандарта (ГОСТ 2674-82 «Питьевая вода»). Несмотря на то что, оз. Искандеркуль имеет чистую воду, однако, качества его воды не соответствует требованиям, предъявляемым к воде для развития рыбоводства, из-за превышенного содержания цинка, меди, железа и свинца относительно установленного ПДК.

6. Зарегистрированная концентрация тяжелых металлов значительно ниже соответствующих ПДК, что свидетельствует о чистоте рек БРЗ. Полученные результаты показывают, что ни в одной точке места отбора проб

воды, значения зарегистрированной концентрации – радиоактивных примесей не превышают максимально допустимых значений, определяемых международными требованиями. Данные материалы имеют большой интерес с точки зрения минералогии, гидрохимии и геоэкологии исследованных областей.

7. Верховья р.Зерафшан и ее притоков очень мало подвержена антропогенному влиянию. В результате воды р. Зерафшан в верховьях слабо минерализованы (среднегодовые концентрации составили 220-230 мг/л, в том числе сульфаты - 40 мг/л, хлориды - 2 мг/л, азот нитритный - 0,014 мг/л, растворенный кислород 8,78 мг/л и фенолы отсутствуют). По минерализации воды сульфатного класса значительно превосходят воды гидрокарбонатного класса. Речные сульфатные воды с малой (общее количество солей до 200 мг/л) и средней (общее количество солей с 200 до 500 мг/л) минерализацией встречаются сравнительно редко.

8. Чрезвычайные ситуации природно-климатического характера различаются по своей тяжести и непредсказуемым последствиям, а также неопределенности периода восстановления. Таким образом, возникают трудности с отнесением тех или иных затрат к косвенному или прямому ущербу. Поэтому, проведена оценка влияния таких случаев на социально-экономическую ситуацию БРЗ и систем коммуникаций, ирригации, землевладения и других социально-общественных объектов. На ряду с этим, вычислен размер ущерба от чрезвычайных ситуаций за период 1998-2016 гг.

9. Оценка экономического и материального ущерба последствий чрезвычайных ситуаций предполагает системный подход, основанный на учете как прямых, так и косвенных ее последствий, в т.ч. отдаленных. Риск на отдельной территории обычно включает расчеты возможного числа погибших (пострадавших) людей и экономических потерь, которые могут быть вызваны опасными явлениями. В геоэкологической емкости БРЗ доминируют чрезвычайные ситуации природно-климатического характера со значительными экономического, экологического, материального ущерба и человеческими жертвами.

10. Жители БРЗ, как другие долины страны, признают возможные тяжелые последствия изменения климата и разрабатывают, в той или иной степени, адаптационные мероприятия. Однако, как в отдельно взятые районы, так и на региональном уровне мероприятия по адаптации к климатическим рискам носят единовременный характер, ограничиваются реализацией отдельных проектов на местном уровне.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Абдураимов М.Ф.* Проблемы Зерафшанского гидрографического бассейна // Сб. докл. межд. конф. посвященной 15-летию МКВК. - Алматы, Казахстан, 23-28 апреля 2000 г. - С.43-48.
2. *Абдушукуров Д., Кобулиев З.В., Пассел Х., Салибаева З.Н.* Гидрохимия вод основных рек Таджикистан // Известия ВУЗов Кыргызстана. - Бишкек, 2015. - №4. - С.87-93.
3. *Абдушукуров Д., Кобулиев З.В., Салибаева З.Н.* Гидрогеохимия основных рек Таджикистана // Матер. межд. научно-практ. конф. посвящен. подведению итогов объявленного ООН десятилетия «Вода для жизни». - Алматы, 2016. - Книга 1. - С.200-205.
4. *Абдушукуров Д., Салибаева З.Н.* Экологические характеристики воды в основных реках Таджикистана // Материалы X межд. научно-практ. конф. «Актуальные проблемы экологии - 2014». - Гродно, 2014. - С.8-10.
5. *Аброров Х.* Ледники Таджикистана. - Душанбе, 2017. - 147 с. (на тадж. яз.).
6. *Аброров Х.* Таджикистан - край уникальных озер. - Душанбе, 2003. - 197 с. (на тадж. яз.).
7. *Аброров Х.* Экономический потенциал водных ресурсов Зерафшанской долины. - Душанбе, 2005. - 189 с. (на тадж. яз.).
8. *Аброров Х., Кобулиев З.В.* Вопросы эффективного использования водно-земельных ресурсов Горного Зерафшана (географические аспекты). - Душанбе: «Дониш», 2018. - 148 с.
9. *Аброров Х., Шерматов Н.* Формирования водных ресурсов горного Зерафшана и их экономических потенциал. - Душанбе, 2013. - 132 с.
10. *Акимов В.А., Лесных В.В., Радаев Н.Н.* Основы анализа и управления риском в природной и техногенной сферах. - Москва, 2004. - 352 с.
11. *Аминов М.Х., Рахимов А.И.* Гидрогеоэкологические особенности территории Согдийской области // Ученые записки Худж. гос. ун-та им. акад. Б.Гафурова. Серия естественные и экономические науки, 2014. - №3 (30). - С.137-144.
12. Аналитический обзор проекта ЕС-ПРООН (2009-2012). «Состояние и перспективы интегрированного управления водными ресурсами бассейна реки Зерафшан» // URL: [http://www.cawater-info.net/zeravshan/pdf/tj\\_zeravshan\\_full\\_rus.pdf](http://www.cawater-info.net/zeravshan/pdf/tj_zeravshan_full_rus.pdf).
13. Аналитический отчет: Качество воды в бассейнах рек Амударья и Сырдарья. - Ташкент, 2011. - 80 с.
14. *Ахмедов Б.К.* Национальный доклад об использовании и охраны водных ресурсов в Республике Узбекистан // Seminar on role of ecosystems as water suppliers. - Geneva, 13-14 December 2004.
15. *Баканин Г.В., Трестман А.Г.* Гидрология бассейна реки Зерафшан в пределах Таджикской ССР // Материалы по производительным силам Таджикистана. - Вып.2. - Душанбе, 1964. - С.12-24.

16. *Балашова Е.Н., Житомирский О.М. и др.* Климатическое описание Зерафшанского региона. - Ленинград, 1963. - 400 с.
17. *Баротов Р.Б.* Природные ресурсы Зерафшанской долины и их использование. - Ташкент, 1977. - 115 с.
18. *Борзенкова И.И., Брук С.А.* О влияние вулканических извержений на изменение климата в позднеледниковом голоцене // Труды ГГИ, 1989. - Вып.347. - С.40-56.
19. *Будыко М.И.* Климат в прошлом и будущем. - Л., 1980. - 351 с.
20. *Вазиров К., Саидов М.* Горный Зерафшан. - Душанбе: Нодир, 2009. - 136 с. (на тадж. яз.).
21. *Валентин К.Л., Оролбаев Э.Э., Абылгазиева А.К.* Водные проблемы Центральной Азии. - Бишкек, 2004. - 142 с.
22. Вода питьевая. Методы анализа. - М.: Издат. стандартов, 1984. - 239 с.
23. Выступление Президента Республики Таджикистан, Председателя государственной комиссии по чрезвычайным ситуациям Эмомали Рахмона по природным чрезвычайным ситуациям за последние пять лет, 11.02.2016, Хорог // URL: <https://khf.tj/ru/node/308>.
24. Геология и полезные ископаемые бассейна реки Зерафшан. - М., 1989. - 190 с.
25. Гидрогеология СССР. Таджикская ССР. Т.41. - Москва, 1972. - 560 с.
26. *Гордиенко В.Е.* Гляциологический и геоморфологический очерк верховьев реки Ягноба / Труды ледниковых экспедиций: Зерафшан, 1936. - Т.3.
27. *Давыдов Л.К., Пронин А.Г.* Бассейны Зерафшанского ледника река Матча и ее верхние притоки / Крупнейшие ледники Средней Азии - Ледники Федченко и Зерафшан. - Лен. гос. ун-та, 1967.
28. *Данилова Н.А.* Климат и отдых в нашей стране. - М.: Мысль, 1980.
29. *Джонмахмадов М.П.* Природно-ресурсный потенциал Верхнего Зерафшана и пути его рационального использования // Диссер. на соис. учен. степ. к.геогр.н. - Душанбе, 2011. - 139 С.
30. *Дмитриев В.В., Фрумин Г.Т.* Экологическое нормирование и устойчивость природных систем. - СПб: Наука, 2004. - 294 с.
31. *Закиров К.З.* Флора и растительность бассейна реки Зерафшан. Т.1. - Ташкент, 1955. - 207 с.
32. Зерафшан. Верховья Зерафшан и Фандарьи. - Ленинград, 1936. - 416 с.
33. *Ибатуллин С.Р., Ясинский В.А., Мироненков А.П.* Влияние изменения климата на водные ресурсы в Центральной Азии // Евразийский Банк Развития, 2009. - 42 с.
34. *Исабеков Т.А.* Совершенствование управления водными ресурсами в бассейнах рек межгосударственного пользования. - Бишкек: КРСУ, 2013. - 296 с.
35. *Камалов Д.Д.* Снижение риска стихийных бедствий, связанных с водой в Таджикистане: управление селями и наводнениями // КЧСиГО при Правительстве Республики Таджикистан. - Душанбе, 2014.

36. *Кандрор И.С., Демина Д.М., Ратнер Е.М.* Физиологические принципы санитарно-климатического районирования территории СССР. - М., 1974.
37. Каталог ледников СССР. Т.14, Вып.3. Части 1-2. Бассен реки Зерафшан. - Л.: Гидрометеоздат, 1982.
38. *Каюмов А.К., Салимов Т.О.* Изменение климата и водные ресурсы Таджикистана. - Душанбе: Ирфон, 2013. - 83 с.
39. *Кеммерих А.О.* Гидрография Памира и Памиро-Алая. - Москва, 1978. - 263 с.
40. *Керимов А., Рототаева О.В., Хмелевской И.Ф.* Распределение тяжёлых металлов в поверхностных слоях снежно-фирновой толщи на южном склоне Эльбруса // Журнал «Лёд и снег», 2016. - №2. - Т.114. - С.24-35.
41. *Коновалов В.Г.* Пространственная экстраполяция и изменчивость характеристик климата на территории Центральной Азии // Известия РАН. Серия географических наук, 2003. - №5. - С.97-106.
42. *Коновалов В.Г.* Таяние и сток с ледников в бассейнах рек Средней Азии. - Л.: Гидрометеоздат, 1985. - 237 с.
43. *Коновалов В.Г., Вильямс М.В.* Многолетние колебание оледенения и стока рек Центральной Азии в современных климатических условиях // Журнал «Метеорология и гидрология», 2005. - №5. - С.69-82.
44. *Коновалов Е.П.* Об области питания и строения Зерафшанского ледника // Известия Гос. геогр. общ-ва. - Москва, 1935. - Т.67. - Вып.5.
45. Концепция по рациональному использованию и охране водных ресурсов Республики Таджикистан, - Душанбе, 2002. - 32 с.
46. *Корженевский Н.Л.* Каталог ледников Средней Азии. - Ташкент, 1930. - 200 с.
47. *Корженевский Н.Л.* Некоторые новые данные о Зерафшанском леднике // Известия Всерос. геогр. общ-ва. - Москва, 1948. - Т. 80. - Вып.5.
48. *Котляков В.М.* Снежный покров Земли и ледники. - Ленинград: Гидрометеоздат, 1968. - 479 с.
49. *Кошлаков Г.В., Бабаев А.М. и др.* Комплексное социально-экономическое развитие Зерафшанской горной подзоны // Сб. трудов Ин-та экон. АН РТ: «Проблемы социально-экономического развития Республики Таджикистан» - Душанбе: «Дониш», 1998. - С.18-66.
50. *Крат В.Н.* Минеральные лечебные, термальные и промышленные воды Таджикистан. - Душанбе: «Дониш», 1985. - 143 с.
51. *Крюков В.И.* Схема территориального деления Таджикской ССР для целей экономического мониторинга окружающей среды республики // Рук. Деп. в ТаджикНИИТИ, 07.08.1989. - №48 (648). - Душанбе, 1989. - 104 с.
52. *Курбонов Н.Б.* Анализ воздействия стихийных бедствий на социально-экономические отрасли и экологические равновесие // Наука и инновация. Серия геологических и технических наук, 2019. - №4. - С.130-139.
53. *Курбонов Н.Б.* Анализ чрезвычайных ситуаций и их влияния на социально-экономическое положение Республики Таджикистан // Вестник Тадж. нац. ун-та. Серия социально-экономических и общественных наук, 2019. - №2. - С.10-15.

54. Курбонов Н.Б. Влияние изменения климата на водный сток реки Зерафшан и ее притоков // Сб. XI межд. науч. конф. молодых ученых и талантливых студентов «Водные ресурсы, экология и гидрологическая безопасность». - Москва, 15 декабря 2017 г. - С.54-58.

55. Курбонов Н.Б. Изменение климата и циркуляция атмосферы в Таджикистане по моделям HadCM2 и UK-TR // Вестник Тадж. гос. пед. ун-та им. С.Айни. Серия естественно-математических наук, 2013. - Т.54. - №5. - С.119-125.

56. Курбонов Н.Б. Моделирование изменения атмосферной температуры по моделям CCC-EQ и GFDL-TR // Вестник Тадж. нац. ун-та. Серия естественных наук, 2013. - Т.106. - №1/2. - С.122-128.

57. Курбонов Н.Б. Мониторинг чрезвычайных ситуаций и их зависимость от метеорологических условий в бассейне реки Зерафшан // Вестник Тадж. нац. ун-та. Серия естественных наук, 2014. - Т.126. - №1/1. - С.273-279.

58. Курбонов Н.Б., Восидов Ф.К., Мирзохонова С.О., Халимов А.М. Процесс деградации ледников верховья бассейна реки Зерафшан в условиях современного изменения климата // Наука и инновация. Серия геологических и технических наук, 2019. - №2. - С.58-67.

59. Курбонов Н.Б., Курбонов Ш.Б. Изменение климата за период 1961-2011 гг. на территории Таджикистана // Теор. и науч.-практ. журнал «Кишоварз», 2014. - Т.63. - №3. - С.83-85.

60. Курбонов Н.Б., Курбонов Ш.Б. Межгосударственные отношения между странами Центральной Азии по совместному использованию гидроэнергетических ресурсов // Матер. межд. науч.-практ. конф. «Водные ресурсы Центральной Азии и их использование», посвященная подведению итогов объявленного ООН десятилетия «Вода для жизни». - Алматы, 22-24 сентября 2016 г. - С.325-329.

61. Курбонов Н.Б., Мирзохонова С.О., Курбонов Ш.Б. Некоторые вопросы взаимосвязи метеорологии и гидрологии // Вестник Тадж. нац. ун-та. Серия естественных наук, 2015. - Т.188. - №1/5. - С.49-52.

62. Курбонов Н.Б., Митусов А.В., Кобулиев З.В., Фрумин Г.Т. Динамика изменения химического состава воды озера Искандеркуль и его притоков // Материалы XXXI молод. науч. школа-конф. «Актуальные проблемы геологии, геофизики и геоэкологии», посвящ. памяти чл-корр. АН СССР К.О. Кратца. - Санкт-Петербург, Россия, 5-9 октября 2020 г. - С.141-148.

63. Курбонов Н.Б., Норматов И.Ш. Гидрохимия и исследования изотопного состава реки Зерафшан и ее притоков // Материалы XXIX молод. науч. школы-конф. «Актуальные проблемы геологии, геофизики и геоэкологии», посвящ. памяти чл-корр. АН СССР К.О. Кратца и акад. РАН Ф.П. Митрофанова. - Петрозаводск, Россия, 1-5 октября 2018 г. - С.106-111.

64. Курбонов Н.Б., Норматов П.И. Мониторинг метеорологических условий и их влияние на состояние ледников бассейна реки Зерафшан // Известия ВУЗов Кыргызстана, 2015. - №4. - С.82-86.

65. Курбонов Н.Б., Норматов П.И. Перспективы развития и уязвимость бассейна реки Зерафшан к чрезвычайным ситуациям, связанным с

метеорологическими условиями // Респуб. научно-теорет. журнал «Наука и новые технологии», 2013. - №7. - С.43-46.

66. Курбонов Н.Б., Норматов П.И., Садилов А.Д. Об актуальности проблемы загрязнения трансграничных рек Центральной Азии и пути их решения на примере реки Зерафшан // Материалы межд. научно-практ. конф. химия производных глицерина: синтез, свойства и аспекты использования. - Дангара, 2-3 декабря 2016 г. - С.137-143.

67. Курбонов Н.Б., Нормамедова З.О. Возможности развития экологического туризма в горных районах Таджикистана // Матер. респуб. научно-практ. конф. «Важность развития внутреннего туризма». - Душанбе, 11 февраля 2017 г. - С.145-152.

68. Курбонов Ш.Б., Курбонов Н.Б. Экономико-географические факторы развития туризма в горных условиях Таджикистана // Матер. респуб. научно-практ. конф. «Актуальные проблемы развития туризма и народных ремесел». - Душанбе, 10 ноября 2018 г. - С.19-23.

69. Курцер Г.Я., Стамов Г.Г. Рациональные проблемы повышения эффективности использования земельных ресурсов в Таджикистане // Материалы по проблеме эффективности производства. - Душанбе, 1981. - Т. VI.

70. Кухтиков М.М. Краткий очерк геологического строения и история развития Зерафшанской долины // Материалы по производительным силам Таджикистана. - Душанбе, 1964. - Вып. 2.

71. Леонтева Р.С. Почвы горной части бассейна реки Зерафшан и их использование // Автореф. дис. на соис. к.с.-х.н. - Душанбе, 1968. - 25 с.

72. Максимов Н.В., Фатеев В.П. и др. Каталог ледников СССР. Т.14. - Л.: Гидрометеоздат, 1968. - 63 с.

73. Малимон А.Я. Агроклиматическая оценка почвенных и метеорологических условий таджикской части бассейна реки Зерафшан // Материалы по производительным силам Таджикистана. - Душанбе, 1964. - Вып. 2. - С.60-67.

74. Маматканов Д.М., Бажанова Л.В. и др. Влияние изменений климата на горную экосистему Тянь-Шаня (на примере Иссык-кульского и Чуйского бассейнов). - Бишкек: Нур-Ас, 2014. - 524 с.

75. Маслякова Э.И. Совершенствование расселения и перспективы хозяйственного освоения горных районов (на примере Таджикистана). - Душанбе, 1990.

76. Массакловская И.А., Перов В.Ф. Селевые явления в бассейне реки Зерафшан // Сб. трудов «Сели в горных районах СССР». - М.: МГУ, 1979.

77. Махмадалиев Б.У., Каюмов А.К., Новиков В.В. Влияние изменения климата на водные ресурсы Таджикистана и адаптационные меры по снежную их уязвимости. - Душанбе, 2003. - 72 с.

78. Мирзохонова С.О., Муминов А.О., Мирзохонов О.В., Курбонов Н.Б. Изменение расхода воды в верховье трансграничной реки Пяндж // Наука и инновация. Серия геологических и технических наук, 2017. - №4. - С.78-81.

79. *Мирзохонова С.О., Муминов А.О., Шарипов Дж.Г., Курбонов Н.Б.* Гидрограф трансграничной реки Пяндж и его больших притоков // Наука и инновация. Серия геологических и технических наук, 2017. - №3. - С.84-89.
80. *Муминов А.О., Курбонов Н.Б., Норматов П.И.* Изучение влияния Нурекского водохранилища на метеорологические условия сельскохозяйственных районов Республики Таджикистан // Респуб. научно-теорет. журнал «Наука и новые технологии», 2013. - №7. - С.52-55.
81. *Муртазаев У.И.* Водоохранилища Таджикистана и их влияние на прилегающие ландшафты. - Душанбе: Ирфон, 2005. - 304 с.
82. *Муртазаев У.И.* Возможности рекреационного освоения и эксплуатации водохранилищ Таджикистана // Водные ресурсы Центральной Азии, 2005. - Т. II. - №2. - С.60-65.
83. *Мусоев З., Дильмурадов Н.* Ледники Таджикистана. - Душанбе, 1994.
84. *Мухаббатов Х., Умаров Х.* Проблемы социально-экономического развития Ягнобской долины // Известия РАН. Серия географических наук, 2009. - №2. - С.101-105.
85. *Мухаббатов Х.* Водные ресурсы Таджикистана и проблемы водопользования в Центральной Азии // Проблемы постсоветского пространства, 2016. - №3. - С.29-45.
86. *Мухаббатов Х.* Природно-ресурсный потенциал горных регионов Таджикистана. - Москва, 1999. - 60 с.
87. *Мухаббатов Х.М., Яблоков А.А.* Снежный покров Таджикистана. - Душанбе, 2008. - 118 с.
88. *Наврузов С.Т.* Управление водными ресурсами трансграничных рек (на примере Центральной Азии) // Автореф. дис. на соис. уч. степени д.тех.н. - Москва, 2008. - 35 с.
89. *Наимов Х., Муртазаев У.И.* Стихийные явления в Центральном Таджикистане и их последствия // Вестник Тадж. нац. ун-та, 2017. - №2/3. - С.114-16.
90. *Нарзикулов И.К., Поляруш Е.И.* История формирования хозяйства Зерафшанской долины // Материалы по производительным силам Таджикистана. - Душанбе, 1964. - Т. VII. - С.43-50.
91. *Насыров М.Н.* Ледники бассейна реки Зерафшан. - Ташкент, 1972. - 186 с.
92. *Насыров М.Н., Хасанов Н.Г. и др.* Высокогорные озера бассейна реки Зерафшан // Известия Узбек. геогр. общ-ва. - Ташкент, 1970. - Т. 12.
93. Национальный план действий Республики Таджикистан по смягчению последствий изменения климата / Под ред. Махмадалиева Б.У., Новикова В.В., Каюмов А.К. - Душанбе: Таджглавгидромет, 2003. - 264 с.
94. *Никитин А.М.* Озера Средней Азии. - Ленинград, 1987.
95. *Норматов И.Ш., Петров Г.Н.* Использование водных ресурсов Центральной Азии для ирригации и гидроэнергетики: конфликт интересов и взаимовыгодное сотрудничество // Водные ресурсы Центральной Азии, 2005. - Т. II. - №2. - С.24-31.



96. *Норматов П.И.* Геоэкологическая оценка загрязненности поверхностных вод и снегов бассейна трансграничной реки Зерафшан / Дис. на соиск. к.геогр.н. - Санкт-Петербург, 2016. - 143 С.

97. *Норматов П.И., Курбонов Н.Б.* Риски, связанные с водными факторами в бассейнах трансграничных рек // VIII межд. науч. конф. молодых ученых и талантливых студентов «Водные ресурсы, экология и гидрологическая безопасность». - Москва, 25-27 июня 2014. - С.7-10.

98. *Норматов П.И., Курбонов Н.Б., Фруммин Г.Т.* Метеорологические особенности и гидрохимия озера Искандеркуль и впадающих рек // Ученые записки РГГМУ, 2016. - №45. - С.13-19.

99. *Нуралиев К., Абдусаматов М., Латипов Р.Б.* Водные ресурсы Таджикистан: инициатив, состояние и перспектива. - Душанбе, 2012. - 225 с.

100. *Нурмахмадов Д.* Международное сотрудничество Министерство энергетики Республики Таджикистан в области или взаимовыгодное сотрудничество водно-энергетических ресурсов // Водные ресурсы Центральной Азии, 2005. - Т.II. - №2. - С.16-23.

101. Обзор о чрезвычайных ситуациях в Республике Таджикистан за 2017 год / Комитет по чрезвычайным ситуациям и гражданской обороне при Правительстве Республики Таджикистан. - Душанбе, 2017. - 84 с.

102. *Одинаев Х.А.* Эколого-экономические аспекты регулирования использования трансграничных водных ресурсов в Центральной Азии // Общество и экономика, 2003. - №9. - С.184-191.

103. Основные факторы изменения климата в Таджикистане. - Душанбе, 2004. - 26 с.

104. Первое Национальное сообщение Республики Таджикистан по Рамочной Конвенции ООН по изменению климата / Под ред. Б.У. Махмадалиева, В.В. Новикова, А.К. Каюмов. - Душанбе: Таджглавгидромет, 2003. - 136 с.

105. *Петров Г.Н.* Комплекс прикладных методов и моделей для совершенствования использования водно-энергетических ресурсов трансграничных рек Центральной Азии // Автореф. дис. на соис. учен. степ. д.тех.н. - Москва, 2012. - 30 с.

106. *Петров Г.Н., Ахмедов Х.М.* Комплексное использование водноэнергетических ресурсов трансграничных рек Центральной Азии. Современное состояние, проблемы и пути решения // Академия наук Республики Таджикистан. - Душанбе: Дониш, 2011. - 49 с.

107. *Петров Г.Н., Норматов И.Ш., Леонидова Н.В.* Водные ресурсы Таджикистана и их использование в связи с изменением климата // Водные ресурсы Центральной Азии, 2004. - Т.1. - №1. - С.35-49.

108. *Петров Г.Н., Халиков Ш.Х.* Энергоснабжение населения и социально-экономическое развитие Таджикистана // Экономика Таджикистана: стратегия и развития, 2007. - №2. - С.59-72.

109. *Пильгуй Ю.Н., Саидов М.С. и др.* Ледники Таджикистана в условиях изменения климата. - Душанбе, 2008. - 116 с.

110. План интегрированного управления водными ресурсами и водосбережения для бассейна реки Зерафшан (2005-2009). Проект ПРООН: Узбекистан, 2009 // URL: [www.uz.undp.org](http://www.uz.undp.org).

111. Потенциальные гидроэнергетические ресурсы Таджикской ССР / Колл. авторов. - Л.: Гидрометеиздат. - 746 с.

112. Публ. ВМО №970, 2004, Женева, Швейцария. - С.13; Публ. ВМО №974, 2004, Женева, Швейцария. - С.2-6.

113. *Рахимов А.Р.* Предварительный отчет оценки воздействия на окружающую среду Яванской ГЭС Республике в Таджикистан, 2010 // URL: [https://www.unece.org/fileadmin/DAM/env/eia/documents/Events/DushanbeFeb07/Dushanbe07\\_Rakhimov.pdf](https://www.unece.org/fileadmin/DAM/env/eia/documents/Events/DushanbeFeb07/Dushanbe07_Rakhimov.pdf)

114. *Рахмонов Ш.Т.* Развитие и размещение производительных сил Зерафшанского региона: проблемы и перспективы. - Душанбе: Ирфон, 2012. - 195 с.

115. *Саидов И.И.* Предпосылки рационального использования водных ресурсов в целях ирригации в зоне формирования стока // Вестник Тадж. нац. ун-та, 2011. - Т.76. - №12. - С.31-36.

116. *Салимов Т.О.* Таджикистан - страна истоков вод. - Душанбе, 2013. - 62 с.

117. *Салимов Т.О.* Управление качеством вод. - Душанбе, 2001. - 191 с.

118. *Сарсембеков Т.Т., Нурушев А.Н. и др.* Использование и охрана трансграничных рек в странах Центральной Азии. - Алматы: «Атамұра», 2004. - 272 с.

119. *Саттаров М.А., Атавин А.А., Семчуков А.Н.* Влияние речных и подземных вод на режим Новосибирского водохранилища // Труды III Всерос. науч. конф. Т.П. - Барнаул: ИВЭП СО РАН, 2017. - С.8-17.

120. *Селиванов Р.И.* Общая характеристика и схема геоморфологического районирования горной части бассейна р. Зерафшан // Материалы по производительным силам Таджикистана. - Душанбе, 1964. - Вып.2.

121. *Султанов З.* Ресурсно-экономический потенциал регионов Республики Таджикистан. - Душанбе: Дониш, 1994. - 263 с.

122. Схема переброски части стока реки Зерафшан для орошения земель в Ура-Тюбинской группе районов Таджикской ССР. - Душанбе, 1984.

123. *Тагаев З.И.* Климат Зерафшанской долины // Материалы по производительным силам Таджикистана. - Душанбе, 1964. - Вып.2. - С.5-12.

124. *Тахиров И.Г., Купай Г.Д.* Водные ресурсы Республики Таджикистан. Ч.2. - Душанбе, 1998. - 201 с.

125. Улучшение управления водными ресурсами для устойчивого развития в Центральной Азии (Аналитический обзор). - Коллектив авторов. Душанбе, 2008. - 101 с.

126. *Умаров М.У.* Орошаемое земледелие в низовьях Зерафшана // Журнал «Природа», 1964. - №1. - С.21-27.

127. Унифицированные методы анализа вод / Под. ред. Ю.Ю. Лурье. - М.: Химия, 1971. - 375 с.

128. *Усманов И.М.* Чрезвычайные ситуации природного характера, возможные на территории Республики Таджикистан, и их последствия (Издание первое). - Душанбе, 2007. - 44 с.
129. *Фархади Г.Р.* Развитие орошения в Зерафшанской долине // Журнал «Гидротехника и мелиорация», 1970. - №4. - С.18-22.
130. *Финаев А.Ф.* Климат и оледенение // Водные ресурсы Центральной Азии, 2004. - Т.1. - №1. - С.55-65.
131. *Финаев А.Ф.* Об исследованиях оледенения в Центральной Азии // Водные ресурсы Центральной Азии, 2005. - Т.11. - №2. - С.70-80.
132. *Фрумкин Г.Т.* Оценка состояния водных объектов и экологическое нормирование. - СПб: Синтез, 1998. - С.45-53.
133. Хиогская рамочная программа действий на 2005-2015 годы: Создание потенциала противодействия бедствиям на уровне государств и общин // URL: [www.un.org/ru/documents/decl\\_conv/conventions/hyogoframework.shtml](http://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/hyogoframework.shtml).
134. *Хоналиев Н.Х.* Энергетические ресурсы и энергетическая безопасность Республики Таджикистан // Материалы II межд. науч. конф. «Проблемы и перспективы экономики и управления». - Санкт-Петербург, 2013. - С.33-37.
135. *Челпанова О.М.* Климат СССР. Средняя Азия. - Л.: Гидрометеоздат, 1963. - 448 с.
136. *Чембарисов Э.И., Шамсиев Ф.К.* Управление качеством водных ресурсов Центральной Азии в экстремальных условиях, 2012 // URL: <http://rudos.exdat.com/docs2/index-584582.html>.
137. *Чембарисов Э.И., Шодиев С.Р.* Гидрохимическая характеристика речных вод юго-западного Узбекистана // Проблемы освоения пустынь, 2010. - №1-2. - С.48-50.
138. *Чурицина Н.М.* Минеральные воды Таджикистана. - Душанбе: Дониш, 1999. - 300 с.
139. *Шикломанов И.А., Георгиевский В.Ю.* Влияние антропогенных изменений климата на гидрологический режим и водные ресурсы // Сб. трудов «Изменений климата и их последствия». - Санкт-Петербург, 2002. - С.152-164.
140. *Шодиев С.Р., Чембарисов Э.И.* Коллекторно-дренажные воды юго-западного Узбекистана // Проблемы освоения пустынь, 2007. - №4. - С.5-10.
141. *Шульц В.Л.* Реки Средней Азии. - Л., 1969. - 692 с.
142. *Щеглова О.П.* Питание рек Средней Азии. - Л.: Гидрометиздат, 1965. - 680 с.
143. *Щетинников А.С.* Морфология и режим ледников Памиро-Алая. - Ташкент, 1998. - 220 с.
144. *Щетинников А.С.* Оледенение Гиссаро-Алая. - Л., 1987. - 119 с.
145. *Якутилов М.Р.* Сели, и борьба с ними в Таджикистане. - Душанбе, 1966. - 190 с.
146. *Ямпольский Э.В.* Перспективы сельскохозяйственного использования горных территорий на примере Зерафшанской зоны Таджикской ССР. - Алма-Ата, 1978.

147. Ямольский Э.В. Планирование использования целинных склоновых земель в сельском хозяйстве Зерафшанской зоны Таджикской ССР // Дисс. на соиск. уч. степени к.э.н. - Целиноград, 1984.

148. Ясинский В.А. и др. Водные ресурсы трансграничных рек в региональном сотрудничестве стран Центральной Азии. - Алматы, 2010. - 171 с.

149. Asian Disaster Preparedness Center. Community-Based Disaster Risk Management. Manual for Practitioners. - Bangkok, 2004.

150. Catalogue of Pamir and Hissaro-Alay Glaciations for 1980 (database of A.S. Schetinnikov) // Compiled by Prof. G.E. Glazirin, M.G. Glazirina. - Almaty, 2016. - 565 P.

151. Chub V.E. Water resources of the Central Asia under conditions of climate change / Book: Climate change and terrestrial carbon sequestration in Central Asia. Ed: Lal R., Suleimenov M., Stewart B.A. and et al. - London, 2007. - PP.67-74.

152. Climate change trends and scenarios of the Republic of Tajikistan / Ed. Bake Batur, Rasulov Hamid. - Dushanbe, 2013. - 138 p.

153. Future prospect of hydropower engineering in Tajikistan. Ministry of Energy and Water Resources of the Republic of Tajikistan. // URL: [http://tajikwater.net/docs/Future\\_prospect\\_of\\_hydro-power\\_engineering\\_in\\_Tajikistan.pdf](http://tajikwater.net/docs/Future_prospect_of_hydro-power_engineering_in_Tajikistan.pdf).

154. Groll M., Opp Ch., Kulmatov R., Ikramova M. Water quality, potential conflicts and solutions - an upstream - downstream analysis of the transnational Zarafshan River (Tajikistan, Uzbekistan) // URL: [http://www.cawater-info.net/zerafshan/pdf/groll\\_et\\_al.pdf](http://www.cawater-info.net/zerafshan/pdf/groll_et_al.pdf).

155. Hammer C., Clausen H., Dansgaard W. Greenland ice sheet evidence of post-glacial volcanism and its climate impact // Journal «Nature», 1980. - No.288. - PP. 230-235.

156. Khomidov A.Sh. Dynamics of glaciers and mountain lakes in Zeravshan River Basin, 2006 // URL: [www.untj.org/index.php](http://www.untj.org/index.php).

157. Kulmatov R., Hoshimhodjaev M. Spatial distribution and speciation of microelements in Zeravshan river water // Journal «Water Resources», 1992. - V.11. - PP.103-114.

158. Kulmatov R., Opp Ch., Groll M., Kulmatova D. Assessment of Water Quality of the Transboundary Zarafshan River in the Territory of Uzbekistan // Journal «Water Resource and Protection», 2013. - V.5. - PP.17-26.

159. Kurbonov N., Groll M., Normatov I., Opp Ch., Stulina G. Status Qua and Future Conflicts in Transboundary River Catchments Water Resources in the Zeravshan River Basin (Tajikistan-Uzbekistan) // Proceedings of the 8<sup>th</sup> International Siberian Early Career GeoScientists Conference. - Novosibirsk, 13-24 June 2016. - P.348.

160. Kurbonov N.B. Transnational information exchange in elimination of conflict of interests between water users in Central Asia // Proceedings of the international applied science conference «Hydrometeorological and Environmental security of marine activity». - Astrakhan, 16-17 October 2015. - PP.58-62.

161. *Kurbonov N.B., Kurbonov Sh.B.* Modern adaptation approach of agriculture to climate change and reservoirs impact // Theoretical, scientific and practical journal «Innovations in agriculture», 2014. - V.8. - No.3. - PP.5-10.

162. *Kurbonov N.B., Normatov I.Sh.* Analyses and Monitoring of Water Resources (Quantity and Quality) of the Mountain Zeravshan River Basin // Materials of the republican scientific-theoretical conference of the faculty and staff of TNU, dedicated to the «700<sup>th</sup> anniversary of Mir Sayid Ali Hamadoni» and the International Decade of Action «Water for Life, 2005-2015» - Dushanbe, 20-25 April 2015. - PP.71-72.

163. *Normatov I., Kurbonov N., Narzulloev N.* Ecological and risk assessment aspect of the Zeravshan Transboundary river basin water resources management // Materials of International Conference «Mountain hazards 2013». - Bishkek, 16-18 September 2013. - PP. 46-47.

164. *Normatov I., Olsson O., Groll M., Kurbonov N.* Monitoring and Analyses of Impact of the Industrial Complexes on Water Quality of the Central Asian Transboundary Rivers // Regional Workshop «Sustainable development of Asian countries, water resources and biodiversity under climate change». - Barnaul, 19-23 August 2013. - PP. 166-173.

165. *Normatov I., Petrov G.* Use of Central Asia water resources in irrigation and hydropower: conflict of interests or mutually beneficial collaboration // Journal «Water Resources of the Central Asia», 2005. - V.2. - PP. 24-29.

166. *Normatov I., Murtazaev U.* Formation of hydro fauna in reservoirs of the Central Asia in condition of global climate change // Abs. 2<sup>nd</sup> Intern. Conf. BIOHYDROLOGY 2009: A changing climate for biology and soil hydrology interactions. - Bratislava, 21-24 September 2009. - P.203.

167. *Olsson O., Gassmann M., Wegerich K., Bauer M.* Identification of the effective water availability from stream flows in Zarafshan river basin // Journal «Hydrology», 2010. - V.390. - PP.190-197.

168. *Smith K.* Environmental Threats. Risk assessment and reduction of natural disasters. - London/New York, 3<sup>rd</sup> edition, 2001.

169. *Toderich K., Tsukatani T., Mardonov B. et al.* Water quality, cropping and small ruminants: A challenge for the future agriculture in dry areas of Uzbekistan // Kyoto Institute of Economic Research Kyoto University, 2002. - No.553. - 8 P.

170. *Traufetter F., Oerter H., Fischer H. et al.* Spatio-temporal variability in volcanic sulphate deposition over the past 2 kyr in snow pits and firn cores from Amundsenisen, Antarctica // Journal «Glacial», 2004. - V.50. - No.168. - PP. 137-146.

**More  
Books!**



yes  
**I want morebooks!**

Buy your books fast and straightforward online - at one of world's fastest growing online book stores! Environmentally sound due to Print-on-Demand technologies.

Buy your books online at  
**[www.morebooks.shop](http://www.morebooks.shop)**

Покупайте Ваши книги быстро и без посредников он-лайн – в одном из самых быстрорастущих книжных он-лайн магазинов! окружающей среде благодаря технологии Печати-на-Заказ.

Покупайте Ваши книги на  
**[www.morebooks.shop](http://www.morebooks.shop)**

KS OmniScriptum Publishing  
Brivibas gatve 197  
LV-1039 Riga, Latvia  
Telefax: +371 686 20455

[info@omniscryptum.com](mailto:info@omniscryptum.com)  
[www.omniscryptum.com](http://www.omniscryptum.com)

OMNIScriptum

